Fatec
Taquaritinga

INTERFACE TECNOLÓGICA

volume 23 – número 1 - 2026

ISSN impresso: 1807-3980 | ISSN on-line: 2447-0864
DOI: 10.31510/infa.v23i1

Centro Paula Souza

INTERFACE TECNOLÓGICA

VOLUME 23 · NÚMERO 1 · 2026
ISSN on-line 2447-0864 · ISSN impresso 1807-3980 · DOI 10.31510/infa.v23i1

EDITORA RESPONSÁVEL

Elaine Therezinha Assirati – Fatec Taquaritinga – SP – Brasil

EDITORA ASSOCIADA

Monica Servidoni – Fatec Taquaritinga – SP – Brasil

CONSELHO EDITORIAL

Alessandra Carla Furlanetti – Unesp – SP – Brasil
Angelita Moutin Segória – Unesp Jaboticabal – SP – Brasil
Carlos Roberto Regattieri – USP São Carlos – SP – Brasil
Daniela Gibertoni – UFSCar São Carlos – SP – Brasil
Eder Carlos Salazar Sotto – UFLA Lavras – MG – Brasil
Elaine Therezinha Assirati – Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
Elio Alberto Périgo – Universidade de Luxemburgo – Luxemburgo
Fábio Pessôa de Sá – Universidade Católica de Santos – SP – Brasil
João José Marques – Universidade do Minho – Portugal
Maria Aparecida Bovério – Unesp Rio Claro – SP – Brasil
Maurício de Oliveira Dian – Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
Monica Servidoni – Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
Nivaldo Carleto – Unesp Jaboticabal – SP – Brasil

SISTEMA ON-LINE

Eder Carlos Salazar Sotto – UFLA Lavras – MG – Brasil
Maurício de Oliveira Dian – Fatec Taquaritinga – SP – Brasil

CAPA, PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO

Eder Carlos Salazar Sotto – UFLA Lavras – MG – Brasil

I61 Interface Tecnológica / Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga. – v. 23, n. 1 (2026). – Taquaritinga: Faculdade de Tecnologia, 2026.
Semestral.
ISSN 1807-3980 (impresso). ISSN 2447-0864 (on-line).
DOI: 10.31510/infa.v23i1

1. Tecnologia – pesquisa. 2. Tecnologia – ciência. 3. Ensino. I. Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga.

Fatec Taquaritinga
Av. Dr. Flávio Henrique Lemos, 585 – Portal Itamaracá – Taquaritinga – SP – Brasil – CEP 15906-522
www.fatectq.edu.br · revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica

Os artigos publicados são de acesso aberto, distribuídos sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0). Os conceitos e as opiniões expressos são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

VOLUME 23 · NÚMERO 1 · 2026
ISSN on-line 2447-0864 · ISSN impresso 1807-3980 · DOI 10.31510/infa.v23i1

CONSELHO CONSULTIVO

Adauto Luiz Carrino – Fatec Araraquara – SP – Brasil
Ana Paula Martins – Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
Ana Teresa Colenci Trevelin – Fatec São Carlos – SP – Brasil
André Lucena – Cruzeiro do Sul Educacional – SP – Brasil
Andréia Brognoli Darôs – UFSC – SC – Brasil
Angelita Moutin Segória Gasparotto – Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
Antonia Santos – Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
Aparecida Maria Zem Lopes – Fatec Jahu – SP – Brasil
Arilson Rogê Lamas – Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
Brazelino Bertolete – Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
Camila Carla Guimarães – Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
Carlo Gabriel Porto-Bellini – UFPB – PB – Brasil
Carlos Pereira de Castro Filho – Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
Carlos Roberto Regattieri – Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
Daltro Cella – Fatec Catanduva – SP – Brasil
Daniela Gibertoni – Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
Daniela Rodolpho – Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
Dealison Felipe Duarte – Fatec São Carlos – SP – Brasil
Diego José Casagrande – FGV Ribeirão Preto – SP – Brasil
Djones Braz de Araujo Costa – IFRJ – RJ – Brasil
Eder Carlos Salazar Sotto – Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
Elaine Therezinha Assirati – Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
Eva Fagundes Weber – Fatec Itapetininga – SP – Brasil
Fábio Alexandre Cavichioli – Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
Fábio Pessôa de Sá – Fatec Praia Grande – SP – Brasil
Fabricio Dominguês Antonio – Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
Fernanda Cristina Pierre – Fatec Botucatu – SP – Brasil
Fernando Ribeiro dos Santos – Fatec Praia Grande – SP – Brasil
Francisco José Martins – Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
Gilberto Aparecido Rodrigues – Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
Gilberto Sussumu Hida – Fatec São Caetano do Sul – SP – Brasil
Janaina de Oliveira – Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
José Manoel Souza das Neves – Fatec Guaratinguetá – SP – Brasil
Lilson Carvalho – Etec Dr. Adail Nunes da Silva – SP – Brasil
Liriane Soares de Araújo – Fatec Catanduva – SP – Brasil
Luciana Maura Aquaroni – Etec Dr. Adail Nunes da Silva – SP – Brasil
Luciano Henrique de Almeida – Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
Luís Fernando Terazzi – Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
Luiz Gustavo Ennes Pizzaia – Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
Luiz Paulo Cadioli – Fatec Sorocaba – SP – Brasil
Mamoru Yamada – Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
Marcelo Micke Doti – Fatec Mococa – SP – Brasil
Marcos Alberto Pandolfi – Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
Matheus Henrique Bertuci – Fatec Catanduva – SP – Brasil
Maurício de Oliveira Dian – Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
Monica Servidoni – Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
Pedro Cassone de Campos – Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
Ricardo José Sartor – Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
Solange Pereira dos Farah – Fatec Sertãozinho – SP – Brasil
Valter João de Sousa – Unitau – SP – Brasil
Vanessa Amaro Vieira – Fatec Taquaritinga – SP – Brasil

INTERFACE TECNOLÓGICA

VOLUME 23 · NÚMERO 1 · 2026
ISSN on-line 2447-0864 · ISSN impresso 1807-3980 · DOI 10.31510/infa.v23i1

Sumário

44 artigos em cinco áreas da tecnologia, organizados por seção.

APRESENTAÇÃO

APRESENTAÇÃO 8
Profa. Dra. Elaine Therezinha Assirati · Editora Responsável

TECNOLOGIA EM INFORMÁTICA

OS IMPACTOS DO RECONHECIMENTO FACIAL NO CONTROLE DE ACESSO DE PESSOAS NAS INSTITUIÇÕES PÚBLICAS DE ENSINO 10
Ariadne Saraiva dos Santos · Nubia Abreu de Oliveira · Jonatas Cerqueira Dias

A INFLUÊNCIA DA INTERNET NA POLÍTICA 18
Melissa Ribeiro Marques · Giuliano Scombatti Pinto

EDUCAÇÃO COM IA: avanços e riscos para a próxima geração 26
Matheus Petri Barbosa · Elton Batistão

ALGORITMOS E PRECONCEITO: a inteligência artificial realmente é neutra? 34
Caio Felipe Barreto · Elton Batistão

A APLICAÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO AUMENTO DA PRODUTIVIDADE EMPRESARIAL 42
Pablo Fernando Peres · Giuliano Scombatti Pinto

SIMULAÇÃO DE IDENTIDADE E RISCOS ÉTICOS NA ERA DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA 52
Carlos Eduardo Torrichelli de Souza Pinto · Carlos Pereira de Castro Filho

DATA CENTERS DE IA: a escassez energética e o risco emergente na segurança da informação 59
Luan Gabriel Benfica · Kawan Melo Saraiva Sabino de Sousa · Rickelmi Henrique Ferreira dos Santos · João Emmanuel D'Alkmin Neves

IMPLANTAÇÃO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL EM APLICATIVOS MOBILE: avanços tecnológicos, desafios e perspectivas contemporâneas 69
Jeferson Vitor Pereira · Marcus Rogerio de Oliveira

DESENVOLVIMENTO DE MVP PARA MONITORAMENTO AUTOMATIZADO DE AGRICULTURA VERTICAL HIDROPÔNICA COM IOT 78
André Luis Ricartes da Silva · Renan Guilherme Nespolo

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E SEU IMPACTO NO ENSINO: uma análise sobre o TutorCode e a mediação tecnológica 88
João Carlos Kawata Salgaço · Marcus Rogerio de Oliveira

GAMIFICAÇÃO E CONTROLE SOCIAL: a lógica dos jogos aplicada à vida real 97
Ana Luiza Quintana Pinto · Thais Cristina Casagrande

ACESSIBILIDADE E TECNOLOGIAS ASSISTIVAS NA GESTÃO DE PESSOAS 106
Alison Natan Santana da Cunha · João Vitor Lopes Gutierres · Liriane Soares de Araújo

AS TECNOLOGIAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E TELECIRURGIA NA ÁREA DA SAÚDE 116
Victor Aparecido Mazzi Luciano · Elton Batistão

INDÚSTRIA 4.0: um estudo de caso do sistema de monitoramento em tempo real no setor metalúrgico 125
Gustavo Henrique Escapa · Kauã Otávio Praizi Marques · Elton Cesar Prando · Liriane Soares de Araújo

CYBER SEGURANÇA E PERÍCIA FORENSE 136
Stephanie Fortunato Tavares

ACESSIBILIDADE EM PLATAFORMAS DE ENSINO REMOTO: inclusão digital na educação online 145
Murillo Araujo de Jesus · Daniela Gibertoni

TECNOLOGIA EM GESTÃO EMPRESARIAL

A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADA AO GERENCIAMENTO DE PROJETO: análise do acesso ao conhecimento científico produzido 151
Rafael Rodrigo Ferreira de Lima

ENTRE O CONSUMO E O ENDIVIDAMENTO: educação financeira na formação de jovens e a proposição de um modelo pedagógico para o desenvolvimento do comportamento empreendedor 159
Ana Teresa Colenci Trevelin

REDEFINIÇÃO DAS COMPETÊNCIAS ESTRATÉGICAS NO RH 4.0: evidências do mercado de trabalho 168
Beatriz Cristina de Matos · Lilian Segnini Rodrigues

ECONOMIA E SUSTENTABILIDADE NA RECAUCHUTAGEM DE PNEUS EM UMA COOPERATIVA DO AGRONEGÓCIO: estudo de caso no interior de São Paulo 177
Ezequiel dos Santos · Oswaldo Lázaro Mendes

INTENÇÃO DE ROTATIVIDADE: análise em uma empresa especializada em peças para máquinas agrícolas 186
Pâmela Dias Parada · Taiane Cristina Corrêa · Rafael Francisco Campos Pianno · Sandra Regina Chalela Ayub

