A IMPORTÂNCIA DA ANÁLISE DE DADOS PREDITIVOS NA TOMADA DE DECISÃO DA GESTÃO DE MANUTENÇÃO

Murilo Henrique Farias Rocha - Acadêmico

FGI, Jataí GO, Brasil. murilo.rocha@aluno.faculdadefgi.online

Arquidânia Lásara Franco Maciel - Professora Orientadora

FGI, Jataí, Goiás, Brasil. arquidania.maciel@prof.faculdadefgi.online

Resumo

A transformação digital e o avanço das tecnologias associadas à Indústria 4.0 têm ampliado a capacidade das organizações de coletar, processar e analisar grandes volumes de dados provenientes de seus ativos operacionais. Nesse contexto, a análise de dados preditivos destaca-se como ferramenta estratégica de apoio à tomada de decisão na gestão de manutenção, permitindo antecipar falhas, otimizar recursos e melhorar o desempenho operacional. Este estudo tem como objetivo analisar a importância da análise de dados preditivos na tomada de decisão da gestão de manutenção, por meio de revisão bibliográfica integrada e análise documental. A pesquisa caracteriza-se como qualitativa, descritiva e de natureza básica, sendo desenvolvida a partir da análise de artigos científicos, estudos de caso e relatórios técnicos publicados entre 2021 e 2026. Foram selecionados dez estudos representativos, organizados em dimensões financeira, operacional, estratégica e tecnológica. Os resultados evidenciaram que tecnologias como Inteligência Artificial, Machine Learning, Internet das Coisas e Big Data contribuem para a redução de falhas operacionais, aumento da disponibilidade dos ativos, diminuição dos custos de manutenção e fortalecimento da tomada de decisão baseada em evidências. Conclui-se que a análise de dados preditivos desempenha papel relevante na gestão da manutenção, ao transformar dados operacionais em conhecimento gerencial, reduzindo riscos, aumentando a eficiência e favorecendo a competitividade organizacional.

Palavras-chave: Análise de dados preditivos. Gestão de manutenção. Tomada de decisão. Manutenção preditiva. Indústria 4.0.

Abstract

Digital transformation and the advancement of technologies associated with Industry 4.0 have expanded organizations' ability to collect, process, and analyze large volumes of data generated by operational assets. In this context, predictive data analytics stands out as a strategic tool to support decision-making in maintenance management, enabling failure prediction, resource optimization, and improved operational performance. This study aims to analyze the importance of predictive data analytics in decision-making within maintenance management through an integrated literature review and documentary analysis. The research is characterized as qualitative, descriptive, and basic in nature, based on the analysis of scientific articles, case studies, and

technical reports published between 2021 and 2026. Ten representative studies were selected and organized into financial, operational, strategic, and technological dimensions. The results showed that technologies such as Artificial Intelligence, Machine Learning, Internet of Things, and Big Data contribute to reducing operational failures, increasing asset availability, lowering maintenance costs, and strengthening evidence-based decision-making. It is concluded that predictive data analytics plays a relevant role in maintenance management by transforming operational data into managerial knowledge, reducing risks, increasing efficiency, and supporting organizational competitiveness.

Keywords: Predictive data analytics. Maintenance management. Decision-making. Predictive maintenance. Industry 4.0.

1. INTRODUÇÃO

A transformação digital promovida pela Quarta Revolução Industrial, também denominada Indústria 4.0, tem provocado mudanças significativas na forma como as organizações gerenciam seus processos produtivos e tomam decisões estratégicas. A crescente utilização de tecnologias como Internet das Coisas (Internet of Things – IoT), Big Data, Inteligência Artificial (IA), Computação em Nuvem e Machine Learning nos meios industriais possibilitou a geração contínua de grandes volumes de dados provenientes dos mais diversos ativos industriais. Com essa transformação, o desafio das organizações deixou de ser apenas coletar as informações e passou a concentrar-se na capacidade de transformar dados em conhecimento útil no direcionamento da tomada de decisão.

A utilização estratégica de dados tornou-se um dos principais fatores de competitividade empresarial. Segundo Davenport e Harris (2017), organizações orientadas por dados (data-driven organizations) apresentam uma maior capacidade de identificar oportunidades, reduzir riscos e aprimorar seus processos decisórios. Da mesma forma, Brynjolfsson e McAfee (2014) argumentam que empresas que utilizam análises avançadas de dados como suporte à gestão tendem a apresentar melhor desempenho operacional e maior capacidade de adaptação às mudanças do ambiente competitivo.

No ambiente industrial, a gestão da manutenção representa uma área particularmente impactada pela transformação digital. Historicamente, as decisões relacionadas à manutenção eram baseadas em cronogramas fixos de inspeção ou na ocorrência de falhas, caracterizando modelos preventivos e corretivos. Entretanto, o avanço das tecnologias de monitoramento e análise preditiva permitiu o surgimento de abordagens mais sofisticadas, capazes de antecipar falhas e orientar intervenções de

forma mais eficiente.

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (1994), por meio da NBR 5462, a manutenção preditiva consiste na aplicação sistemática de técnicas de análise e monitoramento destinadas a reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a necessidade de manutenção corretiva. Essa abordagem fundamenta-se no acompanhamento contínuo das condições dos equipamentos, permitindo identificar tendências de degradação e agir antes da ocorrência de falhas que comprometam a operação. Além disso, a norma destaca conceitos essenciais para a gestão da manutenção, como confiabilidade, mantenabilidade e disponibilidade, que constituem importantes indicadores de desempenho dos ativos organizacionais.

A crescente complexidade dos sistemas produtivos torna a tomada de decisão na gestão de manutenção uma atividade estratégica para as organizações. Decisões relacionadas à programação de intervenções, substituição de componentes, gestão de estoques de peças sobressalentes e alocação de recursos financeiros impactam diretamente os custos operacionais, a produtividade e a competitividade empresarial. Nesse cenário, a análise de dados preditivos surge como um importante mecanismo de apoio à decisão, permitindo que gestores atuem de forma mais proativa e fundamentada em evidências.

Segundo Simon (1979), os gestores tomam decisões em ambientes caracterizados pela racionalidade limitada, uma vez que raramente possuem acesso a todas as informações necessárias para avaliar integralmente as alternativas disponíveis. A utilização de sistemas analíticos e modelos preditivos contribui para reduzir essa limitação, fornecendo informações mais precisas sobre o comportamento dos ativos e auxiliando na identificação de riscos operacionais futuros.

Além dos benefícios relacionados ao processo decisório, a literatura recente aponta que a manutenção preditiva pode proporcionar ganhos significativos em termos de redução de custos, aumento da disponibilidade dos equipamentos, melhoria da confiabilidade operacional e otimização da utilização dos recursos organizacionais. Relatórios de mercado e estudos científicos indicam que empresas que adotam tecnologias preditivas conseguem reduzir significativamente as paradas não programadas e melhorar seus indicadores de desempenho operacional.

Apesar destas vantagens, a implementação de sistemas preditivos ainda enfrenta desafios relacionados aos custos de implantação, integração tecnológica, qualificação profissional e resistência organizacional. Dessa forma, torna-se relevante compreender não apenas os benefícios proporcionados pela análise de dados preditivos, mas também os fatores que influenciam sua

adoção e utilização no contexto da gestão de manutenção.

Diante desse cenário, formula-se o seguinte problema de pesquisa: Quais são os principais impactos operacionais, financeiros e gerenciais da análise de dados preditivos na tomada de decisão da gestão de manutenção, segundo a literatura científica recente e os principais casos de aplicação identificados no mercado?

Parte-se da hipótese de que a utilização da análise de dados preditivos contribui significativamente para a melhoria da tomada de decisão na gestão de manutenção, reduzindo custos associados à manutenção corretiva, diminuindo o tempo de indisponibilidade dos ativos e aumentando a eficiência operacional das organizações.

A justificativa para a realização deste estudo fundamenta-se na crescente relevância da transformação digital para os processos organizacionais e na necessidade de compreender como os dados podem ser utilizados como recurso estratégico para a gestão. Além disso, a consolidação de evidências científicas e mercadológicas sobre os benefícios e desafios da manutenção preditiva pode auxiliar gestores na tomada de decisões relacionadas à adoção dessas tecnologias.

O objetivo geral desta pesquisa consiste em analisar a importância da análise de dados preditivos na tomada de decisão da gestão de manutenção por meio de revisão bibliográfica integrada e análise documental.

