

**FACULDADE DE TECNOLOGIA ASSESSORITEC
DEPARTAMENTO DE CURSOS SUPERIORES
TECNOLOGIA EM GESTÃO DA GESTÃO DA QUALIDADE**

CLEITON DE ABREU CATARINA

**A INFLUÊNCIA DAS PRÁTICAS DE MANUTENÇÃO NA EFICIÊNCIA
PRODUTIVA E NA QUALIDADE DOS PRODUTOS INDUSTRIAIS**

JOINVILLE

2025

CLEITON DE ABREU CATARINA

**A INFLUÊNCIA DAS PRÁTICAS DE MANUTENÇÃO NA EFICIÊNCIA
PRODUTIVA E NA QUALIDADE DOS PRODUTOS INDUSTRIAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Cursos Superiores da Faculdade de Tecnologia Assessoritec como requisito para a obtenção do grau de Tecnólogo em Gestão da Qualidade.

Orientador: Prof. Osvaldo Tadeu Júnior

JOINVILLE

2025

CLEITON DE ABREU CATARINA

**A INFLUÊNCIA DAS PRÁTICAS DE MANUTENÇÃO NA EFICIÊNCIA
PRODUTIVA E NA QUALIDADE DOS PRODUTOS INDUSTRIAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Cursos Superiores da Faculdade de Tecnologia Assessoritec como requisito para a obtenção do grau de Tecnólogo em Gestão da Qualidade.

Joinville, 08 de dezembro de 2025.

Prof. Me. Osvaldo Tadeu Júnior (Orientador)
Faculdade de Tecnologia Assessoritec (FTA)

Prof. Me. Leiliani Petri Marques
Faculdade de Tecnologia Assessoritec (FTA)

Prof. Me. Katiana da Silva Estevam
Faculdade de Tecnologia Assessoritec (FTA)

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me dar força, sabedoria e coragem para chegar até aqui.

À minha esposa Aline Voroniak, por estar sempre ao meu lado, me apoiando com amor, paciência e companheirismo.

Aos meus filhos, Emily Voroniak Catarina e Henrique Voroniak Catarina, que são minha maior motivação.

À minha orientadora Prof. Katiana da Silva Estevam, pela paciência, dedicação e por acreditar no meu trabalho. Suas orientações foram fundamentais para que este TCC se tornasse realidade.

A todos que, de alguma forma, fizeram parte dessa jornada, o meu sincero agradecimento.

“O que a vida quer da gente é coragem.”

Guimarães Rosa

RESUMO

A presente pesquisa tem como objetivo analisar o impacto da manutenção preventiva e corretiva de máquinas na qualidade dos processos e produtos industriais. Por meio de uma revisão bibliográfica sistemática, buscou-se compreender como as práticas de manutenção influenciam a confiabilidade operacional, a produtividade e a eficiência das organizações.

Os estudos analisados evidenciam que a manutenção preventiva, quando bem planejada, reduz significativamente as paradas não programadas, prolonga a vida útil dos equipamentos e assegura maior estabilidade na produção (Syamsundar et al., 2021; Wang et al., 2024). Em contrapartida, a predominância de ações corretivas está associada ao aumento de custos operacionais e à redução da qualidade final dos produtos (Salawu et al., 2023).

Os resultados também indicam que a integração entre manutenção e planejamento da produção representa um diferencial competitivo, ao promover a otimização de recursos e o fortalecimento dos indicadores de desempenho (Ferreira et al., 2023). Além disso, com o avanço da Indústria 4.0, a manutenção preditiva emerge como uma alternativa inovadora, baseada em sensores, análise de dados e inteligência artificial, permitindo decisões mais assertivas e redução de custos (Moleda et al., 2023).

Outro ponto de destaque é a influência do fator humano: falhas de execução e de inspeção comprometem a confiabilidade dos equipamentos, reforçando a necessidade de capacitação contínua e padronização de procedimentos (Emroozi et al., 2025).

Conclui-se que a manutenção integrada — combinando práticas preventivas, corretivas e preditivas — constitui uma estratégia essencial para o alcance da excelência operacional e da competitividade industrial.

Palavras-chave: manutenção preventiva; manutenção corretiva; qualidade industrial; confiabilidade operacional.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Evolução das Técnicas de Manutenção

Figura 2 – Tipos de Manutenção

Figura 3 – Integração entre Manutenção e PCP

SUMÁRIO

1. OBJETIVOS.....	16
1.1. OBJETIVO GERAL.....	16
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
2. INTRODUÇÃO.....	17
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	18
3.1. Tipos e evolução das estratégias de manutenção.....	18
3.2. Integração entre manutenção e planejamento da produção.....	22
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	27
5. RESULTADOS.....	29
6. CONCLUSÕES.....	33
7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	34
REFERÊNCIAS.....	35

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GERAL

- Analisar o impacto da manutenção preventiva e corretiva de máquinas na qualidade dos processos e produtos industriais.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Revisar as práticas de manutenção preventiva e corretiva no ambiente industrial adotadas no ambiente industrial.
- Avaliar as consequências da ausência ou falhas na manutenção para a qualidade dos processos e produtos.
- Propor melhorias nas práticas de manutenção com foco no aumento da qualidade e na redução de falhas produtivas.