TECNOLOGIA EM AGRONEGÓCIO

A ERRADICAÇÃO DA SOQUEIRA COMO PRÁTICA SUSTENTÁVEL DE MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS E RENOVAÇÃO DO SOLO NA PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR 197
Kayron Gabriel Gomes Botelho · Camila Carla Guimarães

O MERCADO INTERNACIONAL DE AMÊNDOAS DE CACAU E A INSERÇÃO DO BRASIL NA CADEIA PRODUTIVA GLOBAL 205
Daltro Cella · Paula Regina de Jesus Pinsetta Pavarina

MERCADO INTERNACIONAL DO CACAU: produção e dinâmica de preços 217
Maria Clara Janoni Jorge · Kamili Vitória Miranda Marques · Daltro Cella

COMO TORNAR A PRODUÇÃO AGRÍCOLA MAIS SUSTENTÁVEL E EFICIENTE 228
Vitória de Fátima Nogueira Cardoso · Alessandra Carla Furlanetti

O MERCADO DE CARNE DE FRANGO NO BRASIL: desafios e perspectivas pós-pandemia da COVID-19 237
Tais de Cássia Souza Silva · Marcos Alberto Claudio Pandolfi

AVALIAÇÃO DAS PERDAS E ESTRATÉGIAS DE OTIMIZAÇÃO NO PROCESSAMENTO DE GOIABA PARA PRODUÇÃO DE POLPA 246
Kamille Teixeira

PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE: desafios, práticas e perspectivas no agronegócio brasileiro 254
Gregori Eduardo Di Santo · Ricardo Luiz Marks · Vanessa Amaro Vieira

TECNOLOGIA EM PRODUÇÃO INDUSTRIAL

REDUÇÃO NO TEMPO DE SETUP EM UMA EMPRESA DE ARTEFATOS DE BORRACHA ATRAVÉS DA METODOLOGIA SMED 264
Fernando Matheus Pereira · Arthur Carrasqueira · Bruna Vercesi da Costa · Rosemary Chiuchi Magrini

LOGÍSTICA REVERSA E EMBALAGENS SUSTENTÁVEIS NA COMPETITIVIDADE ORGANIZACIONAL: uma revisão bibliográfica 273
Ingrid Caroline Garavello · Luís Fernando Terazzi

GESTÃO DE PESSOAS NO VAREJO ALIMENTAR: desafios, benefícios e práticas organizacionais 281
Laís Matheus de Angeli · Luís Fernando Terazzi

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADA AO PLANEJAMENTO E PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO: interfaces com a Indústria 4.0 e o Lean Manufacturing 292
Simone de Lourdes de Almeida · Luís Fernando Terazzi

DESAFIOS E BOAS PRÁTICAS DE ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO NA IMPLANTAÇÃO DE UMA DESTILARIA 301
Eduardo Felipe de Aquino · Luís Fernando Terazzi

APLICAÇÃO DO 5S COMO FERRAMENTA DE SEGURANÇA E ORGANIZAÇÃO DE AMBIENTES PRODUTIVOS 310
Angélica Daiana Sabino · Daniela Rodolpho

O USO DA TECNOLOGIA RFID: identificação por radiofrequência como melhoria no setor metalúrgico 318
Elvis Willian Rodrigues · João de Lucca Filho

LEAN MANUFACTURING NA AGROINDÚSTRIA: análise e perspectivas a partir de uma revisão da literatura 328
Ana Clara Galleani · Luís Fernando Terazzi

OTIMIZAÇÃO DO FLUXO DE MATERIAIS: um estudo em uma fabricante de implementos agrícolas 335
Matheus Lopes Pio · Fabricio Domingues Antonio

FARINHA FUNCIONAL PARA ALIMENTAÇÃO DE GADO A PARTIR DA CASCA E DO BAGAÇO DO ABACAXI 347
Guilherme Santos · Marcos Alberto Claudio Pandolfi

APLICAÇÃO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NO VAREJO PARA PROMOVER TRANSPARÊNCIA E RASTREABILIDADE NA CADEIA DE SUPRIMENTOS 356
Noely Luana Cuestas · Daniela Rodolpho

IMPACTO DA QUALIDADE NO AUMENTO DA PRODUTIVIDADE E SATISFAÇÃO DO CLIENTE: uma análise crítica no setor de alimentos e bebidas 366
Edvania Oliveira · Diego José Casagrande

AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL SUSTENTÁVEL: uma análise comparativa de tecnologias e seus impactos ambientais em residências urbanas 374
Luís Gustavo de Mello Vano Júnior · Ramílio Ramalho Reis Filho

SIMULAÇÃO CAE E OTIMIZAÇÃO TOPOLÓGICA: análise de viabilidade técnica e econômica aplicada ao desenvolvimento de produtos industriais 383
David Casasanta Alves · Ramílio Ramalho Reis Filho

APLICAÇÕES DA FIBRA DE CARBONO NA INDÚSTRIA AERONÁUTICA: desempenho, ciclo de vida e desafios de sustentabilidade 392
Giovanna Aparecida de Oliveira · Ramílio Ramalho Reis Filho

TECNOLOGIA EM COMUNICAÇÃO

ENTRE PRODUÇÃO E RECONHECIMENTO: a visibilidade dos grupos de pesquisa da Fatec Taquaritinga 402
Pedro Augusto Pivetta · Ricardo José Sartor

INTERFACE TECNOLÓGICA
VOLUME 23 · NÚMERO 1 · 2026
ISSN on-line 2447-0864 · ISSN impresso 1807-3980 · DOI 10.31510/infa.v23i1

Apresentação

Prezado leitor,

É com muita alegria e satisfação que lhe apresentamos uma nova edição da Revista INTERFACE TECNOLÓGICA. Para nosso orgulho, esta é sua vigésima terceira edição, tendo como missão primordial levar ao leitor conteúdos de relevância, pesquisas inovadoras, informação de qualidade, incentivo ao debate, no que tange às grandes áreas da ciência e da tecnologia, para assim contribuir com a difusão de novidades que, a cada dia, surgem no cenário técnico-científico.

A presente edição contempla um expressivo número de artigos que examinam com profundidade assuntos relativos à Informática, cujos temas primam pelas inovações na área; ao Agronegócio, onde o leitor poderá encontrar temáticas de seu interesse; à Produção Industrial, em que são discutidas questões variadas e inovadoras da área; à Gestão Empresarial, para a qual são propostas interessantes questões, sobretudo a todos aqueles que buscam o conhecimento neste domínio do saber.

Por tudo isso, é de grande importância expressar nossa gratidão a todos os Autores que nos honraram com seus trabalhos, estudos e pesquisas. Estamos convictos de que cada um deles dedicou muito de seu precioso tempo às diversas etapas que envolvem a elaboração de um trabalho técnico-científico.

Do mesmo modo, com imenso reconhecimento e apreço, destacamos o valor e o mérito de todos os que colaboraram com seus pareceres, bem como da nossa equipe editorial, que, com seu competente trabalho e muita dedicação, tornou possível a realização deste volume. O meu muito obrigada ao Prof. Eder Carlos Salazar Sotto, ao Prof. Maurício de Oliveira Dian e à Profa. Mônica Cristina Servidoni.

A você, caro leitor, o nosso sincero agradecimento por compartilhar conosco as páginas a seguir, que refletem os princípios e valores nos quais acreditamos.

Excelente leitura!

Profa. Dra. Elaine T Assirati
Editora Responsável

INTERFACE TECNOLÓGICA

SEÇÃO 01

TECNOLOGIA EM INFORMÁTICA

16 artigos

VOLUME 23 · NÚMERO 1 · 2026

INTERFACE TECNOLÓGICA

TECNOLOGIA EM INFORMÁTICA
Interface Tecnológica · v. 23, n. 1, 2026 · p. 10–17
ISSN on-line 2447-0864 · ISSN impresso 1807-3980
https://doi.org/10.31510/infa.v23i1.2399

OS IMPACTOS DO RECONHECIMENTO FACIAL NO CONTROLE DE ACESSO DE PESSOAS NAS INSTITUIÇÕES PÚBLICAS DE ENSINO

The impacts of facial recognition on access control of people in public educational institutions

Ariadne Saraiva dos Santos[1], **Nubia Abreu de Oliveira**[2], **Jonatas Cerqueira Dias**[3]

AUTORIA

[1] **Ariadne Saraiva dos Santos**
Fatec Praia Grande – SP – Brasil
ariadne.santos2@fatec.sp.gov.br
ORCID: https://orcid.org/0009-0005-2167-472X

[2] **Nubia Abreu de Oliveira**
Fatec Praia Grande – SP – Brasil
nubia.oliveira4@fatec.sp.gov.br
ORCID: https://orcid.org/0009-0000-3065-8776

[3] **Jonatas Cerqueira Dias**
Fatec Praia Grande – SP – Brasil
jonatas.dias2@fatec.sp.gov.br
ORCID: 0000-0003-2515-8018

HISTÓRICO

Recebido	18/03/2026
Aceito	04/06/2026
Publicado	30/06/2026

COMO CITAR

SANTOS, A. S.; OLIVEIRA, N. A.; DIAS, J. C. Os impactos do reconhecimento facial no controle de acesso de pessoas nas instituições públicas de ensino. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 23, n. 1, p. 10-17, 2026. DOI: 10.31510/infa.v23i1.2399.

LICENÇA

Artigo de acesso aberto distribuído sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

cc BY 4.0

RESUMO

Este artigo analisa os impactos do uso da tecnologia de reconhecimento facial no controle de acesso em instituições públicas de ensino considerando quesitos como segurança e privacidade, implicações éticas e legais, precisão dos algoritmos e custo de implementação. A crescente adoção dessa tecnologia por escolas públicas brasileiras pretende enfrentar desafios na segurança, no entanto, seu uso levanta preocupações quanto à privacidade, discriminação algorítmica, custos de implementação e ausência de regulamentações específicas. A fundamentação trata da segurança pública e a importância no controle de acesso de pessoas, do que é o reconhecimento facial, os principais algoritmos utilizados, seus níveis de precisão, e os riscos associados ao armazenamento de dados biométricos sensíveis. A metodologia empregada foi a revisão bibliográfica, com análise de estudos científicos, relatórios técnicos e experiências práticas documentadas. Como resultado, observou-se que, embora o reconhecimento facial ofereça benefícios operacionais, sua adoção sem o devido planejamento, transparência e respeito aos direitos fundamentais pode comprometer a segurança jurídica e ética do ambiente escolar. Conclui-se que o uso dessa tecnologia deve ser acompanhado de regulamentação clara, estudos de impacto e participação da comunidade escolar nas decisões de sua implementação.

Palavras-chave: Instituições públicas de ensino. Reconhecimento facial. Ética tecnológica. Gestão escolar. Proteção de dados.