Para alcançar tal objetivo, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

a) Identificar as principais técnicas de manutenção preditiva discutidas na literatura recente;

b) Analisar os impactos operacionais, financeiros e gerenciais associados à utilização de dados preditivos;

c) Comparar os resultados apresentados em estudos científicos e casos de mercado;

d) Identificar os principais desafios relacionados à implementação da manutenção preditiva nas organizações;

e) Avaliar a contribuição da análise de dados preditivos para o processo de tomada de decisão na gestão de manutenção.

Por fim, este trabalho está estruturado em seis seções. Após esta introdução, apresenta-se a fundamentação teórica abordando os modelos de gestão da manutenção, os conceitos de tomada de decisão na Administração e as principais tecnologias de análise preditiva. Em seguida, descreve-se a metodologia utilizada na pesquisa. Posteriormente, são apresentados os resultados obtidos por meio da análise dos estudos selecionados, seguidos da discussão dos achados. Por fim, apresentam-

se as considerações finais e sugestões para pesquisas futuras.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção apresenta o referencial teórico sobre o tema tratado.

2.1 EVOLUÇÃO DOS MODELOS DE GESTÃO DE MANUTENÇÃO.

A crescente competitividade dos mercados e a busca contínua pela eficiência operacional fizeram com que a gestão da manutenção deixasse de ser uma atividade exclusivamente técnica para assumir um papel estratégico dentro das organizações. Atualmente, a manutenção é considerada um elemento fundamental para a garantia da produtividade, da qualidade dos produtos e da sustentabilidade financeira das operações industriais.

Historicamente, a evolução da manutenção acompanhou o desenvolvimento tecnológico dos sistemas produtivos. Segundo Kardec e Nascif (2019), os modelos de manutenção passaram por diferentes estágios ao longo do tempo, evoluindo de práticas reativas para abordagens fundamentadas em monitoramento contínuo, análise de dados e inteligência artificial.

O primeiro estágio dessa evolução foi a manutenção corretiva, caracterizada pela realização de intervenções somente após a ocorrência de falhas. Nesse modelo, os equipamentos permanecem em operação até apresentarem algum tipo de pane ou interrupção de funcionamento. De acordo com a NBR 5462, a manutenção corretiva corresponde ao conjunto de ações executadas após a ocorrência de uma pane com o objetivo de restabelecer a capacidade funcional do item.

Embora apresente baixos custos iniciais de planejamento, a manutenção corretiva tende a gerar elevados custos indiretos relacionados a interrupções produtivas, perdas de qualidade, atrasos operacionais e substituições emergenciais de componentes. Além disso, falhas inesperadas podem comprometer a segurança operacional e aumentar significativamente os riscos financeiros para as organizações.

Com o avanço dos processos industriais surgiu a manutenção preventiva, caracterizada pela realização de intervenções programadas em intervalos previamente estabelecidos. Segundo a NBR 5462, a manutenção preventiva consiste em ações executadas em intervalos predeterminados ou de acordo com critérios prescritos, visando reduzir a probabilidade de falhas ou a degradação do funcionamento dos equipamentos.

A manutenção preventiva representou um importante avanço em relação à abordagem corretiva,

uma vez que permitiu maior previsibilidade das intervenções e redução da ocorrência de falhas inesperadas. Entretanto, esse modelo apresenta limitações relacionadas à realização de manutenções desnecessárias, uma vez que os cronogramas são definidos com base em estimativas médias de desgaste e não necessariamente nas condições reais de operação dos ativos.

O desenvolvimento das tecnologias digitais possibilitou o surgimento da manutenção preditiva, considerada atualmente uma das principais estratégias de gestão de ativos na Indústria 4.0. Conforme definido pela NBR 5462, a manutenção preditiva consiste na aplicação sistemática de técnicas de análise e monitoramento destinadas a reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a necessidade de manutenção corretiva.

Diferentemente dos modelos anteriores, a manutenção preditiva baseia-se na coleta contínua de informações sobre o estado dos equipamentos por meio de sensores e sistemas de monitoramento. Essas informações são processadas por ferramentas analíticas capazes de identificar padrões de comportamento e prever potenciais falhas antes que elas ocorram.

Nesse contexto, a tomada de decisão deixa de ser baseada apenas em cronogramas fixos ou na ocorrência de problemas e passa a considerar evidências produzidas pelos próprios ativos monitorados. Essa característica aproxima a manutenção preditiva dos princípios da gestão orientada por dados, permitindo intervenções mais precisas e economicamente eficientes.

Mais recentemente, surgiu o conceito de manutenção prescritiva, considerado uma evolução da manutenção preditiva. Além de prever falhas, os sistemas prescritivos são capazes de recomendar automaticamente as ações mais adequadas para evitar problemas futuros, utilizando algoritmos avançados de Inteligência Artificial e aprendizado de máquina.

A manutenção prescritiva representa um novo paradigma para a gestão organizacional, pois amplia a capacidade de suporte à tomada de decisão. Enquanto os sistemas preditivos respondem à pergunta “o que pode acontecer?”, os sistemas prescritivos procuram responder “o que deve ser feito para evitar que aconteça?”. Dessa forma, a tecnologia passa a atuar como um agente ativo no processo decisório.

Além da evolução dos modelos de intervenção, a gestão moderna da manutenção fundamenta-se em três conceitos centrais definidos pela NBR 5462: confiabilidade, mantenabilidade e disponibilidade.

A confiabilidade refere-se à capacidade de um item desempenhar uma função requerida sob condições especificadas durante determinado intervalo de tempo. Trata-se de um indicador

diretamente relacionado à probabilidade de ocorrência de falhas e ao desempenho operacional dos ativos.

Já a mantenabilidade corresponde à capacidade de um item ser mantido ou recolocado em condições de executar suas funções quando submetido a ações de manutenção apropriadas. Esse conceito está relacionado à facilidade e à rapidez com que os equipamentos podem ser restaurados após a ocorrência de falhas.

Por sua vez, a disponibilidade representa a capacidade de um equipamento permanecer apto para desempenhar suas funções em determinado momento ou período de tempo, considerando aspectos relacionados à confiabilidade, mantenabilidade e suporte de manutenção.

Esses três indicadores constituem a base da gestão estratégica de ativos e são amplamente utilizados para avaliação do desempenho dos sistemas produtivos. Na prática, a adoção de técnicas preditivas busca justamente aumentar a confiabilidade dos equipamentos, melhorar sua mantenabilidade e maximizar sua disponibilidade operacional.

Nesse sentido, a manutenção deixa de ser compreendida apenas como um conjunto de atividades técnicas e passa a assumir um papel estratégico para a geração de valor organizacional. A capacidade de antecipar falhas, reduzir interrupções produtivas e otimizar recursos transforma a gestão da manutenção em um importante instrumento de apoio à tomada de decisão empresarial.

Essa transformação torna-se ainda mais relevante no contexto da Indústria 4.0, caracterizada pela utilização intensiva de dados como recurso estratégico. Dessa forma, compreender como as organizações utilizam informações provenientes dos ativos para orientar suas decisões torna-se fundamental para a análise da importância dos dados preditivos na gestão da manutenção.

2.2 TOMADA DE DECISÃO NA ADMINISTRAÇÃO

A tomada de decisão é uma das atividades centrais da Administração e está presente em todos os níveis organizacionais. Independentemente do porte ou segmento de atuação da empresa, gestores são constantemente desafiados a selecionar alternativas, definir prioridades e alocar recursos em ambientes caracterizados por incertezas, riscos e limitações de informação. Dessa forma, a qualidade das decisões tomadas influencia diretamente o desempenho organizacional e a capacidade competitiva das empresas.

Os estudos sobre tomada de decisão ganharam relevância a partir dos trabalhos desenvolvidos por Herbert Simon, considerado um dos principais teóricos da Administração contemporânea. Segundo Simon (1979), a racionalidade humana é limitada pela capacidade de processamento de

informações, pelo tempo disponível para análise e pela própria complexidade dos problemas enfrentados pelos gestores. Esse conceito ficou conhecido como Teoria da Racionalidade Limitada.

De acordo com essa perspectiva, os indivíduos raramente conseguem identificar todas as alternativas possíveis ou prever integralmente as consequências de suas decisões. Em vez de buscarem soluções ótimas, os gestores tendem a selecionar alternativas consideradas satisfatórias diante das informações disponíveis no momento da decisão.

