



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO – UFOP
ESCOLA DE MINAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA



PEDRO HENRIQUE FERREIRA RODRIGUES

**ANÁLISE TEÓRICA DA CONTRIBUIÇÃO DA MANUTENÇÃO
AUTÔNOMA NA GESTÃO DA MANUTENÇÃO: UM ESTUDO DE
MÚLTIPLOS CASOS DA LITERATURA**

OURO PRETO - MG
2025

PEDRO HENRIQUE FERREIRA RODRIGUES
rodriguespedro.mec@gmail.com

**ANÁLISE TEÓRICA DA CONTRIBUIÇÃO DA MANUTENÇÃO
AUTÔNOMA NA GESTÃO DA MANUTENÇÃO: UM ESTUDO DE
MÚLTIPLOS CASOS DA LITERATURA**

Monografia apresentada ao Curso de
Graduação em Engenharia Mecânica
da Universidade Federal de Ouro
Preto como requisito para a obtenção
do título de Engenheiro Mecânico.

Professor orientador: DSc. Washington Luís Vieira da Silva

OURO PRETO – MG
2025

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

R696a Rodrigues, Pedro Henrique Ferreira.

Análise teórica da contribuição da manutenção autônoma na gestão da manutenção [manuscrito]: um estudo de múltiplos casos da literatura. / Pedro Henrique Ferreira Rodrigues. - 2025.

58 f.: il.: color., tab..

Orientador: Prof. Dr. Washington Luis Vieira da Silva.

Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Graduação em Engenharia Mecânica .

1. Administração - Manutenção. 2. Manutenção - Manutenção Autônoma. 3. Método de estudo de casos - Casos Múltiplos. I. Silva, Washington Luis Vieira da. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 621

Bibliotecário(a) Responsável: Maristela Sanches Lima Mesquita - CRB-1716



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
REITORIA
ESCOLA DE MINAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECANICA



FOLHA DE APROVAÇÃO

Pedro Henrique Ferreira Rodrigues

Análise teórica da contribuição da manutenção autônoma na gestão da manutenção: um estudo de múltiplos casos da literatura

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Mecânico

Aprovada em 13 de Agosto de 2025

Membros da banca

DSc. Washington Luis Vieira da Siva - Orientador (Universidade Federal de Ouro Preto)
DSc. Diogo Antônio de Sousa (Universidade Federal de Ouro Preto)
MSc. Sávio Sade Tayer (Universidade Federal de Ouro Preto)

Washington Luís Vieira da Silva, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 18/08/2025



Documento assinado eletronicamente por **Washington Luis Vieira da Silva, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 25/08/2025, às 08:08, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0965644** e o código CRC **1C973C58**.

Referência: Caso responda este documento, indicar expressamente o Processo nº 23109.010657/2025-39

SEI nº 0965644

R. Diogo de Vasconcelos, 122, - Bairro Pilar Ouro Preto/MG, CEP 35402-163
Telefone: (31)3559-1533 - www.ufop.br

A Deus dedico mais esta etapa vencida,
agradeço meus pais e minha irmã pelo
apoio incondicional.

A Lísia, pelo amor e carinho, a Fausto,
Liz (I.M) e Dom pelo incentivo.

A República Alforria pelos amigos e
aprendizados.

AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus por me amparar em todos os momentos até aqui. Agradeço aos meus pais, Marly e Luiz. Minha mãe por ser meu alicerce e exemplo. Meu pai, por ser meu orgulho e inspiração. A minha irmã Amanda, meu cunhado Fausto pela parceria incondicional. A Liz (I.M.) e Dom por encherem meus dias de alegria. Agradeço a toda família Ferreira e a toda família Rodrigues. A Lísia, que sempre acreditou em mim e me amparou nos momentos mais difíceis, obrigado pelo companheirismo. À UFOP, à Escola de Minas, ao DEMEC, pelo ensino público de qualidade. Ao meu orientador Washington, pelo incentivo e orientação neste trabalho. À 12 Bis e ao Engenheiros Sem Fronteiras, pelo aprendizado e experiências vividas. À AngloGold Ashanti, por me permitirem aprender e crescer enquanto profissional e pessoa. Aos amigos de longa data Xereta, Xerox, Karadipratu, Gelado e Gargamel. E por fim a República Alforria, agradeço a todos os moradores e ex-alunos.

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.

Martin Luther King

RESUMO

Este trabalho tem como propósito demonstrar os benefícios obtidos com a adoção da Manutenção Autônoma em organizações de diferentes setores industriais. A pesquisa foi conduzida por meio de uma análise bibliográfica de múltiplos casos, com o objetivo de analisar as contribuições da manutenção autônoma para a gestão de manutenção. O estudo possui caráter qualitativo, exploratório e bibliográfico, além de envolver a análise de múltiplos casos. Foram analisados três estudos de caso em empresas brasileiras: uma indústria de produtos alimentícios, outra do setor de manufatura de um fabricante de máquinas agrícolas e a terceira do setor metal-mecânico. A análise teve como foco identificar os principais resultados alcançados após a implementação da manutenção autônoma. Entre os benefícios observados a partir da análise dos casos, estão: o aumento da DF (Disponibilidade Física) dos equipamentos, OEE (Eficiência Global dos Equipamentos), do MTBF (Tempo Médio Entre Falhas), bem como a redução do MTTR (Tempo Médio de Reparo), de custos operacionais e de manutenção. No primeiro estudo de caso, observou-se a melhoria significativa de 26% no indicador OEE. No segundo, foi possível mensurar avanços em aspectos como redução de 53,49% dos custos de produção, redução de 25,32% do MTTR, aumento de 679,52% do MTBF e aumento de 13,21% do OEE. Já no terceiro caso, destacaram-se a redução de 42,46% do MTTR, aumento de 620,72% do MTBF e redução de 57,11% nos custos de manutenção. Com base na análise dos casos, conclui-se que a correta aplicação da manutenção autônoma proporciona vantagens competitivas relevantes às empresas, especialmente diante do cenário de competitividade do mercado. Apesar dos benefícios observados, a análise aponta que o sucesso da implementação depende fortemente do engajamento das equipes e da adaptação às particularidades de cada organização.

Palavras-chave: Manutenção. Manutenção Autônoma. Múltiplos Casos.

ABSTRACT

This study aims to demonstrate the benefits resulting from the adoption of Autonomous Maintenance in organizations from different industrial sectors. The research was conducted through a bibliographic analysis of multiple case studies, with the purpose of examining the contributions of autonomous maintenance to maintenance management. The study is qualitative, exploratory, and bibliographic in nature, encompassing the analysis of three case studies carried out in Brazilian companies: one in the food industry, another in the manufacturing sector of an agricultural machinery producer, and the third in the metal-mechanical sector. The analysis focused on identifying the main outcomes achieved after the implementation of autonomous maintenance. The findings indicate significant improvements, including increases in equipment Availability (DF), Overall Equipment Effectiveness (OEE), and Mean Time Between Failures (MTBF), as well as reductions in Mean Time to Repair (MTTR), operational costs, and maintenance expenses. In the first case study, a 26% improvement in OEE was observed. In the second case, notable results were recorded, such as a 53.49% reduction in production costs, a 25.32% reduction in MTTR, a 679.52% increase in MTBF, and a 13.21% increase in OEE. In the third case, the outcomes included a 42.46% reduction in MTTR, a 620.72% increase in MTBF, and a 57.11% reduction in maintenance costs. It can be concluded that the proper application of autonomous maintenance provides organizations with significant competitive advantages, particularly in highly competitive market environments. Nevertheless, the analysis highlights that the success of its implementation strongly depends on team engagement and the adaptation to the specific characteristics of each organization.

Key-words: Maintenance. Autonomous Maintenance. Multiple Cases.

LISTA DE SIMBOLOS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

JIPM – *Japan Institute Productive Management*

MA – Manutenção Autônoma

MTBF – *Mean time between failures* (Tempo Médio para Falhar)

MTTR – *Mean time to repair* (Tempo Médio Para Reparo)

NBR – Norma Brasileira Regulamentadora

OEE – *Overall Equipment Effectiveness* (Efetividade Global de Equipamentos e Linhas de Produção)

TPM – *Total Productive Maintenance* (Manutenção Produtiva Total)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Pilares do TPM Fonte: IM&C Internacional (2006)	11
Figura 2: Fluxograma metodológico Fonte: Pesquisa Direta (2025)	17

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Variáveis e indicadores	20
Tabela 2 - Técnica de Coleta de Dados	21
Tabela 3 - Resultados Estudo de Caso 1	27
Tabela 4 - Resultados MTBF Estudo de Caso 2	31
Tabela 5 - Resultados MTTR Estudo de Caso 2.....	31
Tabela 6 - Resultados dos Custos de Manutenção do Estudo de Caso 2.....	32
Tabela 7 - Resultados OEE Estudo de Caso 2	32
Tabela 8 - Resultados MTBF Estudo de Caso 3	36
Tabela 9 - Resultados MTTR Estudo de Caso 3	36
Tabela 10 - Resultados dos Custos de Manutenção Estudo de Caso 3.....	37
Tabela 11 - Contribuição da implementação da manutenção autônoma.....	38

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Formulação do Problema.....	1
1.2	Justificativa.....	2
1.3	Objetivos.....	2
1.3.1	Geral	2
1.3.2	Específicos.....	2
1.4	Estrutura do Trabalho	3
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1	Manutenção	4
2.2	Tipos de Manutenção.....	5
2.3	Gestão da Manutenção.....	7
2.3.1	Indicadores da Manutenção.....	8
2.4	Manutenção Produtiva Total (TPM)	9
2.4.1	Implementação do TPM.....	10
2.5	Manutenção Autônoma.....	12
2.5.1	Etapas de Implantação da Manutenção Autônoma.....	13
2.5.2	Treinamento e Capacitação.....	14
2.6	Considerações Finais do Capítulo.....	15
3	METODOLOGIA.....	16
3.1	Tipo de Pesquisa.....	16
3.2	Materiais e Métodos.....	17
3.3	Variáveis e Indicadores.....	19
3.4	Instrumento de Coleta de Dados.....	20
3.5	Tabulação dos Dados.....	21
3.6	Considerações Finais do Capítulo.....	21
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	22
4.1	Estudo de Caso 1	22
4.1.1	Apresentação Estudo de Caso 1	22
4.1.2	Resultados Caso 1	25
4.2	Estudo de Caso 2.....	27

4.2.1	Apresentação Estudo de Caso 2.....	27
4.2.2	Resultados Caso 2	30
4.3	Estudo de Caso 3	32
4.3.1	Apresentação Estudo de Caso 3	32
4.3.2	Resultados Caso 3	35
4.4	Contribuição da Implementação da Manutenção Autônoma.....	38
5	CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES	40
5.1	Conclusão.....	40
5.2	Recomendações.....	41
	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	42

1 INTRODUÇÃO

1.1 Formulação do Problema

A evolução industrial, caracterizada pelo aumento da complexidade dos processos de produção e pela sofisticação tecnológica dos equipamentos, intensifica cada vez mais a demanda por uma gestão da manutenção eficiente. Conforme afirmou Xenos (2014, p.13), “tradicionalmente as atividades de manutenção eram consideradas um mal necessário por várias pessoas em diferentes empresas. Mais recentemente essa atitude vem mudando, e hoje a manutenção é reconhecida como uma função estratégica”.