ABSTRACT

This article analyzes the impacts of using facial recognition technology in access control in public educational institutions, considering aspects such as security and privacy, ethical and legal implications, algorithm accuracy and implementation costs. The growing adoption of this technology by Brazilian public schools aims to address security challenges; however, its use raises concerns about privacy, algorithmic discrimination, implementation costs, and the lack of specific regulations. The rationale addresses public safety and its importance in controlling people's access, what facial recognition is, the main algorithms used, their levels of accuracy, and the risks associated with storing sensitive biometric data. The methodology used was a literature review, with analysis of scientific studies, technical reports, and documented practical experiences. As a result, it was observed that, although facial recognition offers operational benefits, its adoption without proper planning, transparency, and respect for fundamental rights can compromise the legal and ethical security of the school environment. It is concluded that

the use of this technology must be accompanied by clear regulations, impact studies, and participation of the school community in decisions regarding its implementation.

Keywords: Public educational institutions. Facial recognition. Technological ethics. School management. Data protection.

1 INTRODUÇÃO

A segurança física em instituições públicas de ensino tem sido uma preocupação crescente diante de desafios como violência, evasão escolar e acesso não autorizado a ambientes escolares. Neste contexto, o uso de tecnologias de reconhecimento facial tem se destacado como uma solução tecnológica promissora para o controle de acesso e monitoramento de alunos e visitantes. Diversos municípios brasileiros vêm adotando sistemas baseados em biometria facial com o intuito de otimizar a gestão escolar, garantir a presença de estudantes em sala de aula e, principalmente, aumentar a segurança nas dependências das escolas (TAVARES *et al*., 2023).

Embora a proposta seja vista por alguns gestores como um avanço na modernização do ambiente educacional, essa tecnologia levanta debates sobre privacidade, consentimento, discriminação algorítmica e eficácia prática. Especialistas alertam que, apesar da popularização do reconhecimento facial, sua aplicação em espaços educacionais ainda carece de estudos sobre impactos nos direitos fundamentais de crianças e adolescentes, bem como de regulamentações específicas que orientem sua implementação (UNIVERSIDADE TIRADENTES, 2024; JAZAR *et al*., 2023).

O caso do Paraná é emblemático: entre 2022 e 2023, a tecnologia foi implementada em 1.667 escolas públicas por meio do programa Educação para o Futuro, com o objetivo de combater a evasão escolar e garantir maior controle de frequência (JAZAR *et al*., 2023). No entanto, essa medida também gerou críticas sobre a redução da autonomia docente e preocupações quanto ao uso e armazenamento dos dados biométricos dos alunos, especialmente à luz da Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD).

De acordo com Tavares *et al.* (2023), a adoção de tecnologias como o reconhecimento facial nas escolas públicas brasileiras muitas vezes desvia o foco das verdadeiras necessidades do sistema educacional, como investimentos em infraestrutura, valorização dos profissionais da educação e melhoria das condições de aprendizagem. Diante desse cenário, este artigo tem como objetivo geral analisar, por meio de revisão bibliográfica, os impactos do reconhecimento facial no controle de acesso em instituições públicas de ensino, avaliando como a tecnologia pode contribuir para a segurança sem comprometer os direitos fundamentais da comunidade escolar. Como objetivos específicos, o estudo propõe-se a: investigar as implicações éticas e legais frente à LGPD; discutir a precisão e os riscos de discriminação algorítmica; e refletir sobre a viabilidade econômica dessas ferramentas. A pesquisa justifica-se pela relevância e atualidade do tema, dado o impacto direto da gestão de dados biométricos na privacidade de alunos e docentes.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Segurança pública e a importância do controle de acesso de pessoas

Segundo Vedova (2023), a segurança pública deve ser compreendida como um sistema amplo e integrado que vai além das ações repressivas do Estado, envolvendo também políticas de prevenção, inclusão social e garantia dos direitos fundamentais. Ela representa um instrumento base para a convivência democrática, sendo responsabilidade não apenas do poder público, mas de toda a sociedade.

De acordo com Rodrigues (2023), a proteção de dados pessoais vai além do ambiente digital, pois é no mundo físico que se encontram os ativos que sustentam a infraestrutura tecnológica, como servidores e equipamentos de rede. Assim, o controle de acesso físico é o que garante a conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), já que não é possível implantar medidas eficazes de segurança da informação sem considerar os meios físicos que armazenam e processam os dados.

2.2 Reconhecimento facial e algoritmos de identificação

Conforme Santos *et al.* (2023), o reconhecimento facial é uma tecnologia biométrica que identifica indivíduos por meio da análise matemática de características únicas do rosto. Ainda segundo o autor, o processo envolve três etapas: (1) detecção de pontos faciais-chave como a distância entre olhos, formato da mandíbula, profundidade das órbitas oculares e outros 84 pontos faciais, convertendo-os em um código numérico único, (2) criação de uma "assinatura facial" (fórmula matemática baseada nas características) e (3) comparação com um banco de dados pré-existente para verificação ou identificação.

O estudo de Braga (2023) detalha a implementação prática: sistemas utilizam algoritmos para detecção facial e Análise Discriminante Linear (LDA) para extração de características, alcançando até 72,37% de precisão em ambientes movimentados. Segundo ela, a tecnologia evoluiu de métodos rudimentares (como PCA – *Principal Component Analysis*) para redes neurais convolucionais (CNNs), que melhoram a adaptação a variações de iluminação e ângulo.

2.3 Precisão dos algoritmos

Pessoa (2019) define Eigenfaces como o conjunto de autovetores de uma matriz contendo imagens de rostos. Ainda segundo ele, a técnica foi desenvolvida por Sirovich e Kirby ao tratar dos padrões encontrados em imagens de rostos utilizando o método de Análise de Componentes Principais (sigla PCA em inglês).

Segundo Silva *et al*. (2021), o algoritmo Fisherfaces utiliza uma matriz de transformação voltada para a diferenciação entre classes, reduzindo a influência da iluminação, o que o torna distinto do método Eigenfaces.

De acordo com Silva (2023), o algoritmo LBPH combina as técnicas de Local Binary Pattern (LBP) e Histogram Oriented Gradients (HOG), sendo reconhecido por sua alta precisão, inclusive em diferentes ângulos faciais, como de frente e de lado.

2.4 Custos

Tavares *et al.* (2023) indicam que a implementação de tecnologias de reconhecimento facial nas escolas ocorre principalmente por meio de licitações e que envolve custos significativos, que variam amplamente entre os municípios. Ainda segundo eles, o contrato feito no município de Goiânia apresentou o valor R$ 9.379.305,00, enquanto o contrato feito no município de Xaxim apresentou o valor de R$ 55.680,00. Os autores destacam que alguns locais enfrentam desafios orçamentários, o que levanta questões sobre a viabilidade financeira de tais projetos em um contexto de escassez de recursos para a educação. Também aponta que, embora a tecnologia de reconhecimento facial seja apresentada como uma solução para otimizar a gestão escolar e reduzir custos operacionais, a realidade é que os investimentos iniciais e os custos de manutenção podem ser

elevados, o que pode desviar recursos de outras áreas essenciais da educação, como infraestrutura e formação de professores.

2.5 Regulamentação e segurança

Segundo uma matéria adaptada de dados do Serpro a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) trata da proteção dos direitos fundamentais de liberdade e privacidade, criando um ambiente de segurança jurídica para o tratamento de dados pessoais no Brasil. Segundo a LGPD, todos os dados tratados, sejam em meio físico ou digital, estão sujeitos à regulação, assegurando que a proteção se aplique a qualquer informação que possa identificar uma pessoa (MPF, 2025).

A ISO 27001 é uma norma internacional para a gestão da segurança da informação na proteção da confidencialidade, integridade e disponibilidade dos dados, independentemente do tipo de organização. Embora a ISO 27001 e a LGPD tratem de aspectos relacionados à segurança da informação, a certificação na norma não garante que uma empresa esteja em conformidade com as exigências da LGPD, que regula especificamente a coleta e o tratamento de dados pessoais (BASQUES, 2025). Godoy e Morastico (2019) propõem o reconhecimento facial como uma solução para melhorar a segurança física em ambientes corporativos, atendendo regulamentações como ISO 27001:2013 e LGPD.

O artigo de Silva, Franqueira e Hartmann (2021) destaca a ausência de normas específicas que regulem o uso dessa tecnologia. Segundo os autores, a legislação em muitos países da América Latina ainda não é suficiente para abordar as particularidades do reconhecimento facial, o que gera preocupações quanto à proteção de dados pessoais e à transparência no uso dessas ferramentas. A falta de uma regulamentação eficaz tem sido apontada como um fator que contribui para a violação de direitos fundamentais, como a privacidade e a liberdade de expressão. Os autores sugerem a implementação de diretrizes claras, que incluam mecanismos de auditoria independente, transparência e responsabilização.

2.6 Riscos à privacidade

Segundo o professor Calasans, o armazenamento inadequado de dados faciais pode expor os cidadãos a sérios riscos, como roubo de identidade e fraudes, uma vez que os dados biométricos são permanentes e não podem ser alterados como senhas convencionais. Além disso, observa que os algoritmos de reconhecimento facial podem apresentar falhas significativas na identificação de indivíduos de diferentes etnias, gêneros ou idades, o que levanta preocupações sobre discriminação (UNIVERSIDADE TIRADENTES, 2024).

Tavares *et al.* (2023) destacam que a adoção de tecnologias de reconhecimento facial nas escolas levanta sérias preocupações em relação à privacidade dos estudantes, uma vez que esses sistemas coletam e armazenam dados biométricos sensíveis. Destacam ainda que a falta de estudos de impacto sobre os direitos humanos antes da implementação dessas tecnologias é um ponto crítico, pois pode resultar em violações da privacidade e da dignidade dos alunos.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Conforme Canuto e Oliveira (2020), os estudos de revisão bibliográfica são caracterizados pela análise de publicações científicas já consolidadas, como livros, artigos, teses e dissertações, sem recorrer diretamente à observação de fenômenos empíricos. Esse tipo de pesquisa utiliza fontes secundárias, ou seja, interpretações e discussões elaboradas por outros autores sobre determi-

nado tema. Sendo assim, a presente pesquisa se caracteriza como uma revisão bibliográfica, uma vez que permitiu a elaboração de uma tabela comparativa com itens que favorecem ou desfavorecem a aplicação do reconhecimento facial.