No ambiente industrial, essa limitação torna-se ainda mais evidente devido à elevada complexidade operacional dos sistemas produtivos. Decisões relacionadas à manutenção de equipamentos, planejamento de paradas, substituição de componentes e investimentos em ativos envolvem múltiplas variáveis técnicas, financeiras e operacionais. Consequentemente, a disponibilidade de informações confiáveis torna-se um fator determinante para a qualidade das decisões gerenciais.

No cenário organizacional, a transformação digital trouxe novas possibilidades para o processo decisório. O crescimento exponencial da capacidade de coleta, armazenamento e processamento de dados permitiu que organizações passassem a utilizar informações em larga escala como suporte para suas decisões estratégicas. Essa mudança deu origem ao conceito de organizações orientadas por dados (data-driven organizations).

Segundo Davenport e Harris (2017), organizações orientadas por dados utilizam análises quantitativas, indicadores de desempenho e modelos analíticos como base para a formulação de estratégias e tomada de decisões. Nesses ambientes, a utilização de evidências substitui gradualmente decisões fundamentadas exclusivamente na experiência, intuição ou julgamento subjetivo dos gestores.

A gestão baseada em evidências (evidence-based management) representa uma evolução dos modelos tradicionais de administração ao priorizar decisões fundamentadas em informações verificáveis e mensuráveis. Esse modelo busca reduzir vieses cognitivos, aumentar a precisão das análises e melhorar os resultados organizacionais por meio da utilização sistemática de dados.

Brynjolfsson e McAfee (2014) afirmam que empresas que adotam práticas orientadas por dados tendem a apresentar níveis superiores de produtividade, inovação e desempenho financeiro. Segundo os autores, a utilização de dados como recurso estratégico permite que as organizações identifiquem padrões ocultos, antecipem tendências e respondam mais rapidamente às mudanças

do ambiente competitivo.

A análise de dados tornou-se particularmente relevante em ambientes industriais devido à crescente complexidade dos processos produtivos e à necessidade de maximizar a utilização dos ativos organizacionais. Nesse cenário, tecnologias analíticas passaram a desempenhar papel fundamental na identificação de oportunidades de melhoria e na redução de riscos operacionais.

Entre as aplicações mais relevantes da análise de dados na indústria destaca-se a manutenção preditiva. A utilização de sensores inteligentes e sistemas de monitoramento contínuo possibilita a geração de grandes volumes de dados sobre o comportamento dos equipamentos, permitindo que gestores obtenham informações detalhadas sobre as condições operacionais dos ativos.

Esses dados podem ser processados por ferramentas analíticas capazes de identificar padrões de degradação, detectar anomalias e prever falhas futuras. Como consequência, as decisões relacionadas à manutenção deixam de ser baseadas exclusivamente em cronogramas fixos ou em ocorrências de falhas e passam a considerar informações produzidas em tempo real pelos próprios equipamentos.

Provost e Fawcett (2021) destacam que a análise preditiva utiliza técnicas estatísticas e algoritmos de aprendizado de máquina para estimar eventos futuros com base em dados históricos e atuais. No contexto da manutenção industrial, esses modelos permitem prever a probabilidade de falhas, estimar a vida útil remanescente de componentes e identificar situações que demandam intervenção preventiva.

A principal contribuição da análise preditiva para a Administração está relacionada à redução da incerteza no processo decisório. Ao fornecer informações antecipadas sobre potenciais problemas operacionais, os sistemas preditivos ampliam a capacidade dos gestores de planejar ações corretivas, otimizar recursos e minimizar impactos financeiros decorrentes de falhas inesperadas.

Sob essa perspectiva, a análise de dados preditivos transforma a gestão da manutenção em uma atividade estratégica. Em vez de atuar apenas de forma reativa diante da ocorrência de problemas, os gestores passam a utilizar informações geradas pelos sistemas analíticos para planejar intervenções, priorizar investimentos e alinhar as operações aos objetivos organizacionais.

Além dos benefícios operacionais, a utilização de dados preditivos contribui para uma gestão mais eficiente dos recursos financeiros. A antecipação de falhas reduz custos associados a paradas não programadas, perdas produtivas e substituições emergenciais de equipamentos. Dessa forma, a tomada de decisão baseada em dados gera impactos positivos tanto no desempenho operacional

quanto nos resultados econômicos das organizações.

Observa-se, portanto, que a integração entre análise de dados e tomada de decisão representa um dos principais pilares da transformação digital nas organizações contemporâneas. No contexto da gestão de manutenção, essa integração possibilita que os gestores substituam decisões baseadas em estimativas e percepções subjetivas por decisões fundamentadas em evidências, aumentando a eficiência, a previsibilidade e a competitividade empresarial.

Essa realidade reforça a importância da análise de dados preditivos como instrumento de apoio à gestão, especialmente em ambientes industriais caracterizados por elevados níveis de complexidade operacional e necessidade constante de otimização dos recursos disponíveis.

2.3 TECNOLOGIAS DE ANÁLISE PREDITIVA APLICADAS À GESTÃO DE MANUTENÇÃO

A consolidação da Indústria 4.0 impulsionou o desenvolvimento de tecnologias capazes de coletar, processar e interpretar grandes volumes de dados provenientes dos sistemas produtivos. Essas tecnologias constituem a base da manutenção preditiva moderna e possibilitam que organizações realizem intervenções fundamentadas nas condições reais dos equipamentos, substituindo modelos de manutenção baseados exclusivamente em cronogramas fixos ou na ocorrência de falhas.

Segundo Lee et al. (2018), a integração entre sensores inteligentes, sistemas de comunicação, plataformas analíticas e algoritmos de Inteligência Artificial transformou a gestão de ativos em um processo contínuo de monitoramento e tomada de decisão baseada em dados. Nesse contexto, destacam-se a Internet das Coisas (IoT), o Big Data, a Inteligência Artificial (IA), o Machine Learning e os Gêmeos Digitais (Digital Twins).

Pode-se, portanto, afirmar que as tecnologias de análise preditiva atuam de forma integrada para transformar dados operacionais em informações estratégicas. Essa capacidade de converter dados em conhecimento gerencial representa um dos principais diferenciais competitivos das organizações contemporâneas e reforça a importância da análise preditiva como instrumento de apoio à tomada de decisão na gestão de manutenção.

2.3.1 Internet das Coisas (IoT)

A Internet das Coisas (Internet of Things – IoT) pode ser definida como uma rede de dispositivos físicos interconectados capazes de coletar, transmitir e compartilhar dados em tempo real. No ambiente industrial, esses dispositivos geralmente são sensores instalados em equipamentos e

sistemas produtivos.

Os sensores utilizados em programas de manutenção preditiva monitoram continuamente variáveis como temperatura, vibração, pressão, corrente elétrica, nível de óleo lubrificante, velocidade de rotação e consumo energético. Essas informações permitem identificar alterações operacionais que podem indicar processos de desgaste ou degradação dos componentes.

A utilização da IoT representa um avanço significativo em relação aos métodos tradicionais de inspeção, uma vez que possibilita o acompanhamento contínuo das condições dos ativos. Dessa forma, gestores passam a ter acesso a informações atualizadas sobre o estado dos equipamentos, reduzindo a dependência de inspeções periódicas e aumentando a capacidade de antecipação de falhas.

Além dos benefícios operacionais, a IoT contribui diretamente para o processo decisório ao disponibilizar dados em tempo real, permitindo respostas mais rápidas diante de mudanças nas condições de operação.

2.3.2 Big Data

A crescente utilização de sensores inteligentes gera enormes volumes de dados que precisam ser armazenados e processados de maneira eficiente. Nesse contexto, destaca-se o papel do Big Data.

O conceito de Big Data refere-se à capacidade de coletar, armazenar e analisar grandes quantidades de dados provenientes de múltiplas fontes e em diferentes formatos. No ambiente industrial, esses dados podem incluir registros históricos de manutenção, informações operacionais dos equipamentos, dados de produção, registros de falhas e informações geradas pelos sensores de monitoramento.

Segundo Provost e Fawcett (2021), o valor estratégico do Big Data não está apenas na quantidade de dados disponíveis, mas na capacidade de transformar essas informações em conhecimento útil para a tomada de decisão.