2. INTRODUÇÃO

A manutenção de máquinas desempenha um papel central na garantia da eficiência, da segurança e da qualidade dos processos industriais. Nesse contexto, a manutenção preventiva e a manutenção corretiva se apresentam como estratégias fundamentais para assegurar a continuidade operacional, reduzir falhas e prolongar a vida útil dos equipamentos. Enquanto a manutenção preventiva se refere a ações planejadas e sistemáticas para evitar problemas futuros, a manutenção corretiva atua na resolução de falhas já identificadas, sendo indispensável para a retomada imediata da produção (Moleda et al., 2023).

No cenário brasileiro, diferentes estudos reforçam a importância da manutenção como elemento estratégico para a competitividade industrial. Silva e Correia (2021) demonstraram, em uma análise realizada em uma petroquímica, que falhas no serviço de manutenção impactam diretamente a confiabilidade operacional e a qualidade dos processos. Ferreira et al. (2023), ao investigarem a implementação de práticas preventivas em centros de usinagem, destacaram que a manutenção planejada contribui significativamente para a redução de custos e para o aumento da disponibilidade dos equipamentos. De forma complementar, Oliveira, Silva e Bovério (2020) ressaltam que a adoção de práticas preditivas e preventivas está diretamente relacionada à eficiência produtiva e à competitividade organizacional.

Diante desse panorama, emerge a seguinte questão de pesquisa: De que forma a manutenção preventiva e corretiva de máquinas impacta o processo produtivo em uma indústria? Para responder a essa pergunta, estabelece-se como objetivo geral: analisar o impacto da manutenção preventiva e corretiva de máquinas na qualidade dos processos e produtos industriais.

Como objetivos específicos, pretende-se revisar as práticas de manutenção preventiva e corretiva adotadas em ambientes industriais, avaliar as consequências da ausência ou falhas na manutenção para a qualidade dos processos e produtos, e propor melhorias nas práticas de manutenção com foco no aumento da qualidade e na redução de falhas produtivas.

3. REVISÃO DE LITERATURA

A revisão da literatura tem como objetivo apresentar os principais conceitos e estudos que fundamentam esta pesquisa. Para isso, são analisadas produções acadêmicas que abordam as práticas, estratégias e evoluções relacionadas à manutenção industrial, considerando seus impactos na produtividade, qualidade e confiabilidade dos processos.

Também são discutidos os diferentes tipos de manutenção e sua integração com o planejamento da produção, evidenciando o papel estratégico dessas atividades na eficiência operacional das empresas.

Nesta seção, são discutidos a evolução dos conceitos relacionados à manutenção, desde abordagens tradicionais, como a manutenção corretiva e preventiva, até modelos mais avançados, como a manutenção preditiva e a manutenção centrada na confiabilidade.

Além disso, analisa-se a importância da digitalização e do uso de tecnologias da Indústria 4.0 — como sensores inteligentes e análise de dados — na construção de um sistema de manutenção mais eficiente e proativo.

Dessa forma, busca-se compreender como a evolução das estratégias de manutenção tem contribuído para o aumento da competitividade industrial e para a sustentabilidade das operações produtivas.

3.1. Tipos e evolução das estratégias de manutenção

A manutenção preventiva consiste em ações planejadas e periódicas, como inspeções, ajustes, lubrificação e substituição de componentes desgastados, visando evitar falhas antes que ocorram.

Segundo Wang et al. (2024), essa abordagem contribui para a redução de paradas não programadas, aumentando a disponibilidade e a confiabilidade dos equipamentos. Além disso, máquinas operando de forma adequada produzem produtos com menor variação e menor índice de defeitos, garantindo a qualidade do processo produtivo e reduzindo custos associados a reparos emergenciais.

Por outro lado, a manutenção corretiva é realizada após a ocorrência de falhas, com o objetivo de restabelecer o funcionamento dos equipamentos. Embora seja

essencial para garantir a continuidade da operação, ela pode gerar interrupções inesperadas na produção, acarretando atrasos, aumento de custos e possíveis impactos na qualidade dos produtos.

De acordo com Silva e Correia (2021), no entanto, a análise das falhas detectadas durante a manutenção corretiva permite identificar causas recorrentes e orientar melhorias na gestão dos equipamentos.

Tradicionalmente, a manutenção divide-se em preventiva, quando há planejamento e execução de atividades programadas para evitar falhas futuras, e corretiva, quando ocorre a intervenção apenas após a falha do equipamento, sendo indispensável para a retomada das operações (Salawu et al., 2023).

Figura 1. Evolução das Técnicas de Manutenção



Fonte: <https://www.abecom.com.br/gestao-manutencao/>

A figura 1 ilustra claramente como a manutenção evoluiu de uma abordagem reativa para estratégias mais preditivas e integradas, destacando o impacto direto dessas mudanças na disponibilidade e custo operacional das máquinas. (ABECOM, 2025).

Ainda conforme Salawu et al., (2023), apesar de necessária em alguns contextos, a manutenção corretiva tende a gerar maiores custos, riscos de acidentes e perda de produtividade, enquanto a preventiva busca equilibrar os investimentos em inspeções e substituições programadas com o objetivo de minimizar tais impactos. De acordo com Salawu et al. (2023),

A manutenção preventiva desempenha um papel crucial na identificação e tratamento de potenciais problemas antes que eles se tornem falhas significativas. Essa abordagem não apenas melhora a confiabilidade das máquinas, mas também reduz o tempo de inatividade e os custos associados a reparos emergenciais." Os autores destacam que a implementação de práticas preventivas exige um planejamento robusto e a alocação eficiente de recursos, mas os benefícios obtidos em termos de desempenho e durabilidade das máquinas justificam os investimentos.