Os critérios analisados foram extraídos de estudos científicos e técnicos, e organizados de forma a permitir uma análise qualitativa das facilidades e limitações do uso do reconhecimento facial, pois, segundo Pereira (2013), a seção de resultados de um artigo científico tem como principal função apresentar de forma clara e objetiva os dados obtidos ao longo da pesquisa, sintetizando apenas as informações mais relevantes, sem incluir interpretações ou discussões, que devem ser reservadas para seções específicas do trabalho.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção apresenta os resultados obtidos a partir da pesquisa bibliográfica e discute os principais impactos dessa tecnologia no ambiente estudantil. A análise permitiu identificar aspectos importantes da adoção do reconhecimento facial no ambiente escolar, especialmente quanto à segurança, precisão dos algoritmos, custos, regulamentação e privacidade. Foi possível perceber, conforme Tavares *et al.* (2023), que a tecnologia contribui para maior agilidade no controle de entrada e saída de pessoas, reduzindo a necessidade de intervenção humana e favorecendo uma gestão mais eficiente dos fluxos nos ambientes escolares. Essa automação amplia o monitoramento em tempo real e fortalece a rastreabilidade dos acessos para a proteção de alunos, professores e funcionários.

Sobre o desempenho dos algoritmos de reconhecimento facial, estudos como os de Braga (2023), Silva *et al.* (2021) e Silva (2023) demonstram que técnicas como Eigenfaces, Fisherfaces e LBPH podem alcançar bons níveis de precisão quando utilizadas em ambientes adequados e com bancos de dados estruturados. Isso é um fator positivo no uso dessa tecnologia como auxílio no controle de acesso de pessoas. No entanto, como destaca a Universidade Tiradentes (2024), isso não impede a ocorrência de falhas decorrentes de fatores como iluminação, ângulos de captura e possíveis discriminações algorítmicas relacionadas a etnia, idade ou gênero, lembrando a necessidade de abordagens criteriosas na implementação.

Outro fator importante observado é acerca dos desafios legais e éticos. Pesquisas de Silva, Franqueira e Hartmann (2021) apontam que a ausência de regulamentação específica para o uso de reconhecimento facial na América Latina eleva o risco de uso inadequado dos dados e compromete direitos fundamentais. Por outro lado, autores como Basques (2025) e Godoy e Morastico (2019) afirmam que, quando alinhada à Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) e a práticas de segurança da informação, essa tecnologia pode apresentar resultados muito positivos. MPF (2025) corrobora o descrito anteriormente, chamando a atenção para que haja clareza nas finalidades de uso, transparência no tratamento dos dados e mecanismos de responsabilização.

Quanto aos custos, Tavares *et al.* (2023) evidenciam que os investimentos iniciais podem ser elevados, especialmente pela necessidade de infraestrutura, equipamentos e capacitação profissional. Apesar disso, os autores também apontam que a médio e longo prazo os benefícios relacionados à segurança, automação e eficiência operacional tendem a superar os gastos iniciais, tornando a adoção viável em muitos contextos educacionais.

A questão da privacidade se mostrou um ponto de atenção. Conforme alerta a Universidade Tiradentes (2024), dados biométricos são permanentes e, se vazados, não podem ser substituídos como senhas convencionais.

Por meio do que foi obtido nos estudos de Tavares *et al.* (2023), Silva *et al.* (2021), Silva (2023), Braga (2023), Basques (2025), Godoy e Morastico (2019), Universidade Tiradentes (2024) e MPF (2025), foi possível construir o Quadro 1, que sintetiza os principais critérios analisados e compara os aspectos que favorecem e desfavorecem o uso do reconhecimento facial no controle de acesso escolar. Nesse comparativo, é possível observar como segurança, precisão dos algoritmos e eficiência operacional surgem como pontos fortes, enquanto privacidade, custos e regulamentação se destacam como desafios que exigem atenção constante.

Quadro 1 – Critérios acerca do reconhecimento facial

Critério	Favorece	Desfavorece
Segurança e controle de acesso	Aumenta a agilidade na entrada e saída de pessoas; Reduz intervenção humana na verificação; Auxilia na inibição de entradas não autorizadas; Melhora o controle de presença e monitoramento em escolas.	Vulnerabilidades decorrentes de má implementação podem gerar falhas; Risco de erros de identificação (falhas com etnias, idades e gêneros: discriminação algorítmica); Possível uso inadequado do armazenamento de dados.
Precisão dos algoritmos	Algoritmos Eigenface, Fisherface e LBPH alcançam bons níveis de precisão quando utilizados corretamente; CNNs aumentam precisão mesmo com variação de iluminação.	Algoritmos são sensíveis a variações de iluminação, ângulo e oclusões; Podem ter desempenho inferior para alguns grupos (gênero, etnia, idade).
Custo de implementação	Pode otimizar a gestão escolar e reduzir custos operacionais a longo prazo.	Alto investimento inicial; Custos de manutenção e infraestrutura podem ser elevados.
Regulamentação	Possibilidade de estar em conformidade com normas como LGPD e ISO 27001 quando bem implementado.	Ausência de normas específicas para reconhecimento facial na América Latina; Falta de regulamentação clara aumenta riscos de violação de direitos fundamentais.
Privacidade	Possibilidade de aplicar consentimento, transparência e políticas de segurança, quando bem gerido.	Dados biométricos são sensíveis e permanentes; se vazarem, não podem ser alterados; Risco de vigilância excessiva e monitoramento indevido; Falta de estudos de impacto sobre direitos humanos.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

5 CONCLUSÃO

A implementação do reconhecimento facial como ferramenta de controle de acesso em instituições públicas de ensino representa um avanço significativo no que se refere à modernização da segurança e à eficiência na gestão dos espaços escolares. Ao longo deste estudo, foi possível identificar que essa tecnologia oferece benefícios expressivos, como a automação do processo de entrada e saída de pessoas, a redução da intervenção humana, o aumento da precisão no controle de acessos e a inibição de entradas não autorizadas. Contudo, a adoção dessa tecnologia envolve não apenas questões técnicas e operacionais, mas também importantes reflexões sociais e éticas.

A presença de sistemas de vigilância biométrica em ambientes educacionais levanta preocupações legítimas relacionadas à privacidade, ao consentimento dos usuários e ao risco de uso indevido dos dados pessoais. Nesse sentido, é fundamental que a implantação de sistemas de reconhecimento facial esteja em conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), respeitando os princípios de transparência, segurança, necessidade e finalidade no tratamento das informações sensíveis dos indivíduos. Ainda deve-se considerar o impacto social causado pela sensação de constante vigilância. Em contextos educacionais, onde a liberdade, a inclusão e a confiança são necessários para o desenvolvimento humano, é preciso equilibrar o uso da tecnologia

com o bem-estar dos alunos, professores e demais integrantes da comunidade acadêmica. A implantação deve ser acompanhada por ações de conscientização, consulta pública e participação dos usuários no processo decisório.

Conclui-se, portanto, que o reconhecimento facial possui potencial para transformar positivamente a forma como o acesso é gerenciado em instituições públicas de ensino, promovendo maior segurança, controle e eficiência. Mas, sua aplicação deve ser conduzida com responsabilidade, ética e respeito aos direitos individuais. O uso consciente dessa tecnologia, aliado a políticas claras de proteção de dados e à valorização do diálogo com a comunidade, pode contribuir significativamente para uma gestão educacional mais moderna, segura e socialmente justa.

REFERÊNCIAS

BASQUES. **Entenda a relação entre ISO 27001 e LGPD**. [*S. l.*: *s. n.*], 2025. Disponível em: https://blwinner.com.br/blog/entenda-a-relacao-entre-iso-27001-e-lgpd/. Acesso em: 11 fev. 2025.

BRAGA, L. F. Z. **Sistemas de reconhecimento facial**. 2023. Universidade de São Paulo, 2023. Disponível em: https://bdta.abcd.usp.br/directbitstream/46b694a0-715b-462d-a8b7-546ea4ef259d/Braga_Luiz_Filipe_Zenicola.pdf. Acesso em: 6 fev. 2025.

CANUTO, Lívia Teixeira; OLIVEIRA, Adélia Augusta Souto de. Métodos de revisão bibliográfica nos estudos científicos. **Psicologia em Revista**, v. 26, n. 1, p. 82-100, 2020. DOI: https://doi.org/10.5752/P.1678-9563.2020v26n1p82-100.

GODOY, Samuel Pereira de; MORASTICO, Andrey Cesar. **Segurança física com reconhecimento facial**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Computação) – Centro Universitário Uninter, Curitiba, 2019.

JAZAR, M. M. *et al.* **Reconhecimento facial nas escolas públicas do Paraná**: relatório 2023. [*S. l.*: *s. n.*], 2023. Disponível em: https://www.observatoriodasmetropoles.net.br/wp-content/uploads/2023/11/Relatorio_Reconhecimento-Facial_2023.pdf. Acesso em: 23 mar. 2025.

MPF. **O que é a LGPD?** [*S. l.*: *s. n.*, *s. d.*]. Disponível em: https://www.mpf.mp.br/servicos/lgpd/o-que-e. Acesso em: 11 fev. 2025.

PEREIRA, Mauricio Gomes. A seção de resultados de um artigo científico. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 22, n. 2, p. 353-354, jun. 2013. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/periodicos/epidemiologia_servicos_saude_volume22_n2.pdf. Acesso em: 28 mar. 2025.

PESSOA, Willian. **Reconhecimento de padrões — Eigenfaces**. Medium, 12 jun. 2019. Disponível em: https://medium.com/@williangpessoa/reconhecimento-de-padr%C3%B5es-eigenfaces-e4cef8f04919. Acesso em: 5 mar. 2025.

RODRIGUES, Fabrizio. **A importância do controle de acesso físico**. JusBrasil, 2023. Disponível em: https://www.jusbrasil.com.br/artigos/a-importancia-do-controle-de-acesso-fisico/886526945. Acesso em: 28 mar. 2025.

SANTOS, Lucas Gabriel de Matos *et al.* Reconhecimento facial: tecnologia, racismo e construção de mundos possíveis. **Psicologia & Sociedade**, [*s. l.*], v. 35, e277141, 2023. DOI: https://doi.org/10.1590/1807-0310/2023v35e277141. Acesso em: 6 jan. 2025.

SILVA, E. V. C. **Avaliação de algoritmos de reconhecimento facial para autenticação de usuários**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023. Disponível em: https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/41074/3/Avalia%C3%A7%C3%A3oAlgoritmosReconhecimento.pdf. Acesso em: 28 mar. 2025.

SILVA, J. L.; OLIVEIRA, I.; TOPOLNIAK, Z. H.; ALVAREZ, A. B. Estudo e análise de técnicas de visão computacional para reconhecimento de expressões faciais no monitoramento individual visando a prevenção de colapsos autistas. **Revista Conexão na Amazônia**, v. 3, n. 2, p. 147-167, 2021.