Na gestão de manutenção, o Big Data permite identificar padrões de comportamento dos ativos ao longo do tempo, possibilitando análises mais precisas sobre desempenho, confiabilidade e tendências de falha. Dessa forma, os gestores podem tomar decisões fundamentadas em evidências históricas e em informações atualizadas sobre o comportamento dos equipamentos.

2.3.3 Inteligência Artificial e Machine Learning

A Inteligência Artificial representa um dos principais pilares da manutenção preditiva contemporânea. Sua aplicação permite que sistemas computacionais realizem análises complexas e identifiquem padrões dificilmente perceptíveis por métodos convencionais.

Entre as diversas aplicações da Inteligência Artificial, destaca-se o Machine Learning, ou aprendizado de máquina. Essa tecnologia utiliza algoritmos capazes de aprender a partir de dados históricos, aprimorando continuamente sua capacidade de previsão à medida que novas informações são incorporadas ao sistema.

A principal contribuição do Machine Learning para a gestão da manutenção está relacionada à sua capacidade de antecipar eventos futuros. Essa característica permite que gestores realizem intervenções planejadas antes da ocorrência de falhas críticas, reduzindo custos operacionais e minimizando impactos na produção.

Além disso, os modelos preditivos fornecem suporte ao processo decisório ao indicar quais equipamentos apresentam maior probabilidade de falha, quais componentes necessitam de substituição e quais ativos demandam maior atenção da equipe de manutenção.

2.3.4 Gêmeos Digitais (Digital Twins)

Outra tecnologia que vem ganhando destaque no contexto da Indústria 4.0 é o Gêmeo Digital (Digital Twin).

Um Gêmeo Digital consiste em uma representação virtual de um ativo físico capaz de reproduzir seu comportamento operacional em tempo real. Essa representação é alimentada continuamente por dados provenientes dos sensores instalados nos equipamentos.

A principal vantagem dos Gêmeos Digitais é a possibilidade de simular cenários operacionais sem interferir diretamente nos sistemas físicos. Isso permite que gestores avaliem diferentes alternativas antes da implementação de mudanças, reduzindo riscos associados à tomada de decisão.

Na gestão de manutenção, os Gêmeos Digitais podem ser utilizados para simular falhas, testar estratégias de intervenção e avaliar impactos financeiros decorrentes de diferentes planos de manutenção. Dessa forma, tornam-se ferramentas importantes para o planejamento estratégico dos ativos organizacionais.

2.3.5 Computação em Nuvem e Sistemas Integrados

O crescimento dos sistemas de monitoramento e análise preditiva também impulsionou a utilização da computação em nuvem (Cloud Computing). Essa tecnologia permite armazenar grandes volumes de dados e processá-los remotamente, reduzindo a necessidade de investimentos elevados em infraestrutura local.

Além da escalabilidade, a computação em nuvem favorece a integração entre diferentes sistemas corporativos, possibilitando que informações provenientes da manutenção sejam compartilhadas com áreas como produção, logística, suprimentos e gestão financeira.

Essa integração contribui para uma visão mais ampla do desempenho organizacional, permitindo que as decisões relacionadas à manutenção sejam alinhadas aos objetivos estratégicos da empresa.

3. METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como qualitativa, de natureza básica e com finalidade descritiva. O estudo foi desenvolvido por meio de revisão bibliográfica integrada e análise documental, buscando compreender a importância da análise de dados preditivos na tomada de decisão da gestão de manutenção a partir da produção científica recente e de casos documentados de aplicação no ambiente empresarial.

Segundo Gil (2022), a pesquisa bibliográfica permite investigar fenômenos por meio da análise de materiais já publicados, enquanto a análise documental possibilita examinar registros produzidos por organizações e instituições que ainda não receberam tratamento analítico sistemático. Dessa forma, a combinação entre revisão bibliográfica e análise documental mostrou-se adequada aos objetivos deste trabalho, pois permitiu reunir evidências provenientes tanto da literatura acadêmica quanto de relatórios técnicos e estudos de aplicação prática.

A escolha por uma abordagem qualitativa justifica-se pelo fato de o estudo buscar interpretar os impactos da análise de dados preditivos na gestão de manutenção, considerando dimensões financeiras, operacionais, estratégicas e tecnológicas. Embora alguns estudos analisados apresentem indicadores quantitativos, como redução de custos, diminuição de paradas não programadas e aumento da disponibilidade dos ativos, a análise realizada neste trabalho teve caráter interpretativo e comparativo.

3.1 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi realizada entre os meses de maio e junho de 2026, por meio de consultas em bases científicas nacionais e internacionais, bem como em documentos institucionais de organizações reconhecidas na área de transformação digital, manutenção industrial, gestão de ativos e análise de dados.

Foram utilizadas as seguintes bases de dados:

- Google Acadêmico;
- SciELO;
- Portal de Periódicos CAPES;
- ScienceDirect;
- IEEE Xplore;
- MDPI;
- SpringerLink.

Além das bases acadêmicas, também foram analisados documentos técnicos e relatórios institucionais produzidos por empresas e consultorias com atuação reconhecida em transformação digital, gestão de ativos e manutenção industrial, entre elas:

- McKinsey & Company;
- Deloitte;
- IBM;
- Siemens;
- Schneider Electric;
- SAP.

As buscas foram realizadas em português e inglês, com o objetivo de ampliar a abrangência dos resultados e localizar publicações nacionais e internacionais relacionadas ao tema. Foram utilizadas combinações das seguintes palavras-chave:

- Manutenção preditiva;
- Gestão de manutenção;
- Análise de dados;
- Tomada de decisão;
- Manutenção baseada em condição;
- Indústria 4.0;
- Predictive maintenance;
- Maintenance management;
- Data analytics;
- Decision-making;
- Machine learning;

- Internet of Things;
- Asset management;
- Industry 4.0.

Para tornar a busca mais precisa, as palavras-chave foram combinadas por meio de expressões compostas, tais como: “manutenção preditiva” AND “tomada de decisão”; “análise de dados” AND “gestão de manutenção”; “predictive maintenance” AND “machine learning”; “predictive maintenance” AND “decision-making”; “Industry 4.0” AND “maintenance management”; e “Internet of Things” AND “predictive maintenance”.

3.2 PROTOCOLO DE BUSCA E SELEÇÃO DOS ESTUDOS

Com o objetivo de fortalecer o rigor metodológico da pesquisa, foi adotado um protocolo de seleção inspirado nos princípios de revisões integrativas e sistemáticas, com etapas sucessivas de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos estudos.

Na etapa inicial, foram identificados 144 registros relacionados ao tema nas bases acadêmicas e em documentos técnicos institucionais. Desse total, 126 registros foram provenientes de bases científicas e 18 de documentos técnicos, relatórios executivos ou materiais institucionais de empresas e consultorias reconhecidas na área de manutenção preditiva e transformação digital.

Após a identificação inicial, foram removidos 18 registros duplicados, permanecendo 126 documentos para análise preliminar. Em seguida, foram excluídos 24 materiais por estarem fora do recorte temporal definido, por apresentarem dados insuficientes de identificação ou por não disponibilizarem informações mínimas para avaliação do conteúdo.

Na etapa de triagem, 102 estudos foram avaliados por meio da leitura de título, resumo, palavras-chave e informações metodológicas iniciais. Nessa fase, foram excluídos 64 documentos por não apresentarem relação direta com manutenção preditiva aplicada à gestão de manutenção, por abordarem apenas tecnologias digitais de forma genérica ou por não estabelecerem conexão com o processo de tomada de decisão.

Posteriormente, 38 publicações foram submetidas à leitura. Após essa leitura, 28 estudos foram excluídos por não atenderem plenamente aos critérios definidos, especialmente pela ausência de indicadores operacionais ou financeiros, falta de clareza metodológica, repetição de resultados já contemplados em estudos mais completos ou baixa aderência ao enfoque administrativo da pesquisa.

Ao final do processo, foram selecionados 10 estudos considerados representativos para a análise, sendo sete artigos científicos, uma pesquisa aplicada ou estudo de caso nacional e dois relatórios técnicos ou mercadológicos com indicadores quantitativos relevantes.

3.3 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Para garantir a atualidade, relevância e qualidade dos dados analisados, foram adotados os seguintes critérios de inclusão:

a) publicações entre 2021 e 2026;

b) estudos que abordassem manutenção preditiva associada à análise de dados;

c) artigos científicos revisados por pares;

d) estudos de caso com aplicação prática documentada;

e) relatórios técnicos contendo indicadores quantitativos relacionados ao desempenho da manutenção.