Segundo a NBR 5462 (1994, p.6), a manutenção pode ser definida como sendo a “combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida”.

Com a crescente robotização e automatização, é apropriado dizer que a qualidade, produtividade, custo, prazo, estoque e segurança dependem do equipamento (NAKAJIMA, 1988). Dessa forma, a manutenção é fundamental para a empresa que deseja ser competitiva no mercado. Neste cenário, a manutenção autônoma se apresenta como uma estratégia simples e prática que envolve os operadores nas atividades de manutenção, principalmente limpeza, lubrificação e inspeções visuais nos equipamentos (TAVARES, 1999).

Xenos (2014) descreve a manutenção autônoma como uma estratégia simples e prática para envolver os operadores dos equipamentos nas atividades de manutenção diárias, tais como a inspeção, limpeza e lubrificação. O objetivo fundamental da manutenção autônoma é evitar, no dia a dia da produção, a deterioração dos equipamentos, detectando e tratando suas anomalias num estágio inicial, antes que se desenvolvam e resultem em falhas.

Para fins de aplicação do estudo, este está direcionado a verificar as contribuições da manutenção autônoma na gestão da manutenção, assim serão selecionados estudos de casos, já publicados, com propósito de responder a problemática gerada.

Diante do contexto, tem-se a seguinte problemática:

Qual a contribuição da implementação da manutenção autônoma na gestão da manutenção?

1.2 Justificativa

De acordo com Tavares (1999), a manutenção é algo indispensável para o processo produtivo de qualquer organização, e sua função é fornecer recursos para que haja uma relação eficiente entre operação e produção, a fim de que seja possível manter os sistemas e equipamentos em boas condições de funcionamento, para evitar o desgaste e a deterioração causados, eventualmente, por falhas humanas e por desgastes naturais dos equipamentos.

Para Nakajima (1988), a manutenção autônoma contribui significativamente para a redução de paradas não programadas, aumento da vida útil dos equipamentos, melhoria da qualidade dos produtos e redução de custos operacionais.

A gestão da manutenção deve incluir todo o conjunto de ações e definições sobre o que se deve fazer, dispor, orientar e controlar para administrar os recursos à disposição para execução das atividades, com o objetivo de satisfazer as expectativas dos clientes em relação à função da manutenção (SOUZA, 2008).

Portanto, nesse contexto, as possíveis contribuições da manutenção autônoma na gestão da manutenção e o melhor entendimento dos processos necessários para sua aplicação, podem ser um diferencial na busca da melhoria da produção e uma vantagem competitiva para as empresas.

Este trabalho se justifica por analisar as contribuições da manutenção autônoma na gestão da manutenção, a partir do comparativo sistemático dos resultados em diferentes setores industriais, a partir de estudos de casos.

1.3 Objetivos

1.3.1 Geral

Analisar as contribuições da manutenção autônoma para a gestão de manutenção, baseada em análises de casos.

1.3.2 Específicos

- Realizar um estudo teórico sobre: Manutenção; TPM e Manutenção Autônoma;
- Elaborar um procedimento metodológico para selecionar e analisar os estudos de caso;

- Comparar os resultados da análise dos casos com a base teórica para apresentar as contribuições da manutenção autônoma.

1.4 Estrutura do Trabalho

O trabalho está dividido em cinco capítulos, o primeiro capítulo é apresentado a formulação do problema, a justificativa para a realização do trabalho e seus objetivos geral e específicos.

O segundo capítulo trata da fundamentação teórica dos conceitos e teorias a respeito da manutenção, gestão da manutenção, manutenção produtiva total e da manutenção autônoma, suas corretas aplicações e os impactos previstos para a qualidade da manutenção.

O terceiro capítulo define os procedimentos metodológicos necessários para a realização dos estudos, bem como as ferramentas utilizadas.

No quarto capítulo são discutidos os resultados a partir da análise dos casos selecionados no estudo.

O capítulo cinco apresenta as conclusões do trabalho e as recomendações para estudos futuros. E por fim, estão as referências bibliográficas e os anexos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo fornece a fundamentação teórica relativa ao tema abordado no presente trabalho, os conceitos de manutenção, gestão da manutenção, Manutenção Produtiva Total (TPM) e a manutenção autônoma.

2.1 Manutenção

Existem diversos conceitos de manutenção presentes na literatura que auxiliam na compreensão das diversas facetas do setor, que tem recebido cada vez mais destaque devido ao cenário industrial mais competitivo.

A manutenção pode ser definida como o conjunto de ações, planejadas ou não, aplicadas aos equipamentos e instalações, com a finalidade de conservar os equipamentos e componentes em funcionamento, durante o maior tempo e com o melhor rendimento possível, assegurando a disponibilidade necessária aos processos produtivos, com confiabilidade e segurança, a custos apropriados (KARDEC e NASCIF, 2009).

Por sua vez Moubrey (1997), conceitua a manutenção como conjunto de técnicas que garantem que os ativos físicos continuem oferecendo o que os usuários desejam que eles façam. Destaca que a aplicação das técnicas corretas de manutenção, visa garantir que suas funções estejam dentro dos parâmetros de disponibilidade, qualidade, prazos, custos, vida útil adequada e de preservação do meio ambiente, visando alcançar a segurança humana.

De acordo com Viana (2002), a manutenção é definida como um conjunto de esforços destinados a preservar o bom funcionamento de máquinas, equipamentos, ferramentas, construções, objetos que sofram desgaste e tudo que necessite de reparo ou substituição de parte.

Tavares (1999) afirma que a manutenção consiste em todas as ações necessárias para manter um equipamento ou instalação conservado, garantindo que o mesmo continue funcionando conforme uma condição pré-definida.

Já Branco Filho (2008), a manutenção é a metodologia que visa manter a produção operando sem interrupções, atuando como um instrumento que agrega valor aos processos, visto que proporciona um aumento significativo da produção, sem a necessidade de grandes investimentos, contanto que gerenciada de maneira adequada e em conformidade com as políticas e estratégias de produção.

Embora existam diversas interpretações do termo manutenção, é evidente que todos os autores chegam ao mesmo consenso em suas definições, considerando a manutenção como um conjunto de ações que visam manter o equipamento em funcionamento de maneira a desempenhar a sua função prevista.

2.2 Tipos de Manutenção

Os diferentes tipos de manutenção são definidos pela forma como são realizadas as ações nos equipamentos. Há uma grande variedade de denominações para classificar os tipos de manutenção.

Xenos (2014) tipifica a manutenção como: corretiva, preventiva, preditiva, melhoria dos equipamentos, produtiva, e prevenção de manutenção. Kardec e Nascif (2009) categoriza como: corretiva, preventiva, preditiva, detectiva e engenharia de manutenção. Já Viana (2002) classifica a manutenção como: corretiva, preventiva, preditiva e autônoma. Por fim a NBR 5462 (1994) prevê três tipos de manutenção: preventiva, preditiva e corretiva. Os principais tipos de manutenção, e que foram abordados neste trabalho são:

- a) Manutenção Corretiva
- b) Manutenção Preventiva
- c) Manutenção Preditiva

- **Manutenção Corretiva**

A manutenção corretiva consiste em corrigir falhas à medida que elas se ocorrem. É definida pela ação de manutenção em um fato já ocorrido. Esse tipo de abordagem resulta em custos elevados, já que uma interrupção imprevista pode resultar em prejuízos na produção e perda da qualidade do produto (PINTO e XAVIER, 2001).

Segundo a NBR 5462 (1994, p.7), a manutenção corretiva é “a manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida”.

O objetivo desse tipo de manutenção é restaurar as condições produtivas ideais do sistema, não sendo necessariamente realizada de forma emergencial. Pode-se dividir em duas categorias: planejada e não-planejada (KARDEC e NASCIF, 2009).

A manutenção corretiva não planejada consiste na correção de falhas de forma aleatória. As características desse tipo de manutenção são a escassez de tempo para a

preparação do serviço e o elevado custo. Uma quebra imprevista pode resultar em prejuízos na produção, na qualidade do produto (THEISS, 2004).

A manutenção corretiva planejada se difere da manutenção corretiva não-planejada por partir de uma escolha gerencial. A corretiva planejada é a correção de uma falha ou a correção de um rendimento inferior ao previsto, mas se fundamenta na alteração dos parâmetros de condição observados pela manutenção preditiva (KARDEC e NASCIF, 2009).

- Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva são serviços executados em períodos pré-estabelecidos ou seguindo critérios estabelecidos, com o objetivo de diminuir as probabilidades de falha, garantindo assim uma estabilidade necessária para o bom desempenho das atividades produtivas (VIANA, 2002).

De acordo com a NBR 5462 (1994, p.7), a manutenção preventiva é a “manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item”.

Para Moubray (1997), a manutenção preventiva possibilita uma gestão eficaz das atividades, equilíbrio dos recursos e previsão do uso de materiais e sobressalentes, porém pode incentivar a remoção do equipamento ou sistema em funcionamento para a realização das tarefas planejadas. Portanto, é necessário avaliar os fatores para garantir que a aplicação desse método esteja em conformidade com a realidade dos equipamentos, sistemas ou plantas (KARDEC E NASCIF, 2009).

Xenos (2014) classifica a manutenção preventiva como um conjunto de atividades realizadas em intervalos fixos, isto é, ações preventivas baseadas no tempo ou de acordo com critérios já preestabelecidos, ações preventivas baseadas na condição.

As ações preventivas baseadas no tempo têm o objetivo de restaurar ou substituir, com intervalos regulares, os componentes e partes do equipamento que se desgastam ao longo do tempo e que tendem a apresentar falhas conforme os equipamentos são utilizados (XENOS, 2014).

Já as ações preventivas baseadas na condição são embasadas com base em resultados de inspeções regulares, incluindo a medição de parâmetros para acompanhamento do desgaste das peças e equipamentos, dessa maneira tornando possível identificar, de forma quantitativa, indícios de falha ou condições anormais (XENOS, 2014).

- Manutenção Preditiva

A manutenção preditiva antecipa a durabilidade dos componentes do equipamento por meio de monitoramento e várias formas de análise durante seu funcionamento normal, resultando assim em um melhor aproveitamento da vida útil dos equipamentos (PINTO e XAVIER, 2001).

NBR 5462 (1994, p.7), conceitua a manutenção preditiva:

Manutenção que permite garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem, para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva.

A manutenção preditiva possibilita a otimização da substituição de partes ou reforma de componentes, além de ampliar o intervalo de manutenção, uma vez que antecipa o momento em que a peça ou componente atingirá seu tempo de vida útil máximo (XENOS, 2014).

Kardec e Nascif (2009, p. 45) destacam os objetivos da manutenção preditiva:

Seu objetivo é prevenir falhas nos equipamentos ou sistemas através de acompanhamento de parâmetros diversos, permitindo a operação contínua do equipamento pelo maior tempo possível. Na realidade, o termo associado à Manutenção Preventiva é o de prever as condições dos equipamentos. Ou seja, a Manutenção Preditiva privilegia a disponibilidade à medida que não promove a intervenção nos equipamentos ou sistemas, pois as medições e verificações são efetuadas com o equipamento produzindo.