SILVA, Lorena Abbas da; FRANQUEIRA, Bruna Diniz; HARTMANN, Ivar A. O que os olhos não veem, as câmeras monitoram: reconhecimento facial para segurança pública e regulação na América Latina. **Revista Digital de Direito Administrativo**, v. 8, n. 1, p. 171-204, 2021. DOI: https://doi.org/10.11606/issn.2319-0558.v8i1p171-204. Disponível em: https://www.revistas.usp.br/rdda/article/view/173903. Acesso em: 10 nov. 2024.

TAVARES, C.; SIMÃO, B.; MARTINS, F.; SANTOS, B.; ARAÚJO, A. **Tecnologias de vigilância e educação**: um mapeamento das políticas de reconhecimento facial em escolas públicas brasileiras. São Paulo: InternetLab, 2023. Disponível em: https://internetlab.org.br/wp-content/uploads/2023/06/Educacao-na-mira-PT_06.pdf. Acesso em: 28 mar. 2025.

UNIVERSIDADE TIRADENTES. **Reconhecimento facial traz desafios para a privacidade e proteção de dados**. [*S. l.*], 2024. Disponível em: https://portal.unit.br/blog/noticias/reconhecimento-facial-traz-desafios-para-a-privacidade-e-protecao-de-dados/. Acesso em: 12 dez. 2024.

VEDOVA, Daiane. **O que é segurança pública**. JusBrasil, 2023. Disponível em: https://www.jusbrasil.com.br/artigos/o-que-e-seguranca-publica/586735267. Acesso em: 28 mar. 2025.

Os conceitos e as opiniões expressos neste artigo são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

INTERFACE TECNOLÓGICA

TECNOLOGIA EM INFORMÁTICA
Interface Tecnológica · v. 23, n. 1, 2026 · p. 18–25
ISSN on-line 2447-0864 · ISSN impresso 1807-3980
https://doi.org/10.31510/infa.v23i1.2414

A INFLUÊNCIA DA INTERNET NA POLÍTICA

The influence of the internet on politics

Melissa Ribeiro Marques[1], **Giuliano Scombatti Pinto**[2]

AUTORIA

[1] **Melissa Ribeiro Marques**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
melissa.marques@fatec.sp.gov.br
ORCID: https://orcid.org/0009-0005-1239-9084

[2] **Giuliano Scombatti Pinto**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
giuliano.pinto@fatectq.edu.br
ORCID: 0000-0001-8491-1431

HISTÓRICO

Recebido	10/04/2026
Aceito	04/06/2026
Publicado	30/06/2026

COMO CITAR

MARQUES, M. R.; PINTO, G. S. A influência da internet na política. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 23, n. 1, p. 18-25, 2026. DOI: 10.31510/infa.v23i1.2414.

LICENÇA

Artigo de acesso aberto distribuído sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

cc BY 4.0

RESUMO

Este artigo analisa a influência da internet nos processos políticos contemporâneos, destacando seu potencial para ampliar a participação cidadã, mobilizar a sociedade e fortalecer práticas democráticas. A partir de uma revisão bibliográfica, exploram-se as formas pelas quais as tecnologias digitais e as redes sociais configuram novas esferas públicas, possibilitam a expressão de subjetividades diversas e oferecem canais para o debate político. A pesquisa destaca, também, desafios relacionados à desigualdade de acesso, à reprodução de desigualdades offline, à disseminação de notícias falsas e à polarização ideológica. Observa-se que a internet desempenha um papel ambivalente na política: de um lado, amplia oportunidades de participação e mobilização social; de outro, cria riscos que podem comprometer a qualidade do debate democrático. Conclui-se que políticas públicas de inclusão digital, educação crítica e transparência tecnológica são essenciais para que a internet contribua efetivamente para a construção de uma cidadania ativa, informada e capaz de engajar-se de forma responsável nos processos políticos.

Palavras-chave: Internet. Política. Participação. Redes sociais. Democracia.

ABSTRACT

This article analyzes the influence of the internet on contemporary political processes, highlighting its potential to expand citizen participation, mobilize society, and strengthen democratic practices. Based on a literature review, it explores how digital technologies and social media shape new public spheres, enable the expression of diverse subjectivities, and provide channels for political debate. The study also addresses challenges related to unequal access, reproduction of offline inequalities, the spread of fake news, and ideological polarization. The internet plays an ambivalent role in politics: on one hand, it expands opportunities for participation and social mobilization; on the other, it generates risks that may compromise the quality of democratic debate. It is concluded that public policies promoting digital inclusion, critical education, and technological transparency are essential for the internet to effectively contribute to the development of an active, informed, and responsible citizenry.

Keywords: Internet. Politics. Participation. Social networks. Democracy.

1 INTRODUÇÃO

A internet transformou profundamente a forma como a sociedade se comunica, acessa informações e se organiza politicamente. Para Gillmor (2005), ela representa o meio mais revolucionário desde a invenção da imprensa, pois quebrou o monopólio da produção de conteúdo, antes restrito a grandes veículos, e substituiu a lógica vertical da comunicação por um modelo descentralizado e participativo. Essa transformação tecnológica gerou novas oportunidades de engajamento

cívico, permitindo que cidadãos comuns possam expressar opiniões, mobilizar causas e influenciar debates públicos de maneira inédita.

O conceito de esfera pública, desenvolvido por Habermas (1962), ressalta a importância de espaços coletivos nos quais cidadãos discutem questões de interesse comum. Gomes (2006) destaca que, atualmente, parte desses debates migrou para o ambiente digital, reorganizando a dinâmica dos espaços públicos diante das novas tecnologias. No Brasil, a Pesquisa Brasileira de Mídia, realizada pela Secretaria de Comunicação da Presidência da República (BRASIL, 2015), indica que 68% da população utiliza a internet como principal fonte de informação, englobando portais, jornais online e redes sociais. Esses dados evidenciam o crescente peso das plataformas digitais na formação da opinião pública e no engajamento político, reforçando a relevância de investigar como o ambiente online molda atitudes e comportamentos sociais.

Contudo, o simples acesso à internet não garante participação crítica ou mobilização cidadã. Marcondes (2007) lembra que, embora a tecnologia amplie possibilidades de interação, é necessário um contexto social que estimule o uso reflexivo e responsável desses recursos para que eles realmente fortaleçam a democracia. Entre os desafios mais evidentes estão as *fake news*, a polarização ideológica e a dificuldade de consolidar uma cidadania digital ampla e inclusiva. Além disso, fatores como desigualdade de acesso e baixa alfabetização digital podem reproduzir ou até intensificar desigualdades *offline*, limitando o potencial democratizador das plataformas digitais.

Diante desse cenário, o presente artigo busca refletir sobre a influência da internet no processo político contemporâneo, explorando tanto as oportunidades quanto os desafios associados às tecnologias digitais. O objetivo central é analisar como as redes sociais e outras ferramentas online configuram novas esferas públicas, possibilitam a expressão de subjetividades diversas e oferecem canais para o debate político, ao mesmo tempo em que exigem engajamento crítico, educação digital e responsabilidade social por parte dos cidadãos. Para isso, o estudo procura responder às seguintes questões: de que forma as plataformas digitais impactam o comportamento eleitoral e a participação política? Como as redes sociais mobilizam os jovens e influenciam a formação de opinião? E quais estratégias podem ser adotadas para mitigar os efeitos negativos da desinformação e da polarização ideológica?

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A internet e o comportamento político

A internet tem desempenhado um papel transformador no comportamento político contemporâneo, ao criar meios pelos quais cidadãos podem expressar suas opiniões, compartilhar conteúdos e organizar mobilizações de forma rápida e descentralizada. Recuero (2010) observa que as redes sociais digitais vão além da simples difusão de informações; elas estabelecem vínculos entre indivíduos e grupos que fortalecem a construção de identidades coletivas e fomentam a ação política. Martino (2015) complementa essa visão ao destacar que o ambiente digital não se limita ao virtual: ele exerce influência direta sobre comportamentos *offline*, seja estimulando a participação em protestos, seja impactando decisões de voto.

Um exemplo notório dessa dinâmica foi o ciclo de manifestações ocorrido no Brasil em 2013, inicialmente convocado pelo Movimento Passe Livre para reivindicar a redução das tarifas de transporte público. Impulsionadas por plataformas como Facebook e Twitter, as mobilizações cresceram exponencialmente, transformando-se em protestos de alcance nacional que trouxeram diversas pautas à esfera pública (SCHERER-WARREN, 2014). Esse fenômeno evidenciou o poder ar-

ticulador das redes sociais e a capacidade dos cidadãos de se auto-organizarem politicamente fora das estruturas partidárias tradicionais.

Além disso, o relatório Juventude Conectada (2016) demonstra que jovens brasileiros utilizam intensamente as redes não só para entretenimento, mas também para acompanhar debates públicos, compartilhar posicionamentos e engajar-se em campanhas, o que indica uma redefinição das estratégias de comunicação eleitoral e de mobilização por parte dos partidos e candidatos.

Contudo, é importante reconhecer as limitações desse cenário. Polat (2005) adverte que o envolvimento político via internet está fortemente condicionado por fatores como nível educacional, renda e habilidades digitais. Assim, grupos com menor capital cultural e menos acesso à tecnologia podem ficar à margem desses processos, o que compromete o potencial democratizador das redes e reforça a necessidade de políticas de inclusão e alfabetização midiática (PATROCÍNIO, 2003; VACCARI, 2013).

2.2 Fake news e manipulação da opinião pública

O crescimento do consumo de notícias pelas redes sociais expôs a sociedade a uma nova dimensão de vulnerabilidade informacional. Ao mesmo tempo em que plataformas digitais democratizam o acesso e possibilitam que qualquer indivíduo publique conteúdo, também criam condições propícias para a disseminação descontrolada de informações falsas. Carvalho (2020) aponta que as *fake news* se tornaram ferramentas sofisticadas de manipulação política, capazes de moldar percepções, deslegitimar adversários e alterar o curso de processos eleitorais, minando as bases do debate democrático.

O DataSenado (AGÊNCIA SENADO, 2024) confirma a gravidade do problema no Brasil, mostrando que 79% dos cidadãos reconhecem que as *fake news* têm impacto direto nas eleições, o que indica uma percepção coletiva de risco à integridade do voto e ao próprio sistema representativo. Essa preocupação não é exclusiva do contexto nacional. Gillmor (2005) já advertia que os mesmos mecanismos que permitem dar voz a minorias e diversificar o debate público facilitam igualmente a propagação de boatos e desinformação.