O custo-benefício das estratégias de manutenção está diretamente relacionado à capacidade de reduzir os riscos operacionais e melhorar a disponibilidade dos equipamentos. Métodos proativos, como a manutenção preventiva e preditiva, mostram-se mais eficazes na limitação de riscos e na otimização do desempenho, quando comparados à manutenção corretiva, que geralmente resulta em maiores custos e interrupções inesperadas. (Salawu et al. (2023), p. 22)

Moleda et al. (2023), afirma que mais recentemente, a literatura tem incorporado também o conceito de manutenção preditiva, que se diferencia por adotar uma abordagem baseada em dados. Utilizando sensores, técnicas de monitoramento em tempo real, análise estatística e inteligência artificial, esse modelo permite antecipar falhas e propor intervenções de forma precisa, reduzindo custos, prolongando a vida útil dos equipamentos e aumentando a confiabilidade operacional.

Nesse contexto, a preditiva vem sendo considerada um elo entre a manutenção tradicional e a Indústria 4.0, uma vez que se alinha às práticas de digitalização, conectividade e automação inteligente dos processos produtivos. O desenvolvimento histórico das estratégias de manutenção revela uma evolução contínua em direção à otimização.

Figura 2. Tipos de Manutenção



Fonte: <https://manutencao.engeoil.com.br/portal/pt/kb/articles/tipos-de-manutencao>

Segundo a Revista Manutenção (2023), a norma ABNT NBR 5462 classifica os tipos de manutenção em quatro categorias principais: corretiva, preventiva, preditiva e prescritiva. A manutenção corretiva é caracterizada pela execução de reparos após a ocorrência de falhas, com o objetivo de restabelecer o funcionamento normal dos equipamentos. Essa modalidade é considerada uma abordagem reativa, pois somente é realizada quando o defeito já se manifestou, o que pode gerar altos custos, aumento do tempo de inatividade e impacto negativo na produtividade.

A manutenção preventiva, por sua vez, é realizada de forma planejada e periódica, ainda que o equipamento esteja em boas condições aparentes de funcionamento. Seu objetivo é prevenir falhas e evitar paradas inesperadas, garantindo maior disponibilidade e confiabilidade operacional. Já a manutenção preditiva baseia-se na coleta e análise de dados de desempenho, utilizando sensores e monitoramento contínuo para identificar padrões que indiquem o desgaste ou a proximidade de falhas. Essa abordagem permite intervir de forma mais precisa e no momento ideal, reduzindo custos e prolongando a vida útil dos ativos.

A manutenção prescritiva representa um avanço em relação à preditiva, pois, além de prever falhas, utiliza técnicas analíticas e inteligência artificial para recomendar ações específicas de correção antes que o problema ocorra. Nesse sentido, a literatura mais recente introduz o conceito de Manutenção Assistida (AI-Assisted Maintenance), que integra os princípios da manutenção preditiva e prescritiva com tecnologias da Indústria 4.0, como inteligência artificial, Internet das Coisas (IoT), realidade aumentada e sistemas integrados de gestão. De acordo com a Revista Manutenção (2023), essa nova abordagem amplia a capacidade de diagnóstico e decisão, permitindo análises em tempo real e recomendações automatizadas, mas ainda com a presença do fator humano na validação das intervenções — o chamado *“human in the loop”*. (Revista Manutenção, 2023, p.1)

Gopalakrishnan, Ahire e Miller (1997) destacam que políticas de manutenção preventiva aumentam a efetividade do sistema, desde que aplicadas de forma adaptativa às condições operacionais.

Para Gopalakrishnan, Ahire e Miller (1997),

Segundo Gopalakrishnan, Ahire e Miller (1997), “o desenvolvimento histórico das estratégias de manutenção revela uma evolução contínua em direção à otimização. Políticas de manutenção preventiva aumentam a efetividade do sistema, desde que aplicadas de forma adaptativa às condições operacionais.” Os autores ainda enfatizam a importância de se considerar o contexto específico de cada sistema produtivo ao implementar tais estratégias, a fim de maximizar seus benefícios.

Além disso, os autores afirmam que “a aplicação de modelos de manutenção preventiva deve ser acompanhada de avanços metodológicos, como processos estocásticos e heurísticas, que permitem identificar padrões e prever falhas potenciais. Esses avanços facilitam a adaptação das políticas de manutenção às condições reais das operações, promovendo maior eficiência e reduzindo custos operacionais” (Gopalakrishnan, Ahire e Miller, 1997, p. 34).

Arts (2025) reforça essa perspectiva ao revisar cinquenta anos de práticas e modelos de otimização, identificando avanços metodológicos como processos estocásticos e heurísticas e apontando para desafios futuros relacionados à digitalização e à escassez de dados confiáveis.

Diversos estudos confirmam que a adoção adequada de estratégias de manutenção influencia diretamente a confiabilidade dos equipamentos e, conseqüentemente, a qualidade dos processos e produtos.