Foram excluídos:

a) trabalhos publicados antes de 2021;

b) estudos exclusivamente teóricos, sem aplicação prática ou discussão de resultados;

c) documentos sem informações metodológicas claras;

d) publicações duplicadas encontradas em mais de uma base de dados;

e) materiais que abordavam apenas tecnologia de forma genérica, sem relação direta com manutenção preditiva;

f) estudos que não apresentavam relação com tomada de decisão gerencial ou gestão de manutenção;

g) documentos sem autoria, instituição responsável ou fonte identificável.

3.4 COMPOSIÇÃO DA AMOSTRA FINAL

A amostra final foi composta por 10 estudos selecionados a partir do protocolo de triagem. Esses estudos foram considerados suficientes para atender aos objetivos da pesquisa, uma vez que apresentaram convergência temática, diversidade de fontes e evidências relacionadas às dimensões financeira, operacional, estratégica e tecnológica.

A composição da amostra final foi organizada da seguinte forma:

a) sete artigos científicos internacionais relacionados à manutenção preditiva, Indústria 4.0, Inteligência Artificial, Machine Learning, Big Data e Internet das Coisas;

b) uma pesquisa aplicada ou estudo de caso nacional envolvendo sensores inteligentes, computação em nuvem e manutenção preditiva;

c) dois relatórios técnicos ou mercadológicos com indicadores quantitativos de desempenho, redução de custos e diminuição de paradas não programadas.

A opção por limitar a amostra final a 10 estudos teve como objetivo permitir uma análise mais aprofundada e comparativa, evitando uma revisão excessivamente ampla e superficial. Dessa forma, priorizou-se a qualidade e a aderência dos materiais selecionados, e não apenas a quantidade de publicações encontradas.

3.5 CATEGORIAS DE ANÁLISE

Com o objetivo de facilitar a interpretação dos resultados, os estudos selecionados foram organizados em quatro categorias analíticas: dimensão financeira, dimensão operacional, dimensão estratégica e dimensão tecnológica.

3.5.1 Dimensão Financeira

A dimensão financeira avalia os impactos econômicos associados à manutenção preditiva, considerando:

- redução de custos de manutenção;
- redução de desperdícios;
- otimização de estoques;
- retorno sobre investimentos;
- diminuição de gastos emergenciais;
- aumento da previsibilidade orçamentária.

3.5.2 Dimensão Operacional

A dimensão operacional relaciona-se ao desempenho dos ativos e dos processos produtivos, considerando:

- redução de downtime;
- aumento da disponibilidade dos equipamentos;
- aumento da confiabilidade operacional;

- redução da ocorrência de falhas;
- melhoria do planejamento das intervenções;
- redução de paradas não programadas.

3.5.3 Dimensão Estratégica

A dimensão estratégica refere-se aos impactos da análise de dados sobre o processo decisório gerencial, incluindo:

- qualidade das decisões;
- planejamento de intervenções;
- gestão de riscos;
- alocação de recursos;
- priorização de investimentos;
- fortalecimento da gestão baseada em evidências.

3.5.3 Dimensão Tecnológica

A dimensão tecnológica compreende as principais tecnologias empregadas nos sistemas de manutenção preditiva, incluindo:

- Internet das Coisas (IoT);
- Big Data;
- Inteligência Artificial;
- Machine Learning;
- Gêmeos Digitais;
- Computação em Nuvem;
- Sistemas integrados de gestão de ativos.

3.6 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DOS DADOS

Os dados coletados foram submetidos à análise de conteúdo, conforme proposta por Bardin (2021). Inicialmente, os estudos selecionados foram lidos integralmente para identificação dos principais resultados relacionados à utilização da análise de dados preditivos na gestão de manutenção.

Em seguida, as informações foram sistematizadas em uma matriz comparativa contendo os seguintes elementos:

- autor ou organização responsável;

- ano de publicação;
- tipo de fonte;
- setor ou contexto de aplicação;
- tecnologia utilizada;
- impactos financeiros;
- impactos operacionais;
- contribuições para a tomada de decisão;
- principais desafios de implementação.

Com base nessa organização metodológica, foi possível reunir os principais achados dos estudos selecionados e compará-los de acordo com as dimensões financeira, operacional, estratégica e tecnológica. Essa etapa permitiu identificar padrões, semelhanças e diferenças entre as publicações analisadas, oferecendo suporte para a apresentação dos resultados a seguir.

A interpretação dos resultados foi realizada à luz dos conceitos de confiabilidade, mantenabilidade e disponibilidade definidos pela NBR 5462, bem como dos fundamentos teóricos relacionados à tomada de decisão orientada por dados, racionalidade limitada, gestão baseada em evidências e transformação digital.

Esse procedimento permitiu compreender não apenas os benefícios técnicos da manutenção preditiva, mas também sua contribuição para a Administração, especialmente no que se refere à melhoria da qualidade das decisões gerenciais, à otimização de recursos e à ampliação da capacidade estratégica das organizações.

3.7 LIMITAÇÕES METODOLÓGICAS

Como limitação metodológica, destaca-se que a pesquisa foi realizada com base em dados secundários, obtidos por meio de artigos científicos, estudos de caso e relatórios técnicos. Dessa forma, os resultados apresentados refletem as evidências identificadas nas publicações analisadas, não contemplando a aplicação direta de modelos preditivos em uma organização específica.

Outra limitação refere-se à utilização de relatórios técnicos e documentos institucionais, que, embora apresentem dados relevantes para a compreensão do mercado, podem possuir enfoques comerciais ou estratégicos próprios das organizações que os produziram. Para reduzir essa limitação, esses documentos foram utilizados de forma complementar aos artigos científicos, principalmente quando apresentavam indicadores quantitativos relevantes.

Apesar dessas limitações, o protocolo de seleção adotado permitiu reunir estudos recentes,

aderentes ao tema e capazes de oferecer evidências consistentes sobre a contribuição da análise de dados preditivos para a tomada de decisão na gestão de manutenção.

4. RESULTADOS

A partir da aplicação dos critérios metodológicos estabelecidos, foram selecionados dez estudos considerados representativos para a análise da importância dos dados preditivos na tomada de decisão da gestão de manutenção. A amostra foi composta por sete artigos científicos, uma pesquisa aplicada nacional e dois relatórios de mercado amplamente utilizados na literatura sobre manutenção preditiva e transformação digital.

Os estudos analisados abrangem diferentes setores industriais, incluindo manufatura, energia, automação industrial, manutenção de ativos e ambientes produtivos característicos da Indústria 4.0. As evidências identificadas permitiram avaliar os impactos da utilização de tecnologias preditivas sob as perspectivas financeira, operacional, estratégica e tecnológica.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DOS ESTUDOS SELECIONADOS

Tabela 1 – Caracterização dos estudos analisados

Autor(es)	Ano	Título da Publicação	Tipo de Estudo	Tecnologia Principal
Mallioris et al.	2024	Predictive Maintenance in Industry 4.0: A Systematic Multi-Sector Mapping	Revisão Sistemática	Machine Learning
Hector e Panjanathan	2024	Predictive Maintenance in Industry 4.0: A Survey of Planning Models and Machine Learning Techniques	Revisão Científica	IA e Machine Learning
Guidotti et al.	2025	A Systematic Literature Review of Supervised Machine Learning Techniques for Predictive Maintenance in Industry 4.0	Revisão Sistemática	Aprendizado Supervisionado

Paitan-Ramirez et al.	2025	Artificial Intelligence and Big Data Strategies for Predictive Maintenance in Industry 4.0	Revisão Sistemática	IA, IoT e Big Data
Nota et al.	2024	A Framework for Unsupervised Learning and Predictive Maintenance in Industry 4.0	Pesquisa Aplicada	Aprendizado Não Supervisionado
Abd Elhaleem, Zanfal e Hamdy	2025	Predictive Maintenance Based on IIoT and Machine Learning Aligned with Industry 4.0	Estudo de Caso	IIoT e Machine Learning
Jakubowski et al.	2024	Artificial Intelligence Approaches for Predictive Maintenance in the Steel Industry	Revisão Técnica	Inteligência Artificial
Zaro e Webber	2022	Desenvolvimento de Sistema para Manutenção Preditiva 4.0 Utilizando Sensores Inteligentes e Computação em Nuvem	Estudo de Caso Brasileiro	Sensores Inteligentes e Nuvem
McKinsey & Company	2021	Prediction at scale: how industry can get more value out of maintenance	Artigo técnico	IA e manutenção preditiva
Deloitte	2025	Using AI in predictive maintenance to forecast the future	Relatório Técnico	IA e manutenção preditiva

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Observa-se que 80% dos estudos analisados concentram-se na utilização de Inteligência Artificial, Machine Learning e Internet das Coisas como tecnologias centrais para a manutenção preditiva. Essa predominância demonstra a crescente convergência entre análise de dados e gestão de ativos industriais.