Tomelin (2024) introduz o conceito de "dromocracia" — uma sociedade governada pela velocidade da informação — em que decisões políticas e reações sociais ocorrem num ritmo tão acelerado que se torna impraticável checar a veracidade dos dados antes que eles se consolidem como "verdade" no imaginário coletivo. Esse fenômeno é potencializado por algoritmos que priorizam conteúdos altamente compartilháveis, frequentemente apelativos ou alarmistas.

Nesse cenário, Patrocínio (2003) defende que apenas políticas de educação midiática podem capacitar os cidadãos a filtrar conteúdos enganosos, interpretar criticamente as informações e resistir à manipulação. Vaccari (2013) vai além, sugerindo que, sem marcos regulatórios que responsabilizem plataformas pela circulação de desinformação, as redes sociais tendem a se consolidar como ambientes férteis para narrativas fraudulentas, prejudicando a legitimidade dos processos eleitorais e corroendo a confiança nas instituições democráticas.

Além disso, a rápida viralização de notícias falsas contribui para alimentar a polarização política, criando bolhas informacionais em que verdades paralelas prosperam e o diálogo racional é substituído por ataques e deslegitimações mútuas (DAHLGREN, 2005; MARQUES, 2006). Tal contexto reforça a urgência de iniciativas combinadas que envolvam educação crítica, regulação transparente e responsabilização de agentes disseminadores de conteúdo enganoso, para que a internet possa cumprir seu papel potencialmente democratizador sem comprometer a saúde do espaço público.

2.3 Polarização política na era digital

A arquitetura das redes sociais digitais está estruturada para maximizar o engajamento do usuário, exibindo preferencialmente conteúdos que confirmem seus interesses prévios e reforcem suas crenças. Esse mecanismo, sustentado por algoritmos de recomendação, tem como consequência direta a formação de **bolhas ideológicas**, fenômeno já identificado por Marques (2006), no qual indivíduos são expostos majoritariamente a informações que corroboram seus próprios pontos de vista, limitando o contato com narrativas divergentes.

Polat (2005) observa que esse processo fragmenta o espaço público, pois, ao invés de promover o confronto saudável entre diferentes perspectivas, essencial para a construção de consensos democráticos, isola grupos em câmaras de eco. Como resultado, o diálogo entre posições contrárias se torna cada vez mais raro, substituído por discursos autorreferenciais que reforçam convicções já estabelecidas.

Vaccari (2013) alerta que essa polarização digital não apenas reduz o espaço para a negociação política, mas também mina a governabilidade, pois dificulta a formação de agendas comuns e consensos mínimos necessários para a estabilidade institucional. Em um ambiente onde o debate é substituído pela reafirmação constante de identidades políticas antagônicas, cresce o risco de radicalização e do enfraquecimento dos mecanismos tradicionais de representação.

Esse dado apresentado na Figura 1 demonstra como uma boa parte da população vê a sociedade como desigual e desconectada das necessidades do cidadão comum, o que fortalece a polarização e a busca por soluções autoritárias. A visualização enfatiza que a fragmentação digital não é um fenômeno isolado na internet, mas se relaciona com uma percepção social mais abrangente de desconfiança nas instituições e insatisfação com a democracia.

Martino (2015) acrescenta que os algoritmos que buscam aumentar o tempo de atenção e as interações tendem a favorecer conteúdo sensacionalista, que provoca emoções intensas ou que é extremo, pois geram mais engajamento. Esse cenário não apenas estimula a polarização, mas também o compartilhamento apressado, sem checagem de fatos, alimentando narrativas distorcidas que circulam rapidamente e com grande profundidade.

Esse espaço digital, projetado para maximizar cliques e reações, acaba por valorizar visões radicais em detrimento de argumentos mais moderados e equilibrados. Conforme observam Dahlgren (2005) e Marques (2006), o perigo é que o espaço público virtual, ao invés de ser um ambiente deliberativo e plural, se transforme em um campo de conflitos simbólicos, tornando a construção de soluções coletivas cada vez mais difícil.

Diante desse contexto, fica clara a necessidade de implementar políticas que promovam o pluralismo das informações, a criação de algoritmos mais claros e a introdução de programas de educação midiática que estimulem um consumo crítico de conteúdos na internet. Somente dessa forma será viável recuperar parte do potencial democrático da internet e enfrentar o avanço de dinâmicas que colocam em risco o tecido social.

2.4 Participação democrática digital

Por outro lado, a internet oferece um leque robusto de ferramentas que podem fortalecer a participação democrática, aproximando cidadãos dos processos decisórios e ampliando as possibilidades de intervenção pública. Gomes (2006) sublinha que mecanismos como fóruns de discussão, enquetes online e consultas públicas digitais ampliam o conceito clássico de esfera pública habermasiana, criando espaços em que cidadãos podem deliberar diretamente sobre temas que afetam a coletividade. Essas plataformas facilitam o diálogo entre sociedade civil e gestores públi-

cos, abrindo oportunidades para que vozes antes marginalizadas possam influenciar políticas públicas.

Dahlgren (2005) reforça que essas práticas são essenciais para a consolidação de democracias deliberativas, pois permitem a circulação de argumentos racionais e o confronto respeitoso de diferentes pontos de vista, fundamentais para legitimar decisões coletivas. Nesse sentido, a internet pode funcionar como catalisadora de um novo *ethos* democrático, no qual a cidadania não se limita ao ato periódico do voto, mas se estende à participação contínua em debates e fiscalizações.

Contudo, Avritzer (2008) chama a atenção para um obstáculo estrutural no contexto brasileiro: o histórico de baixa participação institucional e a fragilidade de mecanismos tradicionais de controle social podem fazer com que o ambiente digital funcione mais como um espaço de **expressão individualizada** do que como uma arena efetiva de transformação política. Ou seja, ainda que o cidadão utilize redes e plataformas para manifestar indignação ou compartilhar opiniões, isso nem sempre se traduz em pressão organizada capaz de gerar mudanças substantivas.

Marques (2006) complementa ao apontar que, em muitos casos, o debate digital não avança para a deliberação coletiva, ficando restrito à reafirmação de convicções já cristalizadas. Assim, em vez de promover um diálogo construtivo, as interações online podem se tornar um palco para a replicação de certezas individuais, reforçando a fragmentação social.

Esse paradoxo revela que, embora as tecnologias digitais tenham um potencial inegável para democratizar o debate público e incentivar práticas participativas, é necessário que sejam acompanhadas de políticas que fomentem a educação política, a formação de competências argumentativas e o fortalecimento de instituições capazes de absorver e dar resposta às demandas vindas do ambiente virtual. Somente assim será possível transformar a vitalidade expressiva das redes em processos concretos de deliberação e influência sobre a agenda pública.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho adotou uma abordagem qualitativa, fundamentada na pesquisa bibliográfica, com o objetivo de compreender a influência da internet sobre os processos políticos contemporâneos. Essa metodologia foi escolhida por permitir o diálogo com diferentes autores e a construção de uma visão crítica sobre o tema. Conforme Lakatos e Marconi (2010), a pesquisa bibliográfica é essencial para identificar o estado da arte de um problema e oferecer base teórica sólida para novas interpretações.

A escolha pela abordagem qualitativa decorre do caráter interpretativo do fenômeno estudado. A influência da internet na política envolve percepções, disputas simbólicas e transformações culturais que exigem análise reflexiva, indo além de dados quantitativos. Assim, buscou-se compreender os significados atribuídos por cidadãos, partidos e instituições ao uso das tecnologias digitais no espaço público.

A investigação baseou-se em obras clássicas sobre esfera pública, democracia e comunicação política. Habermas (1962) concebe o espaço público como um ambiente de debate racional e coletivo, enquanto Gomes (2006) atualiza essa visão ao discutir a reorganização dos debates políticos no contexto digital brasileiro. Recuero (2010) destaca o papel das conexões digitais na formação de identidades coletivas, e Martino (2015) analisa os impactos do ambiente virtual nas práticas sociais e políticas. Pesquisas internacionais, como as de Polat (2005) e Vaccari (2013), ampliaram o escopo da análise ao discutir a participação digital em outras democracias ocidentais.

Foram também considerados relatórios e dados empíricos sobre o cenário brasileiro. A Pesquisa Brasileira de Mídia (BRASIL, 2015) indica que a internet já é a principal fonte de informação

para a população, enquanto o relatório *Juventude Conectada* (2016) mostra o papel das redes sociais na formação política dos jovens. Esses dados reforçam a relevância da internet na transformação das práticas comunicativas e participativas.

A combinação de referenciais teóricos e dados empíricos possibilitou compreender de forma crítica como a internet remodela a comunicação política, influencia o comportamento eleitoral e afeta a qualidade da democracia. Apesar das limitações inerentes à pesquisa bibliográfica, o cruzamento de perspectivas clássicas e contemporâneas permitiu oferecer uma análise consistente e alinhada aos objetivos do estudo.

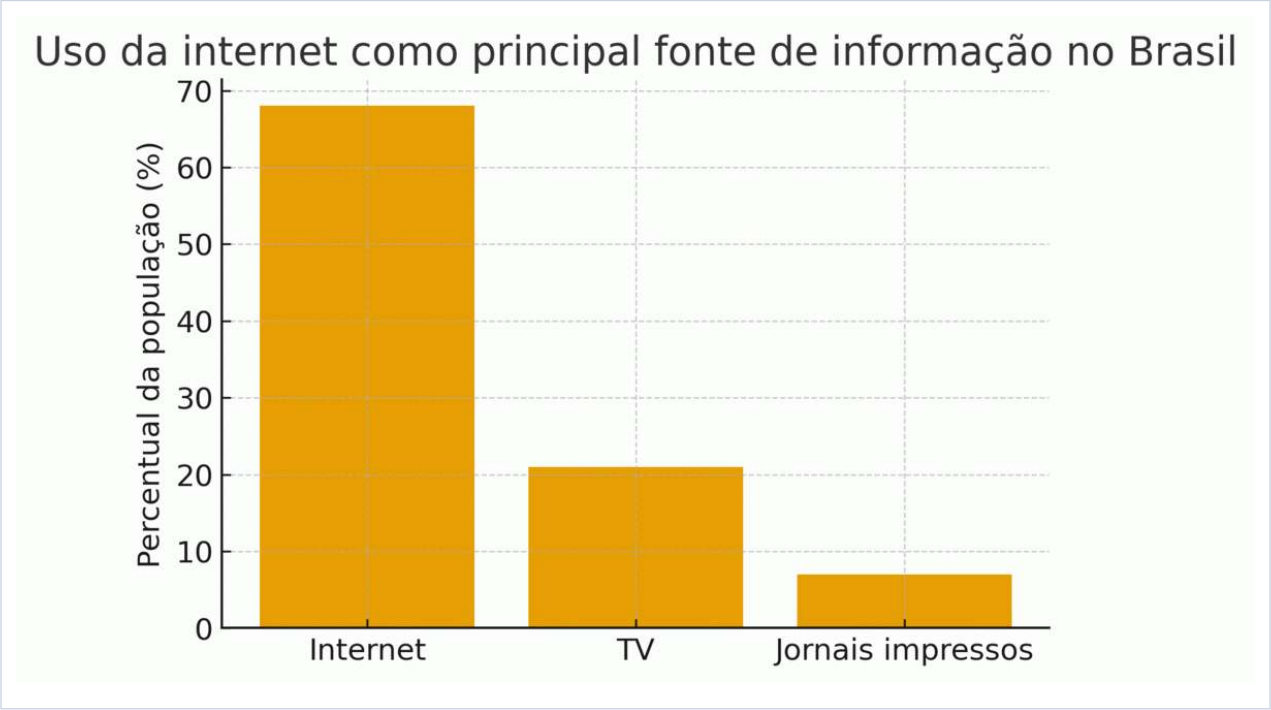
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os achados decorrentes da análise da literatura e dos casos analisados mostram que a internet desempenha um papel crucial na reformulação das práticas políticas, mas com implicações contraditórias para a democracia.