2.3 Gestão da Manutenção

A função manutenção tem se transformado e tem evoluído, conforme os gestores das organizações industriais vislumbram o impacto das falhas em equipamentos, afetam a segurança, a qualidade e os custos da produção (SELLITO, 2007).

A gestão da manutenção é a correta administração da manutenção, desde a organização dos recursos humanos, até os recursos materiais e de insumos, com o objetivo de assegurar que as máquinas, equipamentos e instalações de uma empresa estejam operando adequadamente, atendendo às demandas produtivas (ALMEIDA, 2017).

A gestão segundo Schultz (2016) é o conjunto de práticas e de atividades baseadas sobre um certo número de fundamentos que visam atender um objeto. Estabelecer uma estratégia bem definida pode ser o fator crucial para o êxito deste setor na indústria, as

transformações tecnológicas e novas abordagens gerenciais influenciaram a forma pela qual a manutenção é vista (SCHULTZ, 2016).

Para Costa (2013), a gestão da manutenção é então, o conjunto de técnicas indispensáveis ao funcionamento regular e permanente de máquinas, equipamentos, ferramentas e instalações, esses procedimentos abrangem a conservação, a adequação, a restauração, a substituição e a prevenção.

Em síntese, manutenção consiste em atuar no sistema como um todo, visando prevenir falhas e interrupções na produção, além de assegurar a qualidade planejada dos produtos, sendo que o foco é sempre nos aspectos preventivos, conservativos e corretivos da atividade (COSTA, 2013).

Kardec e Nascif (2009, p.9) apontam como deve ser a postura de uma gerência moderna:

A condução moderna dos negócios requer uma mudança profunda de mentalidade e de posturas. A gerência moderna deve estar sustentada por uma visão de futuro e regida por processos de gestão onde a satisfação plena de seus clientes seja resultante da qualidade intrínseca dos seus produtos e serviços e a qualidade total dos seus processos produtivos seja o balizador fundamental.

2.3.1 Indicadores da Manutenção

Os indicadores da manutenção ou índices de manutenção são medidas ou dados numéricos estabelecidos sobre os processos que desejamos monitorar, permitem o acompanhamento e quantificação dos processos, sendo dados chave para a tomada de decisão (PINTO e XAVIER, 2001).

No presente trabalho são analisados quatro indicadores, escolhidos de maneira a auxiliar na análise da contribuição da implementação da manutenção autônoma em diferentes indústrias. Os indicadores selecionados foram: DF (Disponibilidade Física), OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), MTTR (*Mean Time to Repair*) e MTBF (*Mean Time Between Failure*).

De acordo com Viana (2006), a disponibilidade física representa o quanto houve de dedicação para o funcionamento de um equipamento ou máquina em relação ao tempo total do período. É a relação entre o tempo em que o equipamento ou máquina operou dividido pelas horas totais, multiplicada por 100.

Segundo Branco Filho (2006), o OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) é definido como um dos primordiais indicadores que dimensionam a eficácia das máquinas inspecionando seu uso durante o manuseio. Desse modo, essa ferramenta é capacitada para dimensionar e examinar as existentes condições de uso dos ativos através do reconhecimento de reais prejuízos nos indicadores de disponibilidade, qualidade e performance dos equipamentos (SANTOS e SANTOS, 2007).

O OEE, segundo Nakajima (1988), resulta da multiplicação de três fatores, disponibilidade, performance operacional e qualidade dos produtos.

Para Viana (2006), o MTBF (*Mean Time Between Failures*) é definido como a divisão da soma das horas disponíveis do equipamento para a operação, pelo número de intervenções corretivas neste equipamento no período. Se o valor de MTBF aumentar com o tempo, é um sinal positivo para a manutenção, pois indica que o número de intervenções corretivas vem diminuindo, e consequentemente o total de horas disponíveis para a operação, aumentando (VIANA, 2006).

Segundo Viana (2006), o MTTR (*Mean Time To Repair*) é a divisão entre a soma das horas de indisponibilidade para a operação devido à manutenção, pelo número de intervenções corretivas no período. Se o MTTR diminuir com o tempo, é um sinal positivo para a manutenção, pois significa que os reparos corretivos são cada vez menos impactantes na produção (VIANA, 2006).

2.4 Manutenção Produtiva Total (TPM)

A Manutenção Produtiva Total surgiu no Japão após a Segunda Guerra Mundial e as empresas Japonesas, anteriormente conhecidas pela fabricação de produtos de baixa qualidade e devastadas pela guerra, buscaram, na excelência da qualidade, uma solução (NAKAJIMA, 1989).

Dessa forma, os primeiros registros de implementação da manutenção produtiva total pertencem à empresa Nippon Denso, pertencente ao grupo Toyota (TAKAHASHI, 1993).

De acordo com Suzuki (1994), a tendência de automação, alinhada com o sistema just in time, incentivou o empenho em melhorar a gestão da manutenção nas indústrias japonesas. Desse modo, originou-se a Manutenção Produtiva Total, um método de manutenção que inclui atividade de todos os colaboradores.

Os principais fatores que explicam a rápida difusão do TPM, inicialmente no Japão e, em seguida, em todo o mundo é que o programa oferece resultados rápidos e concretos, aumenta a eficiência dos equipamentos e a qualidade os produtos e processos, número de acidentes quase zero, capacitação profissional dos funcionários (PIRELLI, 2002).

O conceito básico de TPM consiste na reformulação da estrutura organizacional da empresa, incluindo pessoas e equipamentos, através da participação nas atividades de manutenção por parte de todos os níveis hierárquicos (TAVARES, 1999).

Para Cabral (2006, p.239) o método do TPM:

O TPM tem como objetivo principal a eliminação de falhas, defeitos e outras formas de perdas e desperdícios, visando à maximização global da eficiência das máquinas e dos equipamentos, como o envolvimento de todos, a todos os níveis. Pode dar-se a imagem de que uma fábrica é composta por duas partes distintas: uma visível, a que, realmente, produz produtos com qualidade, e a outra invisível, que produz só perdas. Seguindo esta analogia, poder-se-ia dizer que o TPM é a técnica que permite transformar a parte invisível em visível, através da eliminação de todas as perdas.

Suzuki (1994, p.14) define os objetivos da TPM como:

Os objetivos da TPM foram traçados pelo JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*) e são: (i) maximizar a eficiência dos sistemas produtivos; (ii) minimizar perdas, estabelecendo metas orientadas ao zero acidente, zero perdas e zero defeitos; (iii) envolver todos os departamentos na implantação, incluindo novos produtos, vendas e administração; (iv) envolver todos os funcionários desde a alta gerência até os operadores de chão de fábrica; (v) agir por atividades de pequenos grupos.

2.4.1 Implementação do TPM

Apesar das diferenças entre os segmentos e empresas, para garantir a eficaz implementação da TPM, é necessário conhecer e entender quais são os oito pilares que sustentam essa metodologia, como apresentado na Figura 1.

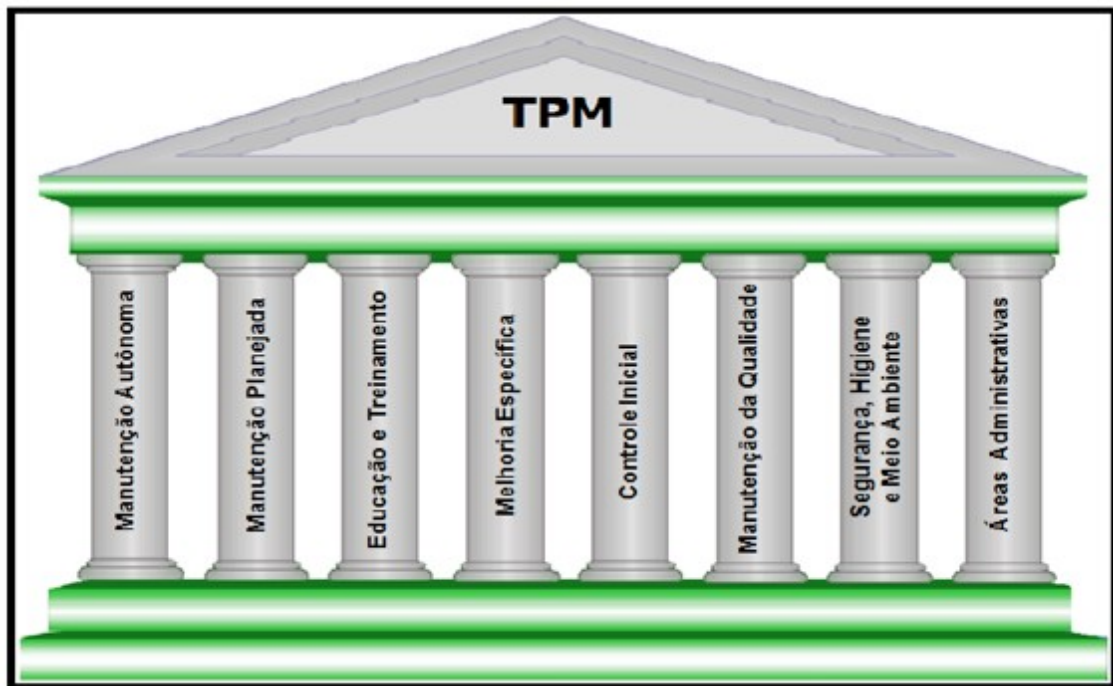


Figura 1 – Pilares do TPM
 Fonte: IM&C Internacional (2006)

Conforme a Figura 1, os pilares são descritos:

- Pilar Manutenção Autônoma

Envolvimento dos operadores na manutenção diária dos equipamentos, promovendo inspeções regulares, limpeza e pequenos reparos, essa prática aumenta a confiabilidade e reduz falhas inesperadas (NAKAJIMA, 1989).

Para Viana (2002), a manutenção autônoma não é um tipo de manutenção, mas um alicerce da TPM, para ele trata-se de qualquer serviço executado pela produção, como limpeza, lubrificação e tarefas ligadas a manutenção indo muito da ideia de que cada um cuida de sua máquina.

- Pilar Manutenção Planejada

Implementação de um plano estruturado para evitar falhas através de manutenções preventivas e preditivas, aumentando a disponibilidade dos equipamentos (SUZAKI, 1997).

- Pilar Educação e Treinamento

Capacitação contínua dos operadores e técnicos de manutenção para garantir a aplicação eficiente das práticas da TPM (TSUCHIYA, 1992).

- Pilar Melhoria Específica

Identificação e eliminação de perdas e desperdícios nos processos produtivos por meio da aplicação do Kaizen, conforme descrito por (IMAI, 1997).

- Pilar Controle Inicial

Consideração da facilidade de manutenção já na fase de desenvolvimento de novos equipamentos e processos, garantindo maior confiabilidade e eficiência ao longo do ciclo de vida do maquinário (NAKAJIMA, 1989).

- Pilar Manutenção da Qualidade

Integração entre manutenção e controle de qualidade para prevenir defeitos nos produtos e garantir altos padrões de produção (MONDEN, 1998).

- Pilar Segurança e Meio Ambiente

Priorização da segurança dos trabalhadores e da preservação ambiental, minimizando riscos de acidentes e impactos ambientais negativos (NBR 5462,1994).

- Pilar Áreas Administrativas

Aplicação dos princípios da TPM nos setores administrativos para eliminar desperdícios e melhorar a eficiência dos processos de suporte à produção (SHINGO, 1996).