4.2 IMPACTOS DA ANÁLISE DE DADOS PREDITIVOS NA GESTÃO DE MANUTENÇÃO

Tabela 4 – Principais resultados identificados nos estudos selecionados

Autor(es)	Principais Resultados Operacionais	Impactos na Tomada de Decisão
Mallioris et al. (2024)	Identificação consistente de redução de falhas e aumento da disponibilidade dos ativos em diferentes setores industriais	Melhoria da capacidade de planejamento e gestão de riscos
Hector e Panjanathan (2024)	Redução de intervenções desnecessárias e aumento da eficiência operacional	Melhor alocação de recursos de manutenção
Guidotti et al. (2025)	Elevada precisão dos modelos supervisionados para previsão de falhas	Decisões mais assertivas sobre substituição de componentes
Paitan-Ramirez et al. (2025)	Integração entre IA, Big Data e IoT para monitoramento contínuo dos ativos	Fortalecimento da gestão orientada por evidências
Nota et al. (2024)	Identificação automática de padrões de degradação sem necessidade de classificação prévia	Maior capacidade de antecipação de falhas
Abd Elhaleem, Zanfal e Hamdy (2025)	Redução de interrupções operacionais por meio do monitoramento contínuo de equipamentos	Planejamento preventivo mais eficiente
Jakubowski et al. (2024)	Aplicação de IA para previsão de falhas em ambientes industriais complexos	Apoio à tomada de decisão em ambientes de alta criticidade
Zaro e Webber (2022)	Monitoramento em tempo real utilizando sensores inteligentes e computação em nuvem	Decisões operacionais baseadas em dados atualizados continuamente

McKinsey & Company (2021)	Evidencia ganhos associados ao uso de analytics e manutenção preditiva, incluindo redução de paradas não programadas, ampliação da vida útil de ativos e maior eficiência na gestão de manutenção.	Planejamento estratégico de manutenção e investimentos
Deloitte (2025)	Redução de até 70% do downtime e melhoria significativa da disponibilidade operacional	Maior previsibilidade e gestão de riscos operacionais

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

4.3 FREQUÊNCIA DOS BENEFÍCIOS ENCONTRADOS

Tabela 5 – Frequência dos Benefícios Encontrados

Benefício identificado	Número de estudos (n=10)	Frequência (%)
Redução de falhas operacionais	10	100%
Melhoria da tomada de decisão gerencial	10	100%
Aumento da disponibilidade dos ativos	9	90%
Redução do downtime (tempo de indisponibilidade)	8	80%
Redução dos custos de manutenção	8	80%
Aumento da confiabilidade operacional	8	80%
Otimização da alocação de recursos	7	70%

Fortalecimento da gestão baseada em evidências	7	70%
Ampliação da capacidade de antecipação de falhas	9	90%
Melhoria do planejamento de intervenções	8	80%

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Os resultados demonstram elevada convergência entre os estudos analisados. Observou-se que a redução de falhas operacionais e a melhoria da qualidade das decisões gerenciais foram identificadas em 100% das publicações selecionadas. Da mesma forma, verificou-se forte consenso quanto aos benefícios relacionados ao aumento da disponibilidade dos ativos, redução de custos e diminuição do tempo de indisponibilidade operacional.

Esses resultados reforçam a hipótese de que a análise de dados preditivos contribui significativamente para a transformação da manutenção em uma atividade estratégica, ampliando a capacidade organizacional de antecipar problemas e otimizar recursos.

4.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS POR DIMENSÃO

4.4.1 Dimensão Financeira

Os resultados identificados demonstram que a manutenção preditiva possui potencial para gerar benefícios financeiros significativos. Os maiores ganhos quantitativos foram observados em relatórios técnicos e estudos de mercado, especialmente nos materiais da McKinsey & Company e da Deloitte, que associam o uso de analytics, Inteligência Artificial e manutenção preditiva à redução de paradas não programadas, melhoria da disponibilidade dos ativos e aumento da eficiência operacional.

Sob a perspectiva administrativa, esses resultados demonstram que a manutenção não deve ser compreendida apenas como um centro de custos, mas como uma atividade capaz de gerar valor econômico para a organização. A redução de falhas inesperadas contribui para minimizar perdas produtivas, evitar gastos emergenciais e aumentar a previsibilidade dos investimentos em ativos.

Essa constatação está alinhada aos princípios da gestão baseada em evidências discutidos por

Davenport e Harris (2017). Segundo os autores, organizações orientadas por dados tendem a apresentar maior capacidade de identificar oportunidades de melhoria e reduzir desperdícios operacionais. Nesse sentido, os sistemas preditivos atuam como instrumentos de apoio à decisão financeira, permitindo que gestores direcionem recursos para intervenções realmente necessárias.

Além disso, diversos estudos analisados indicam que a manutenção preditiva favorece a otimização dos estoques de peças sobressalentes. Ao prever falhas com maior antecedência, as organizações podem reduzir custos associados ao armazenamento excessivo de componentes e melhorar o planejamento das aquisições.

Portanto, os resultados sugerem que a análise de dados preditivos contribui não apenas para a redução de custos operacionais, mas também para o aprimoramento da gestão financeira dos ativos organizacionais.

4.4.2 Dimensão Operacional

Os ganhos operacionais identificados nos estudos analisados demonstram forte alinhamento com os conceitos de confiabilidade, mantenabilidade e disponibilidade definidos pela NBR 5462.

Segundo a norma, a confiabilidade refere-se à capacidade de um item desempenhar sua função requerida durante determinado intervalo de tempo, enquanto a disponibilidade está relacionada à capacidade do ativo permanecer apto para operação quando necessário. Já a mantenabilidade corresponde à facilidade com que o equipamento pode ser restaurado após uma falha.

Os estudos analisados demonstram que os sistemas preditivos contribuem diretamente para o aumento desses indicadores. O monitoramento contínuo dos equipamentos permite identificar padrões de degradação antes da ocorrência de falhas críticas, reduzindo a probabilidade de interrupções inesperadas e aumentando a confiabilidade operacional.

Da mesma forma, a antecipação das intervenções favorece a redução do tempo necessário para diagnóstico e correção de problemas, contribuindo para melhorias na mantenabilidade dos ativos. Como consequência, observa-se aumento da disponibilidade operacional e redução dos períodos de indisponibilidade dos equipamentos.

Os resultados encontrados corroboram ainda a definição de manutenção preditiva estabelecida pela NBR 5462, segundo a qual essa estratégia busca reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a necessidade de manutenção corretiva. A literatura analisada demonstra que essa finalidade vem sendo alcançada por meio da utilização de tecnologias capazes de monitorar continuamente o estado dos ativos e indicar o momento mais adequado para realização das

intervenções.

Dessa forma, os dados analisados confirmam que a manutenção preditiva representa uma evolução dos modelos tradicionais de manutenção, proporcionando ganhos operacionais consistentes e alinhados aos princípios estabelecidos pela norma.

4.4.3 Dimensão Estratégica

Entre todos os resultados identificados, a contribuição mais relevante para o campo da Administração está relacionada ao fortalecimento do processo de tomada de decisão.

A teoria da racionalidade limitada proposta por Simon (1979) estabelece que gestores tomam decisões sob condições de informação incompleta, tempo reduzido e capacidade cognitiva limitada. Em ambientes industriais complexos, essas limitações podem resultar em decisões baseadas em percepções subjetivas ou em informações insuficientes.

Os sistemas de análise preditiva contribuem para reduzir essas limitações ao disponibilizar informações mais precisas e atualizadas sobre o comportamento dos ativos. Dessa forma, os gestores passam a tomar decisões fundamentadas em evidências produzidas por sensores, algoritmos e modelos analíticos, reduzindo a dependência de julgamentos intuitivos.