De um lado, o espaço digital ampliou as vias para a expressão e organização da cidadania. Recuero (2010) evidencia que as mídias sociais fomentam conexões que promovem a mobilização coletiva, enquanto Martino (2015) ressalta que o ativismo online frequentemente se estende para o mundo físico, afetando manifestações e escolhas eleitorais. Um caso representativo dessa dinâmica foi a série de protestos no Brasil em 2013, que foi inicialmente organizada pelo Movimento Passe Livre e potencializada por redes como Facebook e Twitter, que rapidamente elevaram questões locais a uma esfera nacional (SCHERER-WARREN, 2014).

Outro ponto importante é exposto pela Pesquisa Brasileira de Mídia (BRASIL, 2015), que aponta que 68% da população no Brasil utiliza a internet como sua principal fonte de informação, superando a televisão, os jornais impressos e o rádio. Essa informação confirma a crescente importância das plataformas digitais na formação da opinião pública e ressalta a significância do espaço online para entender a política atual. A Figura 1 apresenta o uso da internet como principal fonte de informação no Brasil.

Figura 1 – Uso da internet como principal fonte de informação no Brasil



Fonte: Brasil (2015).

A pesquisa Juventude Conectada (2016) reafirma essa tendência, evidenciando que os jovens no Brasil utilizam a internet de forma intensa, não apenas para entretenimento, mas também para acompanhar discussões públicas, participar de campanhas e mobilizar redes de apoio, redefinindo as estratégias eleitorais e exigindo que atores políticos se comuniquem diretamente com o eleitorado. Embora a internet amplie o engajamento político, também apresenta riscos. Carvalho (2020) e Tomelin (2024) alertam para a disseminação de notícias falsas que manipulam percepções e afetam o debate democrático, como aponta o DataSenado (AGÊNCIA SENADO, 2024). Pesquisas de Polat (2005) e Vaccari (2013) mostram que o uso político das redes é desigual, enquanto Marques (2006) e Dahlgren (2005) destacam que os algoritmos intensificam a polarização. Diante disso, políticas públicas, educação digital crítica e transparência das plataformas são essenciais para equilibrar liberdade de expressão, informação confiável e responsabilidade digital.

5 CONCLUSÃO

A internet consolidou-se como elemento central na transformação das práticas políticas contemporâneas. As plataformas digitais ampliaram os canais de comunicação e redefiniram a relação entre cidadãos, instituições e política, possibilitando que grupos antes marginalizados se expressassem e disputassem narrativas em escala global. Esse movimento rompeu com a lógica tradicional da comunicação política, marcada pela centralidade da mídia de massa.

Eventos como as manifestações de 2013 no Brasil demonstram a capacidade das redes digitais de articular mobilizações e influenciar agendas públicas, tornando a internet uma arena estratégica para a disputa política. Contudo, sua influência é ambivalente: ao mesmo tempo que amplia a participação e o debate público, favorece a polarização e a desinformação. A lógica algorítmica das plataformas prioriza conteúdos sensacionalistas e extremos, dificultando o diálogo democrático e a construção de consensos.

A disseminação de notícias falsas agrava esse cenário, minando a confiança nas instituições e comprometendo a legitimidade dos processos políticos. Além disso, o acesso desigual às tecnologias reforça disparidades sociais, limitando o engajamento de parte da população e evidenciando que a democratização digital envolve também dimensões sociais e educacionais.

Diante disso, compreender o papel da internet vai além de reconhecê-la como ferramenta de comunicação: trata-se de um espaço em disputa, capaz de fortalecer ou fragilizar a democracia. O futuro da política digital dependerá da capacidade coletiva de transformar esse ambiente em um espaço de diálogo, participação e construção de soluções para os desafios do século XXI.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA SENADO. Para brasileiros, notícias falsas impactam eleições, revela DataSenado. **Senado Notícias**, 23 ago. 2024. Disponível em: https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2024/08/23. Acesso em: 17 nov. 2024.

AVRITZER, L. Instituições participativas e desenho institucional: algumas considerações sobre a variação da participação no Brasil democrático. **Opinião Pública**, v. 14, n. 1, p. 43-64, 2008. DOI: https://doi.org/10.1590/S0104-62762008000100002. Acesso em: 17 nov. 2024.

BENNETT, W. L. Communicating global activism. *In*: **Cyber protest**. Londres: Routledge, 2004.

BRASIL. Secretaria de Comunicação. **Pesquisa Brasileira de Mídia 2015**. Brasília: Secretaria de Comunicação, 2015.

CARVALHO, G. As *fake news* e a disputa política. **Brasil de Fato**, 20 jul. 2020. Disponível em: https://www.brasildefato.com.br/2020/07/20/artigo. Acesso em: 17 nov. 2024.

DAHLGREN, P. The internet, public spheres, and political communication: dispersion and deliberation. **Political Communication**, v. 22, p. 147-162, 2005. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/10584600590933160?needAccess=true. Acesso em: 18 nov. 2024.

GILLMOR, D. **Nós, os media**. Lisboa: Editorial Presença, 2005.

GOMES, W. Apontamentos sobre esfera pública política. *In*: MAIA, R. (org.). Belo Horizonte: UFMG, 2006.

JUVENTUDE CONECTADA. **Relatório de pesquisa**. [*S. l.*]: Fundação Telefônica, 2016. Disponível em: https://www.fundacaotelefonicavivo.org.br/wp-content/uploads/pdfs/Juventude-Conectada-2016.pdf. Acesso em: 12 nov. 2024.

MARCONDES, V. Novas tecnologias de conexão e o futuro da esfera pública. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO, 21., 2007. **Anais** [...]. [*S. l.*]: Intercom, 2007. Disponível em: http://www.intercom.org.br/papers/regionais/sul2007/resumos/r0195-1.pdf. Acesso em: 12 nov. 2024.

MARQUES, F. P. J. A. Debates políticos na internet: a perspectiva da conversação civil. **Opinião Pública**, v. 12, n. 1, p. 164-187, 2006. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/participacao/images/pdfs/democraciadigital/marques2006.pdf. Acesso em: 20 nov. 2024.

MARTINO, L. M. S. **Teoria das mídias digitais**. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 2015.

PATROCÍNIO, T. **Educação e cidadania glocal**. Porto: Fundação Fernando Pessoa, 2003.

POLAT, R. K. The internet and political participation. **European Journal of Communication**, v. 20, n. 4, p. 435-459, 2005. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/249720586_The_Internet_and_Political_Participation. Acesso em: 20 nov. 2024.

RECUERO, R. **Redes sociais na internet**. Porto Alegre: Sulina, 2010.

SCHERER-WARREN, I. Manifestações de rua no Brasil 2013. **Cadernos CRH**, p. 417-429, 2014. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ccrh/a/Gms8JdT866XVMzqKLHYJSrB/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 17 nov. 2024.

TOMELIN, G. As ameaças da desinformação eleitoral na era da "dromocracia". **Secretaria de Comunicação**, 25 set. 2024. Disponível em: https://www.conjur.com.br/2024-set-25/as-ameacas-da-desinformacao-eleitoral-na-era-da-dromocracia/. Acesso em: 17 nov. 2024.

VACCARI, C. **Digital politics in western democracies**. Baltimore: Johns Hopkins, 2013.

Os conceitos e as opiniões expressos neste artigo são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

INTERFACE TECNOLÓGICA

TECNOLOGIA EM INFORMÁTICA
Interface Tecnológica · v. 23, n. 1, 2026 · p. 26–33
ISSN on-line 2447-0864 · ISSN impresso 1807-3980
https://doi.org/10.31510/infa.v23i1.2420

EDUCAÇÃO COM IA: avanços e riscos para a próxima geração

Education with AI: advances and risks for the next generation

Matheus Petri Barbosa[1], Elton Batistão[2]

AUTORIA

[1] **Matheus Petri Barbosa**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
matepb13@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0007-3087-2634

[2] **Elton Batistão**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
elton.batistao@fatec.sp.gov.br
ORCID: 0009-0007-9795-9478

HISTÓRICO

Recebido	14/04/2026
Aceito	04/06/2026
Publicado	30/06/2026

COMO CITAR

BARBOSA, M. P.; BATISTÃO, E. Educação com IA: avanços e riscos para a próxima geração. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 23, n. 1, p. 26-33, 2026. DOI: 10.31510/infa.v23i1.2420.

LICENÇA

Artigo de acesso aberto distribuído sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

cc BY 4.0

RESUMO

A Inteligência Artificial (IA) tem se consolidado como uma ferramenta revolucionária na educação, redefinindo como as escolas tratam do processo de ensino. Ela está transformando o modo de ensinar e de aprender, levando a um ensino mais personalizado com intervenções interativas e baseadas em dados. Esta realidade tem levado a uma reflexão sobre as implicações éticas, sociais e pedagógicas que esta tecnologia começa a causar na educação. Diante disso, este artigo tem como objetivo analisar a educação com IA, os riscos e os desafios causados no desenvolvimento educacional com a implementação desta tecnologia. A pesquisa foi realizada através da revisão bibliográfica, utilizando fontes acadêmicas, livros, artigos e revistas especializadas. Os resultados indicam que a IA pode potencializar a educação e oferecer feedback em tempo real sobre o desempenho dos alunos, bem como, oferecer uma aprendizagem mais dinâmica e personalizada. No entanto, a sua implementação exige uma atenção a questões éticas, investimentos em infraestrutura e capacitação docente, porém, ela representa uma oportunidade de inovação e melhoria na educação.