2.5 Manutenção Autônoma

A Manutenção Autônoma é um dos pilares mais importantes de sustentação da TPM (SUZUKY,1994). Pode ser vista como o processo de capacitação de operadores, habilitando-os a promover mudanças em equipamentos isolados e em sistemas de produção que garantam altos níveis de produtividade no ambiente de trabalho (NAKAJIMA, 1988).

Para Yamashina (2014), a Manutenção Autônoma tem como objetivo trazer a máquina para seu estado ideal de funcionamento, prevenir a deterioração desta através de operações autônomas corretas e *check lists* diários, e estabelecer as condições básicas necessárias para garantir que o equipamento esteja sempre em boas condições de funcionamento. Tem como objetivo eliminar as quebras por falta de condição básica e garantir o aumento da eficiência do equipamento, deixando-o sempre disponível para produzir quando necessário (YAMASHINA, 2014).

Segundo Wyrebski (1997), a manutenção autônoma visa à maximização da utilização de equipamentos e processos. Sua prática continuada pode desenvolver e fazer aflorar

conhecimentos e reeducar operadores, requerendo uma atitude pró-ativa, prevenção de problemas, e senso de melhoria contínua, isso assegura o aumento da confiabilidade e da disponibilidade nos equipamentos sem novos investimentos em maquinaria (WYREBSKI, 1997).

2.5.1 Etapas de Implantação da Manutenção Autônoma

As sete etapas de implementação da manutenção autônoma serão descritas a seguir, das quais, as três primeiras podem ser consideradas críticas por influenciarem diretamente e de forma mais significativa o nível de deterioração dos equipamentos (XENOS, 2014)

- **Etapa 1: Limpeza inicial**

Esta etapa tem como objetivo remover sujeira, poeira e resíduos acumulados nas máquinas, permitindo a identificação de problemas incipientes. Segundo Nakajima (1989), a limpeza não apenas melhora a eficiência operacional, mas também reduz falhas inesperadas.

Para Xenos (2014), este processo consiste na eliminação de sujeira e o acúmulo de resíduos nos equipamentos e nas áreas adjacentes. Com a realização da limpeza torna-se possível a identificação de anomalias que antes estavam encobertas pelas sujidades. Ao realizarem a limpeza e a inspeção, os operadores devem expor as anomalias, as quais, segundo a metodologia, devem ser identificadas por etiquetas (XENOS, 2014).

- **Etapa 2: Identificar as causas das anomalias e estabelecer contramedidas**

Após a limpeza inicial, é necessário identificar e eliminar as causas de contaminação, além de modificar o layout dos equipamentos para facilitar a manutenção e inspeção (SUZAKI, 1997).

De acordo com Xenos (2014) nessa etapa deve ser feita a identificação das causas das anomalias, como sujeira, contaminação, vazamentos, folgas, dentre outras e o estabelecimento de contramedidas para que esses problemas não voltem a ocorrer. Os operadores devem ser capacitados para compreender a razão do acúmulo de detritos em seu equipamento e a relevância de implementar melhorias que diminuam o tempo necessário para limpeza, verificação e lubrificação do mesmo (XENOS, 2014).

- **Etapa 3: Padronizar as atividades de manutenção autônoma**

Define-se um conjunto de diretrizes para que os operadores realizem inspeções regulares, garantindo a detecção precoce de falhas e desgaste de componentes, conforme estabelecido por (IMAI,1997).

- Etapa 4: Desenvolver habilidades de inspeção geral dos equipamentos

Para Nakajima (1988), nessa fase os operadores recebem treinamento para identificar e corrigir pequenos problemas antes que se agravem. A NBR 5462 (1994) ressalta a importância da qualificação dos funcionários para aumentar a eficiência da manutenção.

Para Imai (1997), a inspeção geral do equipamento visa aumentar o conhecimento da operação sobre este, por meio de treinamentos mais específicos sobre o princípio de funcionamento das máquinas, capacitando os operadores em técnicas de identificação dos defeitos existentes e de restauração do equipamento para sua condição básica.

- Etapa 5: Promover a inspeção dos equipamentos

Os operadores passam a realizar inspeções periódicas de forma autônoma, reduzindo a dependência da equipe de manutenção especializada. Segundo Tsuchiya (1992), essa prática melhora a confiabilidade operacional.

- Etapa 6: Organizar e gerenciar o local de trabalho

Implementação de padrões para a execução de todas as atividades de manutenção, garantindo que os processos sejam consistentes e eficazes (MONDEN, 1998).

- Etapa 7: Consolidação da implantação da manutenção autônoma

Os operadores assumem a responsabilidade contínua pela manutenção dos equipamentos, sugerindo melhorias no processo produtivo e na confiabilidade operacional. Conforme Shingo (1996), essa fase é essencial para consolidar a cultura de manutenção autônoma na empresa.

2.5.2 Treinamento e Capacitação

O conhecimento e as habilidades dos profissionais da operação e manutenção são suas ferramentas mais importantes, isto é, à medida que os sistemas produtivos se tornam mais sofisticados e automatizados, crescem também os desafios para as pessoas responsáveis por operá-los e mantê-los (XENOS, 2014).

A empresa deve prover treinamento para que o colaborador se torne multifuncional, polivalente, podendo realizar diferentes funções ou operar diferentes equipamentos (TAKAHASHI, 1993).

No caso da manutenção, treinamentos devem garantir que os colaboradores desenvolvam capacidade técnica para entender, inspecionar, operar e manter os equipamentos de forma adequada (SUZUKI, 1995).

Muitas indústrias possuem suas particularidades, e isto gera a necessidade de treinamento interno, focando nas aptidões de seus funcionários na área de manutenção específica e treinamento em manutenção geral (TAKAHASHI, 1993).

A adoção da Manutenção Autônoma demanda dos operadores conhecimentos técnicos essenciais a respeito das condições que favorecem o surgimento de falhas nos equipamentos e as anomalias que antecedem as falhas (XENOS, 2014).

De acordo com Xenos (2014), os operadores devem conhecer detalhadamente seus equipamentos, aprender e praticar métodos corretos de operá-los, além de compreender os princípios e fatores que originam as falhas dos equipamentos, de modo a possibilitar a adoção das ações preventivas mais apropriadas.

2.6 Considerações finais do capítulo

Neste capítulo foi apresentada a revisão bibliográfica sobre manutenção, os tipos de manutenção, os conceitos e objetivos, a gestão da manutenção, a implementação e os indicadores de qualidade, a manutenção produtiva total e a manutenção autônoma. Apontando também algumas práticas, modelos e ferramentas para a implementação da manutenção autônoma.

No próximo capítulo, são apresentadas as classificações referentes ao tipo de pesquisa, bem como as ferramentas e técnicas utilizadas para o estudo da aplicação da Manutenção Autônoma. São descritos, ainda, os materiais e métodos empregados no desenvolvimento da pesquisa, a área em que ela foi realizada, além do procedimento adotado para a coleta e tabulação dos dados obtidos.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo são apresentadas as principais características de desenvolvimento da pesquisa, abordando sua classificação, procedimentos metodológicos, variáveis e indicadores, bem como as considerações finais.

3.1 Tipo de Pesquisa

O propósito desta pesquisa é analisar estudos de casos que evidenciam o impacto da implementação da manutenção autônoma em indústrias de diversas áreas.

Assim, este estudo pode ser classificado como uma pesquisa qualitativa e exploratória, visto que visam explicar os problemas identificados e definem o que será preciso para a coleta dos dados, seguindo para fase de análise (MARCONI e LAKATOS, 2021).

Segundo Gressler (2004), nas pesquisas qualitativas são utilizadas informações sobre os fenômenos investigados com o uso de estudos de casos, históricos de ocorrência dos fatos e entrevistas para descrever a complexidade de um problema, não havendo manipulação de indicadores variáveis ou experimentos.

De acordo com Gil (2002, p.41), as pesquisas exploratórias têm o objetivo de:

Proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses. Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições. Seu planejamento é, portanto, bastante flexível, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado.

Por fim, se faz necessário a caracterização da pesquisa com base nos procedimentos técnicos adotados. Assim, Gil (2002) classifica a pesquisa quanto aos procedimentos técnicos como bibliográfica, documental, experimental, estudo de caso, pesquisa-ação e pesquisa participante.

Portanto, esta pesquisa é caracterizada como bibliográfica ao mesmo tempo fundamentada em múltiplos estudos de casos. A seguir, as definições de cada um dos procedimentos técnicos.

Definido por Vergara (2016), a pesquisa bibliográfica é um estudo sistemático baseado em material publicado em livros, artigos, revistas, jornais, ou seja, materiais acessíveis ao público em geral, oferecendo ferramentas analíticas para qualquer outro tipo de estudo. Ela indica que o conteúdo divulgado pode ser uma fonte primária ou secundária, sendo que a fonte secundária é proveniente da primária.

Para Yin (2001), os estudos de casos tratam-se de um método de pesquisa de natureza empírica. Com o intuito de entender um fenômeno contemporâneo da vida real, os estudos de casos enfatizam a relevância do contexto para o êxito de uma investigação, bem como para o avanço de novas teorias e conceitos na área da engenharia.

Em resumo, com base nos princípios expostos, pode-se afirmar que se trata de uma pesquisa exploratória qualitativa, fundamentada em estudos de casos e revisões bibliográficas. A natureza exploratória é evidenciada pela pesquisa, que se baseia em diversos estudos de caso, onde são coletadas as informações cruciais para o trabalho. Portanto, a revisão bibliográfica complementa o estudo, permitindo um entendimento mais profundo dos conceitos expostos. O estudo é de caráter qualitativo, pois visa fomentar e avaliar de maneira qualitativa o impacto da aplicação da manutenção autônoma em indústrias de diversas áreas.

3.2 Materiais e Métodos

Inicialmente, a partir da problemática gerada, relacionada ao impacto da implementação da manutenção autônoma em indústrias de diversas áreas, foi necessário elaborar um procedimento metodológico, conforme a Figura 2.

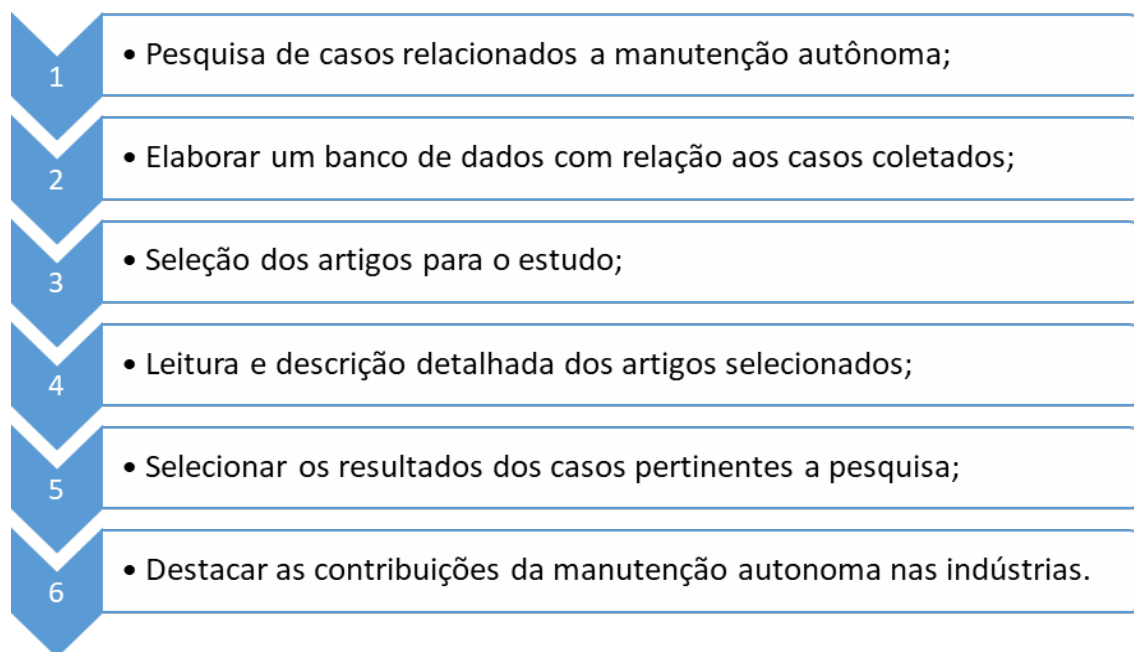


Figura 2 – Fluxograma metodológico.