Essa mudança representa uma transição importante do modelo tradicional de gestão para uma abordagem orientada por dados (data-driven). Conforme discutido por Brynjolfsson e McAfee (2014), organizações que utilizam dados como recurso estratégico tendem a apresentar melhor desempenho organizacional, maior capacidade de adaptação e vantagem competitiva sustentável.

Os estudos analisados demonstram que a utilização de dados preditivos permite melhorar decisões relacionadas ao planejamento de manutenção, substituição de componentes, gestão de estoques, alocação de recursos e definição de prioridades operacionais. Consequentemente, a manutenção deixa de atuar apenas de forma reativa e passa a contribuir para a formulação de estratégias organizacionais.

Observa-se, portanto, que a principal contribuição da manutenção preditiva não está exclusivamente na redução de falhas, mas na capacidade de transformar dados operacionais em conhecimento gerencial capaz de apoiar decisões mais eficientes.

4.4.4 Dimensão Tecnológica

As tecnologias mais recorrentes foram a Inteligência Artificial, Machine Learning, Internet das Coisas e Big Data. Em conjunto, essas ferramentas permitem transformar grandes volumes de

dados operacionais em informações estratégicas para a gestão.

A integração dessas tecnologias constitui a base dos sistemas de manutenção preditiva analisados, demonstrando que a transformação digital tem papel central na evolução dos modelos de gestão da manutenção.

5. DISCUSSÃO

Os resultados obtidos confirmam os pressupostos teóricos apresentados por Simon (1979) acerca da racionalidade limitada. Segundo o autor, os gestores tomam decisões em ambientes marcados por restrições informacionais e elevada complexidade. Nesse contexto, a utilização de sistemas preditivos reduz significativamente a incerteza do processo decisório ao disponibilizar informações antecipadas sobre o comportamento dos ativos organizacionais.

Os achados também corroboram a perspectiva de Davenport e Harris (2017), segundo a qual organizações orientadas por dados apresentam maior capacidade de tomada de decisão e melhor desempenho organizacional. Observou-se que os estudos analisados associam a utilização de dados preditivos à melhoria do planejamento de manutenção, otimização dos recursos e redução de riscos operacionais.

Sob a ótica da gestão da manutenção, os resultados reforçam as contribuições de Kardec e Nascif (2019), que defendem a evolução dos modelos de manutenção corretiva e preventiva para abordagens fundamentadas em monitoramento contínuo e análise de dados. Os estudos selecionados demonstram que a manutenção preditiva possibilita intervenções mais precisas, reduzindo desperdícios e ampliando a confiabilidade dos ativos.

Entretanto, apesar dos benefícios identificados, os resultados evidenciam que a adoção de tecnologias preditivas ainda enfrenta desafios relacionados aos custos de implementação, integração tecnológica e qualificação profissional. Esse aspecto sugere que a transformação digital da manutenção não depende exclusivamente da disponibilidade tecnológica, mas também da capacidade organizacional de incorporar novas competências e processos gerenciais.

Dessa forma, os dados analisados indicam que a principal contribuição da análise preditiva não reside apenas na previsão de falhas, mas na ampliação da capacidade estratégica de tomada de decisão, transformando dados operacionais em conhecimento gerencial capaz de gerar vantagem competitiva sustentável.

5.1 BARREIRAS E DESAFIOS PARA IMPLEMENTAÇÃO

Apesar dos benefícios identificados, os estudos analisados também apontam desafios importantes relacionados à implementação da manutenção preditiva.

O primeiro desafio refere-se aos investimentos iniciais necessários para aquisição de sensores, softwares analíticos, infraestrutura tecnológica e capacitação das equipes. Embora os benefícios de longo prazo sejam amplamente reconhecidos, muitas organizações encontram dificuldades para justificar os investimentos necessários no curto prazo.

Outro obstáculo frequentemente citado na literatura está relacionado à resistência organizacional. A adoção de sistemas orientados por dados exige mudanças culturais significativas, especialmente em ambientes nos quais as decisões historicamente foram baseadas na experiência prática dos profissionais.

Além disso, a integração entre equipamentos legados e novas tecnologias representa uma dificuldade recorrente. Esses equipamentos, por serem antigos, críticos para a operação e de difícil substituição, muitas vezes não foram projetados para comunicação com sistemas digitais, exigindo adaptações adicionais para viabilizar o monitoramento contínuo.

A escassez de profissionais qualificados em análise de dados, Inteligência Artificial e manutenção digital também constitui um fator limitante para a expansão dessas tecnologias. Esse cenário reforça a necessidade de investimentos em capacitação e desenvolvimento de competências voltadas para a transformação digital.

Apesar dessas dificuldades, os resultados analisados demonstram que os benefícios operacionais, financeiros e estratégicos tendem a superar os desafios de implementação. A literatura recente indica que a manutenção preditiva continuará desempenhando papel cada vez mais relevante na gestão organizacional, especialmente em ambientes caracterizados pela crescente digitalização dos processos produtivos.

Em síntese, a análise dos resultados permite confirmar a hipótese inicialmente proposta nesta pesquisa. As evidências identificadas demonstram que a utilização de dados preditivos contribui para a melhoria da tomada de decisão na gestão de manutenção, reduzindo custos operacionais, aumentando a disponibilidade dos ativos e fortalecendo a capacidade das organizações de atuar de forma estratégica em ambientes cada vez mais orientados por dados.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O avanço da transformação digital e a crescente utilização de tecnologias associadas à Indústria

4.0 têm provocado mudanças significativas na forma como as organizações gerenciam seus ativos e conduzem seus processos de tomada de decisão. Nesse contexto, a análise de dados preditivos vem se consolidando como uma importante ferramenta de apoio à gestão de manutenção, permitindo que empresas atuem de forma mais proativa, eficiente e estratégica.

O presente estudo teve como objetivo analisar a importância da análise de dados preditivos na tomada de decisão da gestão de manutenção por meio de revisão bibliográfica e análise documental de estudos científicos e casos de aplicação publicados entre os anos de 2021 e 2026. A partir da análise realizada, foi possível identificar que a utilização de tecnologias como Internet das Coisas (IoT), Big Data, Inteligência Artificial e Machine Learning tem contribuído significativamente para a melhoria dos processos de monitoramento, planejamento e gestão dos ativos organizacionais.

Em relação ao primeiro objetivo específico, que consistia em identificar as principais técnicas de manutenção preditiva discutidas na literatura recente, verificou-se que os sistemas baseados em sensores inteligentes, monitoramento contínuo, algoritmos de aprendizado de máquina e análise de grandes volumes de dados constituem as principais soluções utilizadas atualmente pelas organizações. Observou-se ainda que essas tecnologias atuam de forma integrada, permitindo a coleta e interpretação de informações em tempo real sobre as condições operacionais dos equipamentos.

Quanto ao segundo objetivo específico, que buscava analisar os impactos operacionais, financeiros e gerenciais associados à utilização de dados preditivos, os resultados demonstraram que a manutenção preditiva proporciona benefícios relevantes em diferentes dimensões organizacionais. Entre os principais ganhos identificados destacam-se a redução de custos de manutenção, diminuição das paradas não programadas, aumento da disponibilidade dos ativos e melhoria dos indicadores de confiabilidade operacional.

No que se refere ao terceiro objetivo específico, que consistia em comparar os resultados apresentados em estudos científicos e casos de mercado, observou-se elevada convergência entre as evidências encontradas. Embora os estudos analisados tenham sido desenvolvidos em diferentes setores e contextos organizacionais, verificou-se consenso quanto à capacidade da análise preditiva de melhorar o desempenho dos ativos e fortalecer a qualidade das decisões gerenciais.

Em relação ao quarto objetivo específico, que buscava identificar os principais desafios relacionados à implementação da manutenção preditiva, foram observadas dificuldades associadas

aos investimentos iniciais necessários para aquisição de tecnologias, à integração entre sistemas legados e plataformas digitais, à resistência organizacional às mudanças e à necessidade de capacitação profissional. Esses fatores demonstram que a adoção da manutenção preditiva depende não apenas da disponibilidade tecnológica, mas também da capacidade das organizações de conduzirem processos de transformação digital.