Segundo Salawu et al. (2023), a ausência de manutenção preventiva ou falhas na execução das rotinas eleva os riscos de paradas inesperadas, aumenta os custos operacionais e compromete a qualidade final.

Para West (2024) nesse sentido, a manutenção deve ser compreendida como fator de garantia da qualidade, uma vez que reduz refugos, retrabalhos e perdas de produção. Outro aspecto relevante é a transição de modelos corretivos para preditivos.

Molêda et al. (2023) demonstram, em revisão voltada para a indústria de energia, que a manutenção preditiva oferece ganhos significativos na redução do tempo de inatividade, na eficiência produtiva e no controle da qualidade.

Entretanto, esses autores ressaltam desafios para implementação, como custos de tecnologia, integração de sistemas legados e necessidade de mão de obra especializada. Além das questões técnicas, a literatura aponta que fatores humanos influenciam fortemente a eficácia da manutenção.

Emroozi et al. (2025) argumentam que erros humanos, como falhas de execução ou de inspeção, afetam a confiabilidade do equipamento e devem ser incorporados ao planejamento da manutenção preventiva. Assim, treinamentos contínuos, protocolos padronizados e monitoramento de desempenho da equipe tornam-se elementos centrais para garantir qualidade.

3.2. Integração entre manutenção e planejamento da produção

A integração entre manutenção e planejamento da produção é fundamental para otimizar recursos e maximizar resultados. Estudos indicam que um alinhamento estratégico entre atividades de manutenção, controle de qualidade e programação de produção permite minimizar desperdícios, aumentar a eficiência operacional e prolongar a vida útil dos equipamentos (Syamsundar et al., 2021).

Portanto, a combinação equilibrada de manutenção preventiva e corretiva impacta diretamente o processo produtivo industrial, influenciando não apenas a confiabilidade e a produtividade das máquinas, mas também a qualidade dos produtos e a competitividade da empresa no mercado.

Um sistema produtivo eficiente depende não apenas de investimentos em tecnologia, mas também de estratégias de manutenção bem estruturadas, capazes de assegurar a disponibilidade dos ativos e de reduzir a ocorrência de paradas inesperadas (Syamsundar et al., 2021).

Ainda segundo Syamsundar et al. (2021),

Eles apresentam modelos quantitativos para sistemas reparáveis que combinam manutenção preventiva e manutenção corretiva, usando dados reais de falhas e de intervenções. O estudo propõe diferentes hipóteses de “reparo imperfeito”, ou seja, consideram que após a manutenção corretiva ou preventiva o sistema não retorna necessariamente ao estado “como novo”, mas a um estado intermediário, que reduz parcialmente os efeitos do desgaste acumulado. Essa característica torna os modelos mais realistas para a indústria, onde reparos completos são raros ou têm custos elevados. Além disso, investigam como varia a intensidade de falhas (failure intensity) ao longo do tempo, diante de regimes de manutenção preventiva periódica e intervenções corretivas, permitindo calcular a eficácia real da manutenção preventiva em termos de redução de interrupções não programadas e de custo total de operação. Os resultados indicam que, para certos escalonamentos de manutenção preventiva — especialmente quando os intervalos são muito longos ou muito curtos — os ganhos em confiabilidade podem ser diluídos por custos de manutenção ou pelo efeito de falhas inesperadas.

A integração entre planejamento de produção e manutenção tem se tornado um tema cada vez mais relevante na literatura de engenharia de produção e gestão industrial. Pesquisas recentes apontam que a manutenção não deve ser tratada apenas como um conjunto de ações corretivas ou preventivas isoladas, mas sim como um elemento estratégico capaz de impactar diretamente a eficiência operacional, a confiabilidade dos equipamentos e a qualidade do produto.

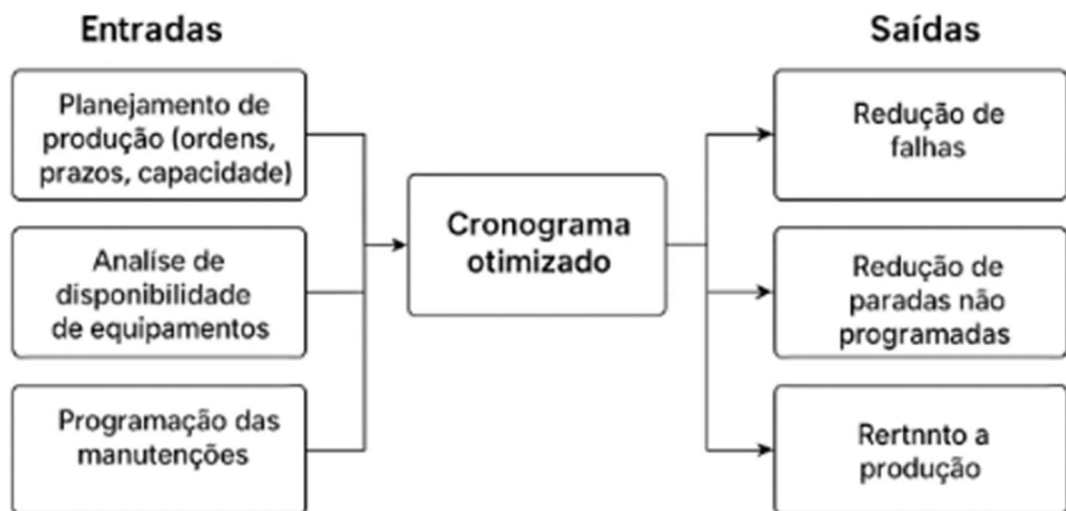
Wang et al. (2024), por exemplo, propõem um modelo de programação conjunta que considera a degradação gradual de componentes na definição de cronogramas de produção e manutenção.