Fonte: Pesquisa Direta (2025)

Conforme a Figura 2, as etapas são descritas:

1. Pesquisa de casos relacionados a manutenção autônoma: consiste na busca em acervos de periódicos, artigos, dissertações e teses publicadas relacionados a aplicação da manutenção autônoma em diferentes setores industriais;
2. Elaborar um banco de dados com relação aos casos coletados: os estudos de caso identificados serão organizados em um banco de dados estruturado, contendo informações como setor industrial, impactos observados, metodologia utilizada nos estudos e principais conclusões;
3. Seleção dos artigos para o estudo: a partir do banco de dados criado, será realizada uma seleção criteriosa dos artigos mais relevantes para a pesquisa. Os critérios de seleção incluem pertinência ao tema, qualidade metodológica e aplicação prática na indústria;
4. Leitura e descrição detalhada dos artigos selecionados: os artigos selecionados serão lidos em profundidade para a extração de informações essenciais sobre a implantação da manutenção autônoma, desafios enfrentados, soluções adotadas e resultados obtidos. Essas informações serão descritas de forma organizada para facilitar a análise comparativa;
5. Selecionar os resultados dos casos pertinentes a pesquisa: com base na leitura e análise detalhada, serão identificados os resultados mais relevantes dos estudos de caso, destacando os efeitos positivos e negativos da manutenção autônoma nas indústrias estudadas;
6. Destacar as contribuições da manutenção autônoma nas indústrias: por fim, será realizada uma síntese dos impactos observados nos estudos analisados. Serão abordados aspectos como melhoria na produtividade, redução de custos, aumento da segurança operacional e desafios na implementação da manutenção autônoma nas indústrias.

3.3 Variáveis e Indicadores

Para a realização da pesquisa é essencial especificar quais variáveis e indicadores serão consideradas para realizar uma comparação entre os três estudos de casos selecionados.

Segundo Marconi (2003, p. 137), variável pode ser definida da seguinte forma:

Uma variável pode ser considerada como uma classificação ou medida; uma quantidade que varia; um conceito operacional, que contém ou apresenta valores; aspecto, propriedade ou fator, discernível em um objeto de estudo e passível de mensuração.

Takashina e Flores (1997) classificam indicadores como formas de expressar quantitativamente as propriedades de produtos e processos, geralmente empregados pelas empresas para administrar e aprimorar a qualidade e o rendimento de seus produtos ao longo do tempo.

A Tabela 1 apresenta as variáveis e indicadores utilizados para este trabalho.

Tabela 1- Variáveis e indicadores

Variáveis	Indicadores
Manutenção Autônoma	- DF: Disponibilidade Física - MTBF: Tempo entre falhas - MTTR: Tempo médio de reparo - Número de ocorrência - Ciclo de vida dos equipamentos - OEE - Indicador Financeiro - Cultura organizacional - Capacitação e treinamento - Tecnologia disponível - Engajamento da equipe - Infraestrutura da empresa - Suporte da gestão - Resultados operacionais

Fonte: Pesquisa Direta (2025)

3.4 Instrumento de Coleta de Dados

Para a realização deste estudo, foram coletados dados a partir metodologia de pesquisa com as características e fases necessárias para sua conclusão. Em seguida, procedeu-se à revisão de literatura e à avaliação de artigos que descrevem os resultados do impacto da implementação da manutenção autônoma em indústrias de diversas áreas. A Tabela 2 apresenta como os dados obtidos são tabulados.

Tabela 2 - Técnica de Coleta de Dados

PARÂMETROS	CASO 1	CASO 2	CASO 3
DF			
MTTR			
MTBF			
OEE			
Custos de Manutenção			

Fonte: Pesquisa Direta (2025)

A Tabela 2 descreve os principais indicadores da manutenção, a fim de obter melhor assimilação de sua importância neste estudo.

3.5. Tabulação dos Dados

Os dados coletados e documentados serão registrados no programa *Microsoft Word* e *Microsoft Excel*.

3.6 Considerações Finais do Capítulo

Neste capítulo foram apresentadas as ferramentas empregadas na realização deste estudo, onde as ferramentas selecionadas estão em consonância com o objeto estudado. Portanto, a abordagem proposta deve atuar como um guia para a obtenção dos resultados e a finalização do trabalho. No próximo capítulo, são abordados os estudos de caso, a aplicação prática da metodologia proposta e a análise dos resultados obtidos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo são apresentados casos que ilustram o tema discutido neste trabalho, dessa forma entender como é realizada a implementação da manutenção autônoma no Brasil e os seus possíveis resultados.

Para a análise dos resultados, foram selecionados três estudos de caso que abordam a implementação da Manutenção Autônoma em diferentes segmentos industriais. A escolha desses estudos fundamenta-se na diversidade de contextos produtivos e organizacionais, permitindo uma avaliação mais abrangente sobre os impactos e desafios relacionados à aplicação dessa metodologia.

4.1 Estudo de Caso 1

4.1.1 Apresentação Estudo de Caso 1

O trabalho “Implantação da Manutenção Autônoma: Um Estudo de Caso na Indústria de Alimentos”, realizado por Abdon (2019), expõe um caso de aplicação da manutenção autônoma em uma indústria.

A empresa estudada por Abdon (2019) é uma indústria de produtos alimentícios, localizada em Natal-RN, atendendo a hambúrguerias nos estados do Rio Grande do Norte e de Pernambuco, com comercialização de produtos em grandes mercados varejistas. A fábrica possui três linhas de produção, organizadas por departamentos e de operações independentes, as linhas de produção são: Chips, molhos e hambúrgueres.

Nesse estudo, a implementação do pilar de manutenção autônoma da metodologia TPM foi realizada no setor de proteínas, na produção dos hambúrgueres, já que este setor é responsável pela produção do principal produto da empresa e é a célula mais sensível, devido ao controle rigoroso de agentes contaminantes e máquinas complexas, que requerem manutenção corretiva de alto custo.

A produção ocorre com certas fases ainda não automatizadas e com estoque reduzido, intensificando a necessidade de implementação do TPM. Isso ocorre porque o sistema de produção utilizado requer uma alta disponibilidade de máquinas em condições ótimas.

A equipe de produção é formada por operadores sem conhecimento técnico em manutenção. Além disso, a empresa não dispõe de uma equipe de manutenção, apenas um funcionário responsável pela função de manutenção, desse modo a empresa faz uso

unicamente de manutenção corretiva, o que acarreta em altos custos e paradas não programadas, gerando gargalos.

À vista disso, a manutenção autônoma possibilitará uma maior disponibilidade operacional dos equipamentos, retornando as funções de base das máquinas, além da integração do operador com o seu equipamento e produção.

Para a realização do estudo, Abdon (2019) utilizou a seguinte metodologia:

- Revisão bibliográfica sobre TPM e manutenção autônoma;
- Estabelecimento do método de implantação, baseado na revisão da obra de Nakajima (1989);
- Descrição das atividades conduzidas em campo e relato dos resultados numéricos até agora obtidos;
- Análise dos resultados até agora obtidos e projeção de continuidade.

Abdon (2019) utilizou o seguinte método de implantação da manutenção autônoma:

1. Limpeza geral;
2. Medidas contra fontes de sujeira;
3. Aplicação de padrões de limpeza, inspeção e lubrificação;
4. Inspeção geral do maquinário;
5. Inspeção autônoma;
6. Organização do ponto de trabalho;
7. Gestão Autônoma.

Para tanto, a implantação da Manutenção Autônoma se iniciou primeiramente em apenas um setor da empresa, a fim de levantar parâmetros e mensurar o nível de sucesso ao longo do tempo, mas com o objetivo de expansão para os outros setores da empresa ao longo do tempo.

As metas a serem obtidas pela empresa foram:

- Aumento da eficiência operacional;
- Eliminar falhas no processo;
- Zerar perdas por quebra e espera;

- Diminuir os custos de manutenção corretiva;
- Investir em treinamentos para envolvimento da equipe.

Após todo o estudo da metodologia TPM e em seus pilares, decidiu-se, junto a diretoria da empresa, dar início a implantação do programa.

Antes de iniciar a primeira etapa do programa, foram executados treinamentos com toda a equipe em chão de fábrica, a fim de explicar todos os passos a serem realizados para a implantação da manutenção autônoma. Nesta etapa, a gestão realizou um treinamento com o encarregado da manutenção e os operadores, com o objetivo de apresentar as melhorias a serem alcançadas, os fundamentos do TPM, as perdas a serem combatidas e a razão para a implementação do TPM na organização.

Desse modo, após a divulgação do trabalho com todos os envolvidos, deu-se início a etapa 1 da implementação da manutenção autônoma, com um dia dedicado a limpeza geral de todo o setor. Todas as máquinas foram parcialmente desmontadas para limpeza e inspecionados os componentes, além de elencados os procedimentos para a elaboração de instruções de trabalho a fim de estabelecer padrões a serem seguidos para auxílio de limpezas gerais subsequentes.

Posteriormente a criação desses procedimentos de limpeza, foi possível definir as condições fundamentais do equipamento, livrando-o de qualquer anomalia ou impedimento para o funcionamento adequado da máquina.

Após todos os equipamentos retornarem a condições de base com a limpeza geral, medidas contra fontes de sujeiras, etapa 2, foram implementadas medidas para diminuir os períodos de manutenção e a quantidade de falhas causadas por sujeira no equipamento e ausência de lubrificação.

As soluções encontradas na etapa 2 devem ser voltadas para remover a causa raiz do problema, a fim de reduzir os problemas que afetam o desempenho do equipamento a longo prazo. No setor em estudo, a maioria dos equipamentos são simples e em boa conservação, no entanto, medidas de prevenção contra fontes de contaminação foram necessárias, considerando que se trata de um setor de processamento de proteínas com alto índice de contaminação.

No decorrer da implementação de padrões de limpeza, montagem e desmontagem das máquinas, etapa 3, com o objetivo de fazer com que as condições básicas do equipamento

sejam mantidas, foram criadas instruções de trabalho para demonstrar ao operador, a partir de uma gestão à vista, os procedimentos necessários para uma melhor manipulação e cuidado da máquina.