Palavras-chave: Inteligência artificial. Educação. Personalização do ensino.

ABSTRACT

Artificial Intelligence (AI) has established itself as a revolutionary tool in education, redefining how schools approach the teaching process. It is transforming the way teaching and learning occur, leading to more personalized instruction through interactive, data-driven interventions. This reality has prompted reflection on the ethical, social, and pedagogical implications that this technology is beginning to generate in education. In light of this, the objective of this article is to analyze education with AI, as well as the risks and challenges posed to educational development through the implementation of this technology. The research was conducted through a bibliographic review, using academic sources, books, articles, and specialized journals. The results indicate that AI can enhance education by providing real-time feedback on student performance and enabling more dynamic and personalized learning experiences. However, its implementation requires attention to ethical issues, investments in infrastructure, and teacher training. Nevertheless, it represents an opportunity for innovation and improvement in education.

Keywords: Artificial intelligence. Education. Personalized learning.

1 INTRODUÇÃO

O rápido desenvolvimento tecnológico tem causado um grande impacto em todos os aspectos do ser moderno, influenciando sua cultura, seus desejos, sua forma de se comportar e, sobre-

tudo, de aprender. Costa Junior et al. (2023) escrevem que estamos presenciando um cenário de muitas mudanças disruptivas com o avanço da tecnologia, principalmente com o advento da Inteligência Artificial (IA). No rol destas mudanças se encontra a educação, na qual a IA tem causado grande transformação, abrindo possibilidades e desafios aos tradicionais métodos de ensino.

Caracterizada por um método de ensino altamente conectado, na qual o aluno se torna o centro das atenções e impulsionado pela tecnologia da Inteligência Artificial, esta Educação 4.0 vem desafiando os estudantes e os professores. Esta nova educação tem a necessidade de preparar os estudantes para os desafios desta era tecnológica, capacitando-os com habilidades necessárias para resolverem problemas complexos, formarem pensamento crítico e desenvolverem a criatividade. Diante desta nova perspectiva, a IA tem um papel fundamental para tornar esta experiência de aprendizagem mais satisfatória, aumentando a eficácia do ensino e fornecendo *insights* valiosos aos professores (COSTA JUNIOR et al., 2023).

Silva et al. (2023) ressaltam que a Inteligência Artificial vem causando drásticas mudanças no cenário educacional e com esta rápida transformação tecnológica, é essencial compreender a profundidade dos impactos causados às práticas pedagógicas, permitindo uma adequação da aprendizagem ao uso de IA utilizando sua capacidade de personalização do ensino, adequando suas práticas às necessidades individuais de cada aluno.

Entretanto, Picão et al. (2023) apontam que a implementação efetiva de Inteligência Artificial na educação envolve vários fatores e desafios tanto para professores quanto para alunos. Os professores necessitam de uma adaptação a esta nova realidade, pois a utilização desta nova tecnologia exige dedicação e aprendizado, além de uma sincronia com a tecnologia para estar apto diante das mudanças que acontecem a todo momento. Já os alunos precisam ser capacitados para usarem as ferramentas de IA e tirar proveito necessário que estas ferramentas oferecem.

Diante destas perspectivas, podemos afirmar que o uso de IA na educação pode trazer muitas vantagens, mas é preciso atenção quanto aos desafios que o uso desta ferramenta impõe e estar aptos para lidar com eles é uma necessidade, pois a IA tem condições de tornar o aprendizado mais eficiente, mas exige que sua aplicação seja consciente e adequada ao nível de necessidade de cada aluno (PICÃO et al., 2023).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Inteligência Artificial vem demonstrando ser uma das maiores transformações tecnológicas experimentadas pelos seres humanos, ela traz profundas mudanças nas mais diversas áreas, e isso inclui a educação. Com isso, as escolas têm sentido o desafio de se adaptar e incorporar estas tecnologias como forma de melhorar o ensino e a experiência dos estudantes, personalizando conteúdos às necessidades dos alunos, melhorando seus desempenhos e ajudando na gestão das escolas (HENRIQUE, 2023).

2.1 Tecnologia na educação: premissas para uma transformação significativa

Ao tratar de propostas de uso de tecnologia na educação, algumas premissas devem ser observadas:

- No processo de ensino através do uso de ferramentas digitais o aluno deve ser o protagonista, sua experiência de aprendizagem deve ser personalizada de acordo com suas necessidades individuais e adaptadas através de métodos pedagógicos bem definidos;

- O uso de tecnologia na educação deve ser impulsionado através de práticas pedagógicas dinâmicas que promovam o desenvolvimento de competências essenciais aos alunos, com metodologias ativas e alinhadas a Base Nacional Curricular;
- O uso de ferramentas tecnológicas deve promover a equidade e ajudar na redução das desigualdades educacionais, reconhecendo as especificidades culturais, sociais e econômicas de cada comunidade, tendo uma atenção especial as populações que historicamente são as menos favorecidas;
- A implementação de tecnologia na educação deve se pautar da sustentabilidade e da formação continuada, com constante capacitação dos professores e gestores;
- Deve haver o engajamento coletivo e a articulação entre os envolvidos, construindo uma cultura digital sólida com a colaboração ativa dos diversos atores, como família, educadores, gestores, órgãos públicos, empresas, instituições acadêmicas e instâncias reguladoras (EDUCAÇÃO JÁ, 2022).

2.2 Como a IA está redefinindo os paradigmas educacionais

A IA vem promovendo profundas mudanças nos paradigmas educacionais, pois transforma a maneira de como o ensino é estruturado e implementado. Ela é uma força transformadora, conforme argumentam Rohr et al. (2025), pois transforma os tradicionais métodos de ensino em abordagens pedagógicas dinâmicas, que tem como foco o aluno. Além disso, as metodologias de ensino ativas se destacam com o apoio da IA transformando os antigos métodos de ensino em abordagens dinâmicas, interativas e personalizadas, mudando os estudantes de mero receptores a participantes ativos na formação do saber. Dentro deste conceito de aprendizagem, a IA desenvolve uma aprendizagem colaborativa, personalizando os conteúdos para atender as necessidades individuais de cada aluno, resultando em uma educação inclusiva e que se adapta ao ritmo e desenvolvimento de cada um.

Apesar de todas estas inovações educacionais, a IA na educação também está ressignificando as funções dos professores. Mesmo com a automatização de tarefas e conteúdos, o professor é essencial dentro deste processo, pois a tecnologia lhe permite mais tempo para a interação com os alunos através de inovadoras práticas pedagógicas. Nesse cenário, o professor passa a ser o facilitador e guia dos alunos no uso destas ferramentas tecnológicas e na transformação dos antigos métodos de ensino em práticas pedagógicas colaborativas e adaptadas às exigências dos avanços dentro desta sociedade tecnológica (ROHR et al., 2025).

Silva et al. (2023) ressaltam que a implementação do método adaptativo através do uso de IA exige uma integração da tecnologia com uma expertise pedagógica, no qual os professores são fundamentais, pois são eles que irão interpretar todos os dados oferecidos pela IA e adaptar o ensino através de estratégias que atendam as necessidades individuais de cada aluno, tornando o aprendizado enriquecedor e eficaz.

2.3 IA na sala de aula e o desenvolvimento de competências fundamentais

Durso (2025) considerou que as mudanças provenientes do uso das ferramentas de IA trazem algumas implicações para os currículos de diferentes áreas de formação e níveis de ensino, pois devido a crescente presença da IA na sociedade, é essencial que os processos formativos abordem essas tecnologias de maneira específica e abrangente. Isso exige uma perspectiva técnica que aborde o funcionamento e as aplicações práticas dessas ferramentas, bem como, a compreensão

teórica e conceitual que permite uma compreensão profunda dentro do contexto social e histórico.

No contexto da educação profissional e tecnológica é necessária uma reflexão sobre como a IA está modificando as práticas profissionais, pois, devido a sua capacidade de transformar as rotinas e as funções das mais diversas ocupações, se faz necessário que os currículos da educação técnica e profissional absorvam estas mudanças, buscando reflexões sobre como manter a continuidade da formação para acompanhar todas os avanços tecnológicos. Além disso, a integração da IA com as mais diversas atividades exige o desenvolvimento de novas competências, como pensamento crítico, liderança, criatividade, capacidade analítica, flexibilidade, resiliência, desenvolver competências socioemocionais, etc. (DURSO, 2025).

2.4 Personalização do ensino através da IA

A personalização da educação em sala da aula através da IA representa uma estratégia inovadora e eficiente para trabalhar o ensino de acordo com as necessidades de cada aluno, se ajustando ao tempo de aprendizagem de cada um, trazendo uma experiência de ensino personalizada e adaptativa com a capacidade de identificar deficiências no conhecimento dos estudantes e, desse modo, inserir processos que ajudem a solucionar estas deficiências (SILVA, 2024).

Além do mais, a inteligência artificial transforma a educação ao permitir que os conteúdos em sala de aula sejam ajustados de forma contínua, se adaptando conforme o desempenho de cada aluno. Alguns sistemas inteligentes fazem o acompanhamento do desenvolvimento do aluno em tempo real, adaptando as atividades e os materiais de acordo com a necessidades individuais de cada um, tornando o aprendizado mais atraente e eficaz, estimulando a autonomia do estudante e incentivando os alunos a assumirem um papel mais ativo em sua trajetória de aprendizagem (SILVA, 2024).

2.5 O uso de chatbots para o ensino e a aprendizagem

De acordo com Borges (2024) os *chatbots* são sistemas de computador que permitem a interação do usuário com a IA simulando uma conversa e oferecendo as respostas de forma imediata. Esses robôs são capazes de fazerem múltiplas funções, interagindo com o aluno através da linguagem natural, fornecendo respostas adequadas aos questionamentos apresentados por texto ou voz. Este assistente virtual simula diálogos em linguagem natural de forma versátil, atuando em diversas aplicações, compreendendo diversos idiomas, oferecendo soluções para problemas complexos, modernizando os processos e otimizando o tempo. Usados de forma ampla na educação esses *chatbots* fazem tutoriais inteligentes e mediação do ensino para os alunos, melhorando de maneira significativa o engajamento nas salas de aulas virtuais, integrando os alunos ao ensino.

Os *chatbots* oferecem uma enorme contribuição ao ensino conforme escrevem Neves et al. (2021), pois fazem a mediação entre o aluno e o alvo do conhecimento, esclarecendo dúvidas e apresentando novas perspectivas de pesquisa, suprindo deficiências de tempo encontrados em muitas plataformas de ensino a distância. Esses sistemas são conversacionais, pois imitam o diálogo humano, através de perguntas e respostas que foram previamente programadas em sua base de dados, oferecendo auxílio no processo de aprendizagem