Essa abordagem evidencia que a manutenção, quando planejada de forma integrada com a produção, pode minimizar paradas inesperadas, reduzir desperdícios e assegurar maior consistência nos processos produtivos.

Além disso, a integração entre manutenção e planejamento produtivo permite uma alocação mais eficiente de recursos, tanto humanos quanto materiais, otimizando a utilização de equipamentos e reduzindo custos operacionais.

Ao antecipar possíveis falhas e planejar intervenções de maneira coordenada, as empresas conseguem não apenas prolongar a vida útil dos ativos, mas também evitar impactos negativos na qualidade dos produtos e na satisfação do cliente.

Figura 3. Integração entre Manutenção e PCP



Fonte: <https://chatgpt.com/c/68e58e71-2868-832b-8f32-10bf29c8d2d7>

No estudo de Wang et al. (2024), os autores propõem um modelo integrado denominado *Quality-Centered Production and Maintenance Scheduling (QPMSM)*, voltado para ambientes com múltiplas máquinas e múltiplos produtos operando sob condições variáveis. Eles incorporam um modelo de perda de qualidade, que correlaciona a degradação gradual dos componentes com a deterioração da qualidade do produto ao longo do tempo de operação.

Segundo Wang et al. (2024),

Ao fazê-lo, mostram que decisões de manutenção devem levar em conta não apenas a confiabilidade dos equipamentos, mas também os efeitos sobre a qualidade final dos produtos, de modo que intervenções preventivas e corretivas sejam planejadas levando em consideração esse trade-off entre produção e desempenho.

Além disso, o modelo QPMSM estabelece um critério para determinar o tempo ótimo e a frequência das intervenções de manutenção, de forma a minimizar os custos totais do sistema — aliando planejamento de produção, controle de qualidade e ações de manutenção em uma única formulação otimizada. Os resultados apresentados demonstram que, ao adotar essa

programação integrada, é possível reduzir o custo global do sistema e simultaneamente mitigar a deterioração da qualidade, o que reforça a premissa de que o planejamento conjunto entre produção e manutenção oferece vantagens significativas frente à abordagem isolada de cada função. (Wang et al., 2024, p. 16)

Para mensurar a eficácia das práticas de manutenção, diversos indicadores são amplamente utilizados. Entre os mais relevantes estão:

- o tempo médio entre falhas (MTBF), que indica a confiabilidade do equipamento;
- o tempo médio de reparo (MTTR), que reflete a agilidade da equipe de manutenção;
- a disponibilidade operacional, que mede o tempo em que os equipamentos estão efetivamente aptos para produção;
- e o custo por hora de operação, que permite avaliar o impacto financeiro das interrupções.

Syamsundar et al. (2021) destacam que o uso desses indicadores possibilita uma análise mais precisa da efetividade das ações de manutenção em sistemas reparáveis, oferecendo subsídios sólidos para a tomada de decisões estratégicas. Contudo, a literatura enfatiza que a adoção de práticas integradas de manutenção, que considerem simultaneamente aspectos técnicos, humanos e organizacionais, é crucial para o aumento da confiabilidade do sistema produtivo (Ferreira et al., 2023).

Sendo assim, ainda de acordo com Ferreira et al., (2023), estratégias que combinam manutenção preventiva, corretiva e preditiva, aliadas a um planejamento de produção eficiente, promovem a redução de falhas, a diminuição de desperdícios, a melhoria da qualidade e a competitividade industrial.

Nesse sentido, segundo o autor, a manutenção deixa de ser apenas uma atividade operacional e passa a ser reconhecida como um componente estratégico da gestão industrial, capaz de gerar valor agregado e sustentar padrões elevados de desempenho e qualidade ao longo do tempo.

Dessa forma, a manutenção integrada assume um papel central no alcance de uma operação produtiva sustentável e eficiente, sendo fundamental para alinhar os objetivos operacionais com as demandas estratégicas da organização.

Ao reduzir os impactos negativos de falhas inesperadas e otimizar o uso de recursos, essas práticas não apenas aumentam a confiabilidade e a disponibilidade

dos equipamentos, mas também impulsionam a competitividade empresarial, permitindo que as organizações entreguem produtos de alta qualidade, minimizem custos e mantenham-se competitivas em um mercado cada vez mais exigente e dinâmico.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa de natureza aplicada, de abordagem qualitativa e caráter descritivo, fundamentada em revisão bibliográfica sistemática. A escolha desse delineamento justifica-se pela necessidade de compreender de forma ampla e fundamentada como as práticas de manutenção preventiva e corretiva influenciam a qualidade dos processos e produtos industriais.

A pesquisa foi desenvolvida a partir da análise de fontes secundárias, selecionadas em bases científicas reconhecidas, como SciELO, Google Acadêmico e BDTD (Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações). O levantamento bibliográfico contemplou publicações compreendidas entre 2019 e 2025, priorizando artigos científicos, dissertações, teses e relatórios técnicos que abordassem temáticas relacionadas à manutenção industrial, eficiência produtiva, gestão da qualidade e à Indústria 4.0.