Uma inspeção geral do maquinário, etapa 4, ocorreu por intermédio do profissional de manutenção e apresentou-se como a etapa mais difícil, devido à dificuldade de se instrumentalizar o operador em competências para inspecionar as máquinas de uma forma mais abrangente. Nessa fase, os equipamentos foram abertos e inspecionados.

A partir dos conhecimentos adquiridos durante alguns dias de treinamento e orientação na etapa anterior, os operadores foram capazes de conduzir a inspeção geral no processo, demonstrando habilidade para cuidar do equipamento, realizando tarefas de inspeção, limpeza e lubrificação.

Nessa etapa de inspeção autônoma, etapa 5, os padrões e os *checklist* criados na etapa três, foram complementados pelos operadores.

Durante a fase de organização do posto de trabalho, etapa 6, materiais desnecessários ao setor foram eliminados e os equipamentos necessários para o seu funcionamento foram alocados em locais definidos e devidamente sinalizados. Todas as máquinas foram postas em sequência para estabelecer uma linha de produção mais eficaz, reduzindo movimentos desnecessários.

Nesta etapa, os operadores e a gestão definiram padrões para a organização e limpeza de todos os utensílios necessários à produção conforme o *checklist* de limpeza. Assim, torna-se mais simples para o gestor de produção e manutenção realizar auditorias no setor.

Ao longo da etapa 7 de consolidação da manutenção autônoma, a produção assume a responsabilidade pelo pilar.

A equipe definiu que os resultados seriam avaliados por meio de medições do indicador OEE (Eficiência Global dos Equipamentos), dessa forma sendo considerados a disponibilidade, o desempenho e a qualidade.

4.1.2 Resultados Caso 1

A adoção da manutenção autônoma permitiu à empresa, em um curto período de quatro meses (julho a novembro de 2019), perceber efeitos positivos na gestão da manutenção. Houve uma elevação de 26% na eficiência global dos equipamentos, aumento de

11% na disponibilidade dos equipamentos, aumento de 18% da produção e resolução mais ágil dos problemas, fruto da atuação de operadores capacitados e engajados.

Todos os colaboradores do setor receberam orientações sobre como preservar suas máquinas, com base em cronogramas de inspeção e instruções operacionais, além de acompanhamento visual para montagem e desmontagem corretas dos equipamentos. Como resultado, as falhas decorrentes de montagem inadequada foram eliminadas ao longo do programa.

Antes da implementação, os operadores não compreendiam a importância do manuseio apropriado das máquinas nem conheciam o conceito de inspeção, atribuindo essa responsabilidade exclusivamente à equipe de manutenção. Isso levava a falhas frequentes por falta de treinamento e de uma gestão visual dos equipamentos.

Embora o programa ainda estivesse em andamento no setor avaliado, os efeitos positivos já eram perceptíveis, com destaque para a redução do tempo de produção e de atividades que não agregavam valor. A iniciativa promoveu a formação de operadores aptos a manter os equipamentos em bom estado de funcionamento, favorecendo o conhecimento sobre os recursos que utilizam diariamente.

Antes da manutenção autônoma, a direção da empresa não tinha clareza sobre o tempo perdido com paradas de máquinas, nem sobre o impacto das interrupções na produção. Com a manutenção autônoma, essas ocorrências foram significativamente reduzidas. A máquina formadora de hambúrgueres, considerada o gargalo da linha, demandou maior esforço de capacitação por apresentar manipulação mais complexa.

Nesse setor, as paradas, que antes ocorriam a cada oito dias, passaram a acontecer a cada dezoito dias, sendo identificadas pelos próprios operadores. Quando não era possível resolver internamente, os problemas eram registrados em cartões de manutenção e sanados rapidamente pelos técnicos, evitando falhas maiores.

Durante o monitoramento, operadores relataram falhas anteriores à manutenção autônoma, como quebra de rolamentos por corrosão, montagem incorreta de componentes e falta de lubrificação, problemas mitigados após a implementação.

Inicialmente, o OEE era calculado considerando que a disponibilidade era afetada por paradas para *setup* e ajuste da gramatura. Como os operadores não tinham instruções para montagem e ajustes, o tempo de *setup* levava cerca de 2 horas, reduzindo a disponibilidade para 78%.

A produtividade teórica era de 1.800 unidades/hora, mas a produção real era de 1.260 unidades/hora, gerando um desempenho de 70%. A qualidade também era comprometida, a cada 600 unidades produzidas, 90 passavam por retrabalho, refletindo um índice de qualidade de 85%. O OEE total era de 46%.

Após quatro meses de manutenção autônoma, o *setup* foi reduzido para 1 hora, aumentando a disponibilidade para 89%. Ajustes no equipamento elevaram a capacidade produtiva para 1.920 unidades/hora, com produção real de 1.680 unidades/hora, resultando em um desempenho de 88%.

Intervenções como a adaptação do sensor da formadora permitiram produção contínua. A qualidade também melhorou, com apenas 46 unidades retrabalhadas a cada 600, elevando o índice para 92%. O novo OEE foi de 72%.

Tabela 3 – Resultados Estudo de Caso 1.

Indicadores	Antes	Depois
Disponibilidade	78%	89%
Desempenho	70%	88%
Qualidade	85%	92%
OEE	46%	72%

Fonte: Adaptado Abdon (2025)

Esses resultados evidenciam como a aplicação da manutenção autônoma, mesmo em suas etapas iniciais, contribui significativamente para a eficiência operacional, o envolvimento das equipes e a redução de perdas, confirmando seu potencial para impulsionar o desempenho da manutenção industrial.

4.2 Estudo de Caso 2

4.2.1 Apresentação Estudo de Caso 2

O trabalho “Implantação de Técnicas de Manutenção Autônoma em uma Célula de Manufatura de um Fabricante de Máquinas Agrícolas”, realizado por Nunes e Sellitto (2016), expõe um caso de aplicação de manutenção autônoma em uma área piloto de uma empresa do ramo metal mecânico, fabricante de máquinas agrícolas.

A companhia analisada faz parte de um conglomerado global, com sede nos Estados Unidos, uma fabricante e distribuidora renomada em todo o mundo no setor agrícola. O grupo possui cinco fábricas no Brasil, três no Rio Grande do Sul e duas em São Paulo, servindo 2.600 concessionárias. A fábrica onde o estudo de caso foi conduzido produz tratores agrícolas, industriais, retroescavadeiras e pulverizadores, cobrindo uma área de cerca de 200.000m². Possui 1.600 colaboradores e uma capacidade mensal de produção de 2.700 unidades.

O método do trabalho utilizado por Nunes e Sellitto (2016) foi:

- Revisão bibliográfica sobre Produção Enxuta e TPM;
- Planejamento do método de implantação baseado na revisão e nas características culturais da organização;
- Citação das atividades conduzidas no parque fabril;
- Evidências dos resultados obtidos até o momento;
- Análise dos resultados parciais e projeção de um estado futuro.

Os autores utilizaram o seguinte método de implantação da manutenção autônoma:

1. Comprometimento da alta administração;
2. Divulgação dos procedimentos a serem adotados;
3. Definição do comitê responsável pelo projeto;
4. Determinação das políticas e metas básicas;
5. Definição do plano diretor;
6. Início propriamente dito da implantação;
7. Instrução dos operadores;
8. Definição de procedimentos pelos grupos de trabalho;
9. Escolha de equipamentos-piloto para medição de eficácia;
10. Desenvolvimento da manutenção autônoma;
11. Medição dos resultados;
12. Realização da auditoria e retorno ao início do ciclo.

Durante o diagnóstico inicial, Nunes e Sellitto (2016) comentam que foram encontrados os seguintes problemas:

- Grande número de máquinas quebradas;
- Falta de registro e estatísticas destas quebras;
- Má condições das máquinas;
- Falta de instruções para os operadores.

O programa se iniciou em janeiro de 2012, com a definição da equipe composta por profissionais de diversas áreas. Estes passaram a liderar os pequenos grupos e a propagar os conceitos do programa.

Antes de dar início ao primeiro estágio do planejamento do programa da TPM, foram realizadas atividades e capacitações ligadas ao atual contexto industrial, treinamentos relacionados à TPM: definição da TPM, Oito Pilares da TPM, Metodologia de Implementação da TPM. Com estas medidas, foram implantadas as etapas 2 e 3.

Nunes e Sellitto (2016) revelam os objetivos determinados pela equipe:

- Redução de falhas nos equipamentos;
- Aumento da eficiência da máquina;
- Alongamento da vida útil do equipamento;
- Ambiente de trabalho mais limpo e organizado;
- Redução de custos da manutenção;
- Mudança cultural e comportamental dos operadores;
- Comprometimento da produção com o equipamento.
- Redução de inventário na célula e maior disponibilidade de máquina.

Os operadores foram realocados e capacitados de acordo com os novos padrões. No decorrer do treinamento, a equipe também estabeleceu a célula piloto onde o programa deveria começar. Com esta medida, implantaram-se as etapas 4 (Determinação das políticas e metas básicas), etapa 5 (Definição do plano diretor), etapa 6 (Início propriamente dito da implantação) e etapa 9 (Escolha de equipamentos piloto para medição de eficácia).

A equipe de operadores da célula também foi treinada para identificar as irregularidades identificadas durante as inspeções e verificações. Esta sinalização ocorre através de um quadro de anomalias presente na célula. Os operadores, além de registrar uma ordem de serviço no sistema corporativo, precisam abrir um cartão e colocá-lo no local

apropriado no quadro. Este quadro facilita a gestão visual da célula a controlar as demandas da TPM. Com estas medidas, foi implantada a etapa 7 (Instrução dos operadores).

Desse modo, após todo o grupo estar treinado e a célula piloto definida, estabeleceu-se uma data para a limpeza inicial do equipamento e para esclarecer as atividades e inspeções nas quais os operadores estariam envolvidos. Posteriormente, implantaram-se as etapas 8 (Definição de procedimentos pelo grupo de trabalho) e etapa 10 (Desenvolvimento da manutenção autônoma).

A equipe definiu que os resultados seriam avaliados por meio das medições de MTBF (Tempo Médio Entre Falhas), MTTR (Tempo Médio de Reparo), indicador OEE (Eficiência Global dos Equipamentos), e custo de manutenção emergencial.

Os dados que foram coletados eram baseados em um ano antes do início do programa, utilizando a média do período de um ano após o início do programa. Com esta medida, implantou-se a etapa 11 (Medição dos resultados).

4.2.2 Resultados Caso 2

Com o objetivo de avaliar os efeitos do programa implantado, foram acompanhados quatro indicadores principais: MTBF (Tempo Médio entre Falhas), MTTR (Tempo Médio de Reparo), OEE (Eficiência Global dos Equipamentos) e Custos de Manutenção. A coleta de dados ocorreu em dois períodos: antes da implementação (março/2011 a março/2012) e após o início das ações (maio/2012 a maio/2013).

Com base na Tabela 4, observa-se que o MTBF médio dos três centros de usinagem era consideravelmente baixo antes do programa, com falhas ocorrendo, em média, a cada 40 horas. Destaque negativo para a máquina 25.890, com MTBF de apenas 21 horas. Com o avanço do programa e o monitoramento mais ativo da equipe, o MTBF médio subiu para 314 horas. As anomalias passaram a ser tratadas de forma proativa, muitas vezes durante intervalos como o horário de almoço, prevenindo interrupções na produção.