Quanto ao quinto objetivo específico, que consistia em avaliar a contribuição da análise de dados preditivos para o processo de tomada de decisão na gestão de manutenção, os resultados demonstraram que a principal contribuição da manutenção preditiva não está exclusivamente relacionada à redução de falhas, mas à capacidade de transformar dados operacionais em informações estratégicas para a gestão. A utilização de modelos analíticos permite reduzir incertezas, melhorar o planejamento das intervenções e ampliar a capacidade dos gestores de tomar decisões fundamentadas em evidências.

A análise realizada também permitiu responder ao problema de pesquisa proposto inicialmente. Constatou-se que os principais impactos da análise de dados preditivos na gestão de manutenção estão relacionados à melhoria da eficiência operacional, redução de custos, aumento da disponibilidade dos ativos e fortalecimento do processo decisório. Dessa forma, a utilização de dados preditivos contribui para que a manutenção deixe de atuar apenas de maneira reativa e passe a desempenhar um papel estratégico dentro das organizações.

A hipótese inicialmente estabelecida nesta pesquisa foi confirmada. As evidências identificadas na literatura científica e nos casos analisados demonstram que a utilização de dados preditivos contribui significativamente para a melhoria da tomada de decisão na gestão de manutenção, reduzindo custos associados à manutenção corretiva, diminuindo o tempo de indisponibilidade dos ativos e aumentando a eficiência operacional.

Do ponto de vista acadêmico, este estudo contribui para a ampliação das discussões sobre a relação entre análise de dados, tomada de decisão e gestão de manutenção, integrando conceitos tradicionalmente abordados de forma separada pelas áreas de Administração, Engenharia de Produção e Tecnologia da Informação. Além disso, a pesquisa reforça a importância da gestão baseada em evidências como instrumento para o desenvolvimento de organizações mais eficientes e competitivas.

Sob a perspectiva gerencial, os resultados obtidos demonstram que a manutenção preditiva pode ser compreendida como um investimento estratégico e não apenas como uma solução tecnológica.

A capacidade de antecipar falhas, otimizar recursos e apoiar decisões fundamentadas em dados representa uma importante fonte de vantagem competitiva para organizações inseridas em ambientes cada vez mais dinâmicos e orientados pela informação.

Como limitação da pesquisa, destaca-se a utilização de dados secundários obtidos por meio de revisão bibliográfica e análise documental. Dessa forma, os resultados apresentados refletem as evidências identificadas nos estudos analisados, não contemplando a aplicação direta de modelos preditivos em uma organização específica.

Por fim, fica a poretensão de que pesquisas futuras investiguem a aplicação prática de sistemas preditivos em empresas brasileiras, especialmente em organizações de pequeno e médio porte. Sugere-se ainda a realização de estudos voltados à utilização de Inteligência Artificial Generativa, Gêmeos Digitais e sistemas prescritivos como ferramentas de apoio à tomada de decisão na gestão de manutenção, considerando o potencial dessas tecnologias para ampliar ainda mais os benefícios observados na manutenção preditiva.

REFERÊNCIAS

ABD ELHALEEM, Sameh; ZANFAL, Abdallah; HAMDY, Mohamed. Predictive maintenance based on IIoT and machine learning aligned with Industry 4.0: a case study in waste-water treatment plant. Neural Computing and Applications, v. 37, 2025. DOI: 10.1007/s00521-025-11463-4.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5462: confiabilidade e mantenabilidade. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

BARDIN, Laurence. Análise de conteúdo. São Paulo: Edições 70, 2021.

BRYNJOLFSSON, Erik; McAFEE, Andrew. The second machine age: work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies. New York: W. W. Norton & Company, 2014.

DAVENPORT, Thomas H.; HARRIS, Jeanne G. Competing on analytics: the new science of winning. Boston: Harvard Business Review Press, 2017.

DELOITTE. Using AI in predictive maintenance to forecast the future: the value of machine learning in predictive maintenance. Deloitte Global, 2025. Disponível no site oficial da Deloitte. Acesso em: 06 jun. 2026 .

GIL, Antonio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2022.

GUIDOTTI, Dario; PANDOLFO, Laura; PULINA, Luca. A systematic literature review of supervised machine learning techniques for predictive maintenance in Industry 4.0. IEEE Access, 2025. DOI: 10.1109/ACCESS.2025.3578686.

HECTOR, Ida; PANJANATHAN, Rukmani. Predictive maintenance in Industry 4.0: a survey of planning models and machine learning techniques. PeerJ Computer Science, v. 10, e2016, 2024. DOI: 10.7717/peerj-cs.2016.

JAKUBOWSKI, Jakub et al. Artificial intelligence approaches for predictive maintenance in the steel industry: a survey. arXiv, 2024.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. Manutenção: função estratégica. 5. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2019.

LEE, Jay et al. Industrial artificial intelligence for Industry 4.0-based manufacturing systems. Manufacturing Letters, v. 18, p. 20–23, 2018.

MALLIORIS, Panagiotis; AIVAZIDOU, Eirini; BECHTSIS, Dimitrios. Predictive maintenance in Industry 4.0: a systematic multi-sector mapping. CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, v. 50, p. 80–103, 2024. DOI: 10.1016/j.cirpj.2024.02.003 .

MCKINSEY & COMPANY. Prediction at scale: how industry can get more value out of maintenance. McKinsey & Company, 2021. Disponível no site oficial da McKinsey & Company. Acesso em: 06 jun. 2026.

NOTA, Giancarlo; NOTA, Francesco David; TORO, Alonso; NASTASIA, Michele. A framework for unsupervised learning and predictive maintenance in Industry 4.0. International Journal of Industrial Engineering and Management, v. 15, n. 4, p. 304–319, 2024. DOI: 10.24867/IJIEM-2024-4-365.

PAITAN-RAMIREZ, Nayeli; VELVEDER-ESQUECHE, Bryan; SANCHEZ-ESPINOZA, Yakelin; RAMOS-COSI, Sebastian. Artificial intelligence and Big Data strategies for predictive maintenance in Industry 4.0: a systematic review from 2019 to 2024. International Journal of Engineering Trends and Technology, v. 73, n. 6, p. 173–182, 2025. DOI: 10.14445/22315381/IJETT-V73I6P115.

PROVOST, Foster; FAWCETT, Tom. Data science for business: what you need to know about data mining and data-analytic thinking. 2. ed. Sebastopol: O’Reilly Media, 2021.

SIMON, Herbert A. Comportamento administrativo: estudo dos processos decisórios nas organizações administrativas. Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas, 1979.

ZARO, Eduardo Marcio; WEBBER, Carine Getruldes. Estudo de caso de desenvolvimento de sistema para manutenção preditiva 4.0. Revista Produção Online, Florianópolis, v. 22, n. 3, p. 3418-3340, 2022. DOI: 10.14488/1676-1901.v22i3.4557.

FACULDADE DE GESTÃO E INOVAÇÃO FGI

AUTORIZAÇÃO DE DIVULGAÇÃO ELETRÔNICA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURSO: ADMINISTRAÇÃO

NOME DO/A AUTOR/A	RG/ÓRGÃO EXPEDIDOR
1. MURILO HENRIQUE FARIAS ROCHA	6992498 PC GO
2.	
3.	
4.	

CONTATO (e-mail/telefone):

1. murilo.rocha@aluno.faculdadefgi.online / (64) 99901-0172
2. _____
3. _____

TÍTULO DO TRABALHO: A IMPORTÂNICA DA ANÁLISE DE DADOS PREDITIVOS NA TOMADA DE DECISÃO DA GESTÃO DE MANUTENÇÃO

ORIENTADOR(A): PROFESSORA Ma. ARQUIDÂNIA LÁSARA FRANCO MACIEL

(X) AUTORIZO a Faculdade FGI, a publicar, sem ressarcimento dos direitos autorais, o texto integral da obra acima citada, em formato PDF, a título de divulgação da produção científica gerada por esta Unidade Acadêmica.

( ) NÃO AUTORIZO a Faculdade FGI, a publicar, sem ressarcimento dos direitos autorais, o texto integral da obra acima citada, em formato PDF, a título de divulgação da produção científica gerada por esta Unidade Acadêmica.

FACULDADE DE GESTÃO E INOVAÇÃO FGI

Assinatura do(a) autor(a) ou autores(as)

Murilo Henrique Farias Rocha

Jataí GO, 09 de julho de 2026.