Foram utilizados descritores específicos para o refinamento das buscas, dentre os quais: “manutenção preventiva”, “manutenção corretiva”, “qualidade industrial”, “processos produtivos”, “eficiência operacional” e “gestão da manutenção”. Após a triagem, os materiais selecionados foram avaliados quanto à relevância, atualidade e contribuição teórica para o objeto de estudo.

Tabela 1. Detalhamento dos Assuntos Relacionados aos Termos de Busca

Termo de Busca	Assuntos Selecionados	Autor / Ano
Processos produtivos	Agendamento de produção e manutenção centrado na qualidade.	Wang et al. (2024)
Manutenção preventiva	Estimando a efetividade da manutenção de um sistema reparável sob manutenção preventiva baseada em tempo.	Syamsundar et al. (2021)
Gestão da manutenção	Impacto da manutenção na confiabilidade de máquinas: uma revisão.	Salawu et al. (2023)
Manutenção preventiva	Manutenção preventiva em centros de usinagem: proposta para implementação.	Ferreira et al., 2023
Manutenção preventiva; Manutenção corretiva	Da manutenção corretiva à preditiva: uma revisão das abordagens de manutenção para a indústria de energia.	Moleda et al., 2023
Gestão da manutenção	Aprimorando o planejamento da manutenção industrial: otimização da redução de erros humanos e da gestão de peças de reposição.	Emroozi et al. (2025)

Fonte: Autor (2025)

A análise dos dados foi conduzida por meio de interpretação crítica e comparativa, permitindo identificar convergências, divergências e lacunas nas abordagens encontradas. Essa etapa possibilitou a construção de uma visão integrada sobre os efeitos das práticas de manutenção na confiabilidade dos equipamentos, na estabilidade dos processos e na qualidade final dos produtos, consolidando os fundamentos necessários para as discussões apresentadas neste trabalho.

5. RESULTADOS

Os resultados obtidos a partir da revisão de literatura evidenciam que a manutenção preventiva exerce papel decisivo na confiabilidade operacional e na qualidade dos produtos industriais.

Segundo Wang et al. (2024), a integração entre o planejamento da produção e a manutenção é essencial para assegurar que as intervenções preventivas sejam realizadas de maneira estratégica, sem comprometer a eficiência produtiva. O autor propõe um modelo de agendamento centrado na qualidade, no qual o cronograma de manutenção é alinhado às metas de desempenho e às exigências de confiabilidade do processo produtivo. Esse modelo demonstra que a sincronização entre produção e manutenção reduz gargalos e aumenta a disponibilidade dos ativos.

Além disso, Wang et al. (2024) destacam que a incorporação de indicadores de qualidade ao planejamento das manutenções possibilita uma abordagem mais preditiva, mesmo em contextos preventivos. Ao priorizar a qualidade como eixo central do planejamento, as organizações conseguem não apenas evitar falhas, mas também preservar padrões de desempenho que asseguram a integridade dos produtos finais. Essa sinergia entre produção e manutenção contribui para uma operação mais estável e com menores índices de retrabalho.

Os autores ainda reforçam que o uso de ferramentas analíticas e algoritmos de otimização favorece decisões mais assertivas sobre o momento ideal de intervenção. Dessa forma, a manutenção deixa de ser vista como uma simples atividade de suporte e passa a integrar o planejamento estratégico da produção. Essa integração torna-se um diferencial competitivo, sobretudo em ambientes industriais de alta complexidade e com exigência de alta disponibilidade dos equipamentos.

Já Syamsundar et al. (2021), a manutenção preventiva baseada em tempo é uma das práticas mais eficazes para preservar a confiabilidade de sistemas reparáveis. O estudo demonstra que a determinação correta dos intervalos de manutenção, quando apoiada por dados históricos de falhas e taxas de confiabilidade, pode reduzir substancialmente os custos de operação. O modelo proposto pelos autores considera o comportamento de desgaste dos componentes e permite identificar o ponto ótimo entre o custo de manutenção e o risco de falha.

Os resultados obtidos por Syamsundar et al. (2021) reforçam que o planejamento sistemático das intervenções minimiza as paradas não programadas e promove maior previsibilidade nas operações. Essa previsibilidade é fundamental para o controle da produção, especialmente em linhas automatizadas e de alta precisão, nas quais interrupções inesperadas podem comprometer lotes inteiros. Além disso, a abordagem preventiva favorece a padronização de procedimentos e o controle de qualidade em toda a cadeia produtiva.

Em contrapartida, Salawu et al. (2023) apontam que a predominância da manutenção corretiva — ainda presente em muitas indústrias — está associada a impactos negativos significativos. Essa estratégia reativa, embora inevitável em situações emergenciais, tende a elevar os custos operacionais e reduzir a produtividade. O estudo revisa diversos casos em que a dependência da correção imediata resultou em atrasos produtivos e na deterioração da confiabilidade dos equipamentos.

Os autores destacam que, quando a manutenção corretiva é aplicada de forma desproporcional, ocorre uma sobrecarga na equipe técnica e uma maior probabilidade de erros humanos, agravando o ciclo de falhas. Além disso, essa abordagem prejudica o planejamento da produção, pois as interrupções inesperadas dificultam o cumprimento de prazos e comprometem a consistência na qualidade do produto final. Dessa forma, o custo total de operação tende a ser mais elevado do que em sistemas preventivos ou preditivos.