Tabela 4 – Resultados MTBF Estudo de Caso 2.

Equipamentos	MTBF (Antes da Implantação)	MTBF (Depois da Implantação)
	Horas	Horas
25.890	21:23:00	240:07:29
25.888	50:23:00	343:17:52
25.885	48:05:00	360:05:21
Média	40:23:00	314:43:34

Fonte: Adaptado Nunes e Sellitto (2025)

A Tabela 5 evidencia que o MTTR (Tempo Médio para Reparo) foi reduzido. Isso se deve às mudanças nos procedimentos: os operadores passaram a atuar em pequenos consertos e a comunicar prontamente os técnicos ao perceberem problemas, evitando falhas mais graves.

Tabela 5 – Resultados MTTR Estudo de Caso 2.

Equipamentos	MTTR (Antes da Implantação)	MTTR (Depois da Implantação)
	Horas	Horas
25.890	3:23:00	2:45:00
25.888	1:32:00	1:13:00
25.885	2:15:00	1:55:00
Média	02:38:00	01:58:00

Fonte: Adaptado Nunes e Sellitto (2025)

De acordo com a Tabela 6, os custos de manutenção (incluindo serviços e materiais) também apresentaram queda significativa. Apesar de um investimento considerável em manutenção preventiva em abril, o objetivo de restaurar a eficiência dos equipamentos foi alcançado, resultando em redução de gastos nos meses seguintes.

Tabela 6 – Resultados dos Custos de Manutenção do Estudo de Caso 2.

Equipamentos	Antes	Depois
	R\$	R\$
25.890	7.030	2.200
25.888	5.340	3.505
25.885	7.380	3.480
Média	6.583	3.061

Fonte: Adaptado Nunes e Sellitto (2025)

A Tabela 7 demonstra o desempenho do OEE. Antes da manutenção autônoma, o setor operava abaixo da meta de 85%, considerada padrão de excelência segundo Nakajima (1993). A presença de estoques elevados, baixa confiabilidade dos equipamentos e excesso de horas extras comprometiam o desempenho. Após o programa, foi registrado um aumento de aproximadamente cinco pontos percentuais na disponibilidade, bem como melhoria na qualidade, alcançando-se o OEE desejado.

Tabela 7 – Resultados OEE Estudo de Caso 2.

Equipamentos	Antes	Depois
	%	%
25.890	65	82
25.888	82	94
25.885	87	89
Média	78	88.3

Fonte: Adaptado Nunes e Sellitto (2025)

Com a estabilidade alcançada e o aumento da disponibilidade, foi possível reduzir a carga horária de trabalho. A linha, que operava em três turnos, passou para dois, eliminando horas extras recorrentes. O quadro de funcionários foi reduzido de nove para seis pessoas, gerando economia significativa com mão de obra.

4.3 Estudo de Caso 3

4.3.1 Apresentação Estudo de Caso 3

Para o estudo de caso 3, será analisado o artigo “TPM e Manutenção Autônoma: Estudo de Caso em uma Empresa da Industria Metal-Mecânica”, realizado por Biehl e Sellitto (2015), expõe um caso de aplicação de manutenção autônoma em uma área-piloto de uma empresa do segmento de metal-mecânica.

A empresa analisada por Biehl e Sellitto (2015) está presente no mercado há mais de 70 anos, conta com mais de 4.500 colaboradores e está entre as três maiores produtoras mundiais de armas. Ela opera tanto no setor civil, como defesa pessoal ou caça esportiva, quanto no setor policial e militar. A companhia também atua globalmente, exportando para vários países.

Para a realização do estudo, Biehl e Sellitto (2015) utilizaram a metodologia a seguir:

- Revisão bibliográfica sobre TPM e manutenção autônoma;
- Estabelecimento do método de implantação, baseado na revisão da obra de Nakajima (1988);
- Descrição das atividades conduzidas em campo e relato dos resultados numéricos até agora obtidos;
- Análise dos resultados até agora obtidos e projeção de continuidade.

Biehl e Sellitto (2015) utilizaram o seguinte método de implantação da manutenção autônoma:

1. Comprometimento da alta administração;
2. Divulgação dos procedimentos a serem adotados;
3. Definição do comitê responsável pelo projeto;
4. Determinação das políticas e metas básicas;
5. Definição do plano diretor;
6. Início propriamente dito da implantação;
7. Instrução dos operadores;
8. Definição de procedimentos pelos grupos de trabalho;
9. Escolha de equipamentos-piloto para medição de eficácia;
10. Desenvolvimento da manutenção autônoma;

11. Medição de resultados;
12. Realização de auditoria e retorno ao início.

Durante o diagnóstico inicial, Biehl e Sellitto (2015) mencionam a existência dos seguintes problemas:

- Grande número de quebra de máquinas;
- Falta de registros e estatísticas destas quebras;
- Má condição das máquinas;
- Falta de instrução de operadores.

Depois desses resultados, a administração oficializou a implementação da TPM e divulgou os objetivos, finalizando a etapa 1.

De acordo com Biehl e Sellitto (2015), a implementação teve início em 2013, com a designação dos líderes responsáveis dos primeiros passos do programa em cada setor. As lideranças receberam treinamentos de uma consultoria externa sobre temas fundamentais para o sucesso da implementação do programa TPM, finalizando as etapas 2 e 3.

Após a implementação do programa, Biehl e Sellitto (2015) indicam que as metas principais foram:

- Redução no número e na gravidade das avarias em máquinas;
- Redução da quantidade de intervenções emergenciais em máquinas;
- Redução no tempo total gasto com máquinas paradas;
- Redução dos custos totais de manutenção;
- Mudança de cultura das equipes quanto a responsabilidades e comprometimentos com a situação e o estado dos equipamentos de produção.

Para iniciar o programa, escolheu-se uma área de usinagem com as seguintes metas específicas, conforme Biehl e Sellitto (2015):

- Redução do tempo até o reparo das máquinas;
- Aumento do intervalo entre falhas das máquinas;
- Redução de custo total de manutenção das máquinas.

Com essas atividades, foram implementadas as etapas 4, 5 e 6.

Conforme Biehl e Sellitto (2015), os líderes da área piloto realizaram treinamentos para supervisores e colaboradores da produção, abordando os princípios básicos da TPM e realizando atividades de conscientização sobre sua importância. Após a formação teórica, foi conduzido um treinamento prático na fábrica para que os operadores pudessem experimentar e compreender as tarefas sugeridas. Isso envolveu a execução de um *checklist* com os pontos fundamentais de verificação dos equipamentos escolhidos, finalizando as etapas 8 e 9.

Após conclusão de todas as 9 etapas, as primeiras tarefas foram realizadas em colaboração com supervisores, líderes de área, equipe de gestão do TPM, manutenção e os operadores, concluindo assim a etapa 10.

Para avaliação dos resultados obtidos, utilizaram-se dados comparados de MTBF, MTTR e custos de manutenção. Os dados anteriores foram colhidos entre novembro e dezembro de 2012. Os dados posteriores foram colhidos entre março e agosto de 2013.

4.3.2 Resultados Caso 3

Para avaliar os impactos gerados até o momento, foram analisados dados comparativos relacionados ao MTBF (Tempo Médio entre Falhas), MTTR (Tempo Médio de Reparo) e Custos de Manutenção. As informações anteriores foram obtidas entre novembro e dezembro de 2012, enquanto os dados posteriores foram coletados entre março e agosto de 2013.

A Tabela 8 apresenta uma comparação entre os tempos médios entre falhas das máquinas. Antes do programa, os equipamentos apresentavam um intervalo muito curto entre as falhas. O equipamento TM 16488, por exemplo, exigia intervenção a cada 46 horas em média, e os equipamentos TM 20500 e TM 18375 a cada 58 e 63 horas respectivamente. A média geral anteriormente de 40 horas. Após a implantação da manutenção autônoma, esse tempo aumentou para 314 horas, um salto de mais de sete vezes. Dos registros de manutenção no período analisado, cerca de 80% foram atribuídos a falhas mecânicas e o restante a problemas eletroeletrônicos, resultantes de desgaste de componentes, operação inadequada ou falta de atenção no preparo dos equipamentos.

Tabela 8 – Resultados MTBF Estudo de Caso 3.

Equipamentos	MTBF (Antes da Implantação)	MTBF (Depois da Implantação)
	Horas	Horas
TM 16488	46:33:55	314:35:04
TM 20500	58:16:39	395:08:17
TM 18375	63:43:57	505:22:43
Média	56:11:31	405:02:01

Fonte: Adaptado Biehl e Sellitto (2025)

Na Tabela 9, estão os dados de comparação do tempo médio de reparo. Antes da manutenção autônoma, o equipamento TM 20500 apresentava MTTR de 1 hora e 32 minutos, o TM 18375 de 2 horas e 15 minutos, e o TM 16488 de 3 horas e 2 minutos. Esses tempos foram influenciados pela indisponibilidade de peças em estoque e pela necessidade de acionar a manutenção central, mesmo em casos simples. Com a introdução de estoque local de componentes e a capacitação dos operadores para resolverem falhas simples, o tempo médio de reparo foi reduzido em mais de 40%.

Tabela 9 – Resultados MTTR Estudo de Caso 3.

Equipamentos	MTTR (Antes da Implantação)	MTTR (Depois da Implantação)
	Horas	Horas
TM 16488	3:02:01	1:55:42
TM 20500	1:32:00	0:54:17
TM 18375	2:15:27	1:07:05
Média	2:16:09	1:18:20

Fonte: Adaptado Biehl e Sellitto (2025)

A Tabela 9 mostra a comparação dos custos totais de manutenção. Em novembro e dezembro de 2012, os custos dos três equipamentos somavam R\$ 12.570 (R\$ 8.875 em

manutenção mecânica e R\$ 3.695 em manutenção eletroeletrônica). Em julho e agosto de 2013, esses valores caíram para R\$ 5.390, uma redução de quase 60%. O cálculo considerou os custos com materiais e mão de obra terceirizada, desconsiderando perdas de produção e mão de obra fixa, que não foram alteradas. A mudança foi resultado da reorganização da equipe e da maior autonomia na execução de tarefas.

Tabela 10 – Resultados dos Custos de Manutenção Estudo de Caso 3.

Equipamentos	Custos (Antes da Implantação)	Custos (Depois da Implantação)
	R\$	R\$
TM 16488	12.570	5.390
TM 20500		
TM 18375		
Média Mensal	6.285	2.695

Fonte: Adaptado Biehl e Sellitto (2025)

Em resumo, observou-se uma evolução significativa no MTBF e nos custos de manutenção, e uma melhora notável no MTTR. Esses avanços são atribuídos a intervenções planejadas nos equipamentos para tratar falhas identificadas ou potenciais, bem como ao maior engajamento dos operadores, que passaram a se responsabilizar mais pelo estado dos ativos. O uso de *check-lists* e a disponibilidade de peças de reposição agilizaram os reparos e ajudaram na prevenção de falhas graves.

Embora tenha havido resistência inicial ao programa de manutenção autônoma, a equipe se adaptou gradualmente à nova abordagem. Alguns colaboradores passaram a perceber os benefícios do novo modelo de trabalho, e a expectativa é que o nível de conscientização cresça com a continuidade do programa.