No entanto, Salawu et al. (2023) ressaltam que a manutenção corretiva ainda desempenha um papel importante como complemento das demais estratégias. Quando combinada a um sistema de monitoramento e análise de falhas, pode fornecer informações valiosas sobre o desempenho dos equipamentos e subsidiar decisões futuras de manutenção preventiva. Assim, o equilíbrio entre correção e prevenção torna-se fundamental para um sistema de manutenção eficiente.

De acordo com Ferreira et al. (2023), a integração entre manutenção e planejamento da produção constitui um fator determinante para a competitividade industrial. Em sua proposta de implementação da manutenção preventiva em centros de usinagem, os autores demonstram que a coordenação entre setores técnicos e produtivos promove uma utilização mais racional dos recursos. Essa integração

permite identificar períodos de menor demanda produtiva para a execução das intervenções, reduzindo impactos sobre o ritmo de fabricação.

O estudo evidencia que a adoção de planos preventivos bem estruturados aumenta a disponibilidade dos equipamentos e reduz o índice de falhas em máquinas de alta precisão. Além disso, a manutenção preventiva melhora os indicadores de desempenho, como o OEE (Overall Equipment Effectiveness), que mede a eficiência global dos ativos produtivos. Dessa forma, as empresas conseguem alinhar suas práticas de manutenção às metas de produtividade e qualidade estabelecidas pela gestão.

Com os avanços tecnológicos e a consolidação da Indústria 4.0, Moleda et al. (2023) destacam a emergência da manutenção preditiva como um novo paradigma. Baseada em sensores inteligentes, monitoramento em tempo real e inteligência artificial, essa abordagem permite prever falhas antes que elas ocorram, proporcionando intervenções mais precisas e eficientes. Os autores apontam que a manutenção preditiva representa uma evolução natural da preventiva, ao incorporar análises baseadas em dados e conectividade digital.

O estudo revisa as principais tecnologias aplicadas à manutenção preditiva na indústria de energia, como aprendizado de máquina, processamento de sinais e Internet das Coisas (IoT). Essas tecnologias possibilitam o diagnóstico antecipado de anomalias, reduzindo custos e aumentando a confiabilidade operacional. No entanto, Moleda et al. reconhecem que a adoção desse modelo exige investimentos significativos em infraestrutura e capacitação técnica, além de mudanças organizacionais voltadas à digitalização.

Outro aspecto amplamente discutido é o fator humano na execução das atividades de manutenção. Conforme Emroozi et al. (2025), erros humanos decorrentes de falhas de execução, inspeção ou planejamento impactam diretamente a confiabilidade dos equipamentos e devem ser considerados no processo de manutenção preventiva. Os autores argumentam que o desempenho humano é variável e, portanto, requer políticas contínuas de capacitação e monitoramento.

O estudo propõe um modelo de otimização que integra a redução de erros humanos ao gerenciamento de peças de reposição, demonstrando que a qualificação técnica e a padronização de procedimentos reduzem significativamente a incidência de falhas. Além disso, a criação de protocolos padronizados e checklists de

manutenção contribui para maior consistência nas inspeções e intervenções, garantindo maior previsibilidade e segurança operacional.

Emroozi et al. (2025) concluem que a eficiência da manutenção industrial depende não apenas de tecnologias avançadas, mas também do fator humano como elemento de controle e qualidade. O investimento em treinamentos contínuos, cultura organizacional voltada à segurança e acompanhamento de desempenho são práticas que fortalecem o sistema de manutenção e aumentam a confiabilidade global da planta.

Em resumo, observa-se que as empresas que adotam uma gestão integrada da manutenção articulando prevenção, correção e predição alcançam resultados expressivos em confiabilidade, produtividade e qualidade. A manutenção, nesse contexto, transcende sua dimensão operacional e assume papel estratégico na gestão industrial, contribuindo para a sustentabilidade, a competitividade e a excelência dos processos produtivos.

6. CONCLUSÕES

A presente pesquisa permitiu compreender que a manutenção preventiva e corretiva desempenha um papel essencial na qualidade e eficiência dos processos produtivos industriais. A literatura analisada evidencia que práticas de manutenção bem estruturadas garantem maior disponibilidade dos equipamentos, reduzem falhas inesperadas e favorecem a estabilidade operacional, refletindo diretamente na qualidade dos produtos e na satisfação do cliente.

A manutenção preventiva, em especial, mostrou-se determinante para assegurar a confiabilidade dos sistemas, enquanto a corretiva, embora necessária em determinadas situações, deve ser aplicada de forma planejada e complementar. A ausência ou negligência de rotinas preventivas tende a gerar prejuízos significativos, tanto em custos de produção quanto em desempenho técnico.

Outro ponto relevante diz respeito à integração entre manutenção, planejamento da produção e controle de qualidade, que se apresenta como uma estratégia eficaz para otimizar recursos, reduzir desperdícios e elevar o desempenho organizacional. Nesse sentido, a manutenção deve ser compreendida como uma função estratégica da gestão industrial, e não apenas como um conjunto de ações reativas ou operacionais.