Destacam-se ainda resultados intangíveis, como o desenvolvimento de uma cultura de autogestão, o fortalecimento do comprometimento dos operadores na busca por zero defeitos e zero falhas, e a melhora na relação entre operação e manutenção, colaborando para o aperfeiçoamento dos processos.

Por fim, os dados mostram aumento do intervalo entre falhas e diminuição do tempo de reparo, o que resultou em maior disponibilidade dos equipamentos. A aplicação da fórmula de disponibilidade (SELLITTO, 2005) indicou um crescimento de 94,2% para 99,7%,

correspondendo a cerca de 20 horas adicionais de produção mensal por equipamento. Esses resultados confirmam que práticas da TPM, em especial a manutenção autônoma, são eficazes para ampliar a capacidade produtiva sem necessidade de novos investimentos.

4.4 Contribuição da Implementação da Manutenção Autônoma

A seguir, de acordo com os resultados alcançados de cada estudo de caso analisado, e na aplicação dos instrumentos de coleta de dados elaborados e observados no Capítulo 3.4, apresenta-se a contribuição da implementação da manutenção autônoma na gestão da manutenção das empresas analisadas através da Tabela 11.

Tabela 11 – Contribuição da implementação da manutenção autônoma.

PARÂMETROS	CASO 1	CASO 2	CASO 3
DF	Aumento de 11%	-	-
MTBF	-	Aumento de 679,52%	Aumento de 620,72%
MTTR	-	Redução de 25,32%	Redução de 42,46%
OEE	Aumento de 26%	Aumento de 13,21%	-
Custos de Manutenção	-	Redução de 53,49%	Redução de 57,11%

Fonte: Pesquisa Direta (2025)

Constata-se na Tabela 11 que posteriormente a implementação da manutenção autônoma, os principais indicadores de qualidade da manutenção apresentaram um avanço notável nas empresas analisadas neste estudo.

Além disso, vários avanços puderam ser quantificados, como o MTBF (Tempo Médio Entre Falhas), o MTTR (Tempo Médio de Reparo), DF (Disponibilidade Física), OEE (Eficácia Global dos Equipamentos) e Custos de Manutenção. Adicionalmente, a iniciativa contribuiu para fortalecer o comprometimento das equipes de operação e manutenção, promovendo o envolvimento de toda a organização na construção de um modelo de manutenção focado na prevenção de falhas, defeitos e acidentes. Esses resultados foram verificados em todos os estudos realizados, comprovando a eficácia da manutenção autônoma na gestão da manutenção.

No Caso 1 analisado foram obtidas evoluções relevantes em todos os principais indicadores da manutenção. Após a implantação da manutenção autônoma a disponibilidade aumentou em 11%, já o desempenho das máquinas, foi acrescido em 18% e o índice de qualidade também aumentou, de 85% para 92%, já que, a quantidade de hambúrguer que passava por retrabalho na linha diminuiu de 90 unidades para 46 unidades a cada 600 hambúrguer feitos. De acordo com os resultados anteriormente obtidos, a combinação dos ganhos em disponibilidade, desempenho e qualidade resultaram em uma elevação do OEE de 46% para 72%. Este resultado evidencia não apenas a eficácia das ações implementadas, mas também o potencial da manutenção autônoma como ferramenta estratégica de gestão da manutenção.

Para o Caso 2 analisado foi possível mensurar o MTBF, MTTR, OEE e os custos de manutenção. Os resultados posteriores a aplicação da manutenção autônoma foram muitos significativos. O MTBF médio entre os equipamentos analisados aumentou cerca de 274 horas, já o MTTR diminuiu as médias de tempo gasto de reparo dos equipamentos, porque os operadores passaram a realizar pequenos reparos e a informar a manutenção quando verificavam pequenas anomalias no equipamento, cerca de 25 minutos, o OEE na média dos equipamentos passou de 78% para 88,3% e o custo da manutenção na média reduziu R\$3.522,00.

Já para o Caso 3 analisado foi possível mensurar o MTBF, MTTR e os custos de manutenção. O MTBF médio entre os equipamentos analisados aumentou cerca de 348 horas, já o MTTR médio diminuiu em cerca de 58 minutos e o custo da manutenção na média mensal reduziu R\$3.590,00.

Desse modo, a partir da análise realizada observa-se a importância da implantação da Manutenção Autônoma no cenário industrial e organizacional das empresas estudadas.

5 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

5.1 Conclusão

O presente trabalho teve como propósito examinar os resultados alcançados por três empresas de distintos segmentos, uma indústria de produtos alimentícios, outra do setor de manufatura de um fabricante de máquinas agrícolas e a terceira do setor metal-mecânico. A partir da adoção da manutenção autônoma, o objetivo central foi responder à problemática apresentada no primeiro capítulo da pesquisa.

Desse modo, realizou-se uma revisão bibliográfica abrangente, abordando os conceitos e metodologias necessários para compreensão dos estudos de caso analisados. Essa fundamentação permitiu identificar com clareza os benefícios decorrentes da implantação da manutenção autônoma, bem como propor recomendações para o aprimoramento e a execução eficaz do método de manutenção.

A aplicação da metodologia definida tornou possível responder à pergunta central do trabalho: Qual a contribuição da implementação da manutenção autônoma na gestão da manutenção?

Os estudos de caso analisados confirmaram que a aplicação da manutenção autônoma, alinhada aos princípios e critérios estudados, pode melhorar significativamente o desempenho das empresas em indicadores-chave da manutenção, como o MTBF (Tempo Médio entre Falhas), o MTTR (Tempo Médio para Reparo), a DF (Disponibilidade Física), o OEE (Eficiência Global dos Equipamentos) e os custos com manutenção. Além disso, a manutenção autônoma promove maior comprometimento e senso de responsabilidade entre as equipes operacionais e de manutenção, incentivando a participação de toda a organização na busca por um modelo de gestão voltado à eliminação de falhas, defeitos e acidentes.

Entretanto, a implementação da Manutenção Autônoma, embora apresente benefícios significativos para a gestão da manutenção, ainda enfrenta limitações e desafios que impactam diretamente o seu sucesso. Entre os principais obstáculos estão a resistência cultural por parte dos colaboradores, a falta de engajamento das equipes, a necessidade de treinamentos contínuos e adequados, bem como a dificuldade de adaptação às particularidades de cada organização.

Dessa forma, os objetivos propostos neste trabalho foram plenamente atingidos, demonstrando a relevância da manutenção autônoma como estratégia que possibilita a

elevação da qualidade da manutenção, contribuindo diretamente para o sucesso e a competitividade das empresas que a implementam de maneira adequada.

5.2 Recomendações

Com base na análise desenvolvida neste estudo, são sugeridos os seguintes temas para investigações futuras:

- A efetividade da manutenção autônoma na redução de falhas operacionais em linhas de produção contínua;
- A influência da capacitação dos operadores na implementação eficaz da manutenção autônoma;
- Desafios e barreiras na aplicação da manutenção autônoma em pequenas e médias empresas;
- Manutenção autônoma como estratégia para redução de custos industriais e aumento da produtividade.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALMEIDA, P. S. de. **Gestão da manutenção: aplicada às áreas industrial, predial e elétrica**. 1. ed. São Paulo: Érica, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Norma Brasileira Regulamentadora 5462 – NBR 5462: Confiabilidade e Manutenibilidade**. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

BRANCO FILHO, Gil. **A organização, o Planejamento e o Controle da Manutenção**. São Paulo: Ciência Moderna, 2008.

CABRAL, José Paulo Saraiva. **Organização e Gestão da Manutenção dos conceitos à prática**. Lisboa: Lidel, 2006.

COSTA, Mariana de Almeida. **Gestão estratégica da Manutenção: Uma oportunidade para melhorar o resultado operacional**. Juiz de Fora, 2013.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. Ed. São Paulo – SP: Editora Atlas, 2002.

GRESSLER, Lori Alice. **Introdução à pesquisa: projetos e relatórios**. 2ª ed. rev. atual. São Paulo: Loyola, 2004.

IMAI, Masaaki. **Gemba Kaizen: A Commonsense, Low-Cost Approach to Management**. McGraw-Hill, 1997.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio de Aquino. **Manutenção – Função estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas S. A., 2003.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia do Trabalho Científico**. 9. Ed. São Paulo – SP: Editora Atlas, 2021.

MONDEN, Yasuhiro. **Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time**. CRC Press, 1998.

MOUBRAY, J. **Reliability centered maintenance**. 2ª Ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1997.

NAKAJIMA, Seiichi. **Introdução à manutenção produtiva total**. São Paulo: IMAM, 1988.

- NAKAJIMA, Seiichi. **Introduction to TPM: Total Productive Maintenance**. Productivity Press, 1989.
- PINTO, A. K., XAVIER, J. A. N. **Manutenção Função Estratégica**. Rio de Janeiro, Ed. Qualitymarck, 2001.
- PIRELLI. **Informações a respeito da implementação da TPM na Pirelli**. 2002.
- SANTOS, Ana Carolina Oliveira.; SANTOS, Marcos José. **Utilização do indicador de eficácia global de equipamentos (OEE) na gestão de melhoria contínua do sistema de manufatura – um estudo de caso**. XXVII ENEGEP. Foz do Iguaçu, 2007.
- SCHULTZ, G. **Introdução à Gestão de Organizações**. 1ª. ed. Porto Alegre: Editora UFRGS, v. I, 2016.
- SELLITO, Miguel Afonso. **Análise estratégica da manutenção de uma linha de fabricação metal-mecânica baseada em cálculos de confiabilidade de equipamentos**. Revista GEPROS (Gestão da Produção, Operações e Sistemas). Ano 2, vol.3, 2007.
- SHINGO, Shigeo. **Revolution in Manufacturing: The SMED System**. CRC Press, 1996.
- SOUZA, J. B. **Alinhamento das estratégias do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) com as finalidades e função do Planejamento e Controle da Produção (PCP): Uma abordagem Analítica**. 2008.
- SUZAKI, Kiyoshi. **The New Manufacturing Challenge: Techniques for Continuous Improvement**. Free Press, 1997.
- SUZUKI, T. **TPM in process industries**. Portland: Productivity Press, 1994.
- TAKAHASHI, Y.; OSADA, T. **TPM: Manutenção Produtiva Total**. São Paulo: Instituto IMAM, 1993.
- TAKASHINA, N.T., e FLORES, M.C.X. **Indicadores da Qualidade e do Desempenho**. 1ª.ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1997.
- TAVARES, L. A. **Administração Moderna da Manutenção**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Novo Polo Publicações, 1999.
- THEISS, Roger. **Manutenção Preventiva: Protótipo De Um Sistema Manutenção Preventiva**. 2004.
- TSUCHIYA, S. **Quality maintenance: zero defects through equipment management**. Cambridge: Productivity Press, 1992.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. 16. Ed. São Paulo – SP: Editora Atlas, 2016.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. PCM – **Planejamento e Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Qualimark Editora Ltda., 2002.

WYREBSKI, J. **Manutenção produtiva total: um modelo adaptado**. 1997.

XENOS, H. **Gerenciando a manutenção produtiva**. Nova Lima, Minas Gerais: Editora Falconi, 2014.

YAMASHINA, Hajime. **Autonomus Maintenance Pillar Overview**. 2025.

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