Adicionalmente, o avanço tecnológico impulsiona a adoção de modelos preditivos de manutenção, baseados em tecnologias digitais, sensores e análise de dados, alinhados às práticas da Indústria 4.0. Tais inovações ampliam as possibilidades de controle e previsibilidade, favorecendo decisões mais assertivas e sustentáveis.

Conclui-se, portanto, que a manutenção eficiente é um elemento-chave para a competitividade industrial contemporânea, sendo responsável por garantir processos produtivos contínuos, produtos de alta qualidade e menor impacto ambiental e financeiro. Recomenda-se que pesquisas futuras aprofundem a análise sobre a integração entre manutenção preditiva e inteligência artificial, bem como os desafios de capacitação e implementação tecnológica em diferentes segmentos industriais.

7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- 1) Análise da aplicação de técnicas de manutenção preditiva com uso de inteligência artificial e Internet das Coisas (IoT) em linhas de produção industriais, avaliando o impacto dessas tecnologias na redução de falhas e na melhoria da qualidade dos produtos.
- 2) Estudo comparativo entre diferentes estratégias de manutenção (corretiva, preventiva e preditiva) em empresas de distintos segmentos industriais, com foco em mensurar o custo-benefício e a influência de cada abordagem na confiabilidade operacional e na produtividade.

REFERÊNCIAS

- 1 ABECOM. Gestão da manutenção: quais ações? O que fazer na prática? Disponível em: <https://www.abecom.com.br/gestao-manutencao/>. Acesso em: 7 out. 2025.
- 2 ARTS, J. Fifty years of maintenance optimization: Reflections and future directions. *European Journal of Operational Research*, v. 319, n. 2, p. 279-298, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2024.07.024>. 2 out. 2025.
- 3 ENGE OIL. *9 Tipos de Manutenção: Como Escolher a Estratégia Correta*. Disponível em: <https://manutencao.engeoil.com.br/portal/pt/kb/articles/tipos-de-manutencao>. Acesso em: 07 out. 2025.
- 4 EMROOZI, Vahideh Bafandegan; KAZEMI, Mostafa; DOOSTPARAST, Mahdi. *Aprimorando o planejamento da manutenção industrial: otimização da redução de erros humanos e da gestão de peças de reposição*. *Operations Research Perspectives*, v. 14, art. n.º 100336, 2025. DOI: 10.1016/j.orp.2025.100336.
- 5 FERREIRA, Aloisio Junio; ALVES, Danilo Aparecido Truguilo; BOVÉRIO, Maria Aparecida; Hutchinson, Dejaime Pereira da Silva. *Manutenção preventiva em centros de usinagem: proposta para implementação*. *SITEFA, Fatec Sertãozinho*, v. 1, n. 1, 2023. DOI: 10.33635/sitefa.v1i1.248. publicacoes.fatecsertaozinho.edu.br
- 6 GOPALAKRISHNAN, M. Maximizing the Effectiveness of a Preventive Maintenance Policy. *Management Science*, v. 43, n. 6, p. 827-840, 1997. DOI: <https://doi.org/10.1287/mnsc.43.6.827>. 2 out. 2025.
- 7 MOLEDA, M.; MAŁYSIAK-MROZEK, B.; DING, W.; SUNDERAM, V.; MROZEK, D. Da manutenção corretiva à preditiva: uma revisão das abordagens de manutenção para a indústria de energia. *Sensors*, v. 23, n. 13, p. 5970, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/s23135970>. 2 out. 2025.
- 8 OLIVEIRA, Anderson dos Santos; SILVA, Felipe Moura; BOVERIO, Maria Aparecida. *A importância da implementação da manutenção preditiva para a eficiência produtiva de uma empresa metalúrgica*. Monografia, Centro Paula Souza, 2020.
- 9 *Revista Manutenção. A chegada da manutenção assistida na indústria*. *Revista Manutenção*, 08 ago. 2023. Disponível em: <https://revistamanutencao.com.br/literatura/tecnica/manutencao/avancos-tecnologicos-na-manutencao-a-chegada-da-ai-assisted-maintenance.html>. Acesso em: 07 out. 2025.
- 10 SALAWU, E. Y. et al. Impacto da manutenção na confiabilidade de máquinas: uma revisão. *E3S Web of Conferences*, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202343001226>. 2 out. 2025.

- 11 SILVA, Dayse Camila Saraiva; CORREIA, Ana Maria Magalhães. Silva, D. C. S.; CORREIA, A. M. M. Análise das falhas no serviço de manutenção de uma petroquímica por meio das ferramentas da qualidade. *Exacta*, v. 19, n. 4, p. 817-842, out./dez. 2021. DOI: 10.5585/exactaep.2021.8894. Periódicos Uninove.
- 12 SYAMSUNDAR, Annamraju; NAIKAN, V.; WU, Shaomin. Estimando a efetividade da manutenção de um sistema reparável sob manutenção preventiva baseada em tempo. *Computers & Industrial Engineering*, v. 156, Article 107278, 2021. DOI: 10.1016/j.cie.2021.107278.
- 13 WANG, Y. et al. Agendamento de produção e manutenção centrado na qualidade, 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/>. Acesso em: 3 out. 2025. 2 out. 2025.
- 14 WEST, J. Improving Equipment Maintenance Switching from Corrective to Preventive Maintenance in Buildings. *Buildings*, v. 14, n. 3581, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/buildings14113581>. 2 out. 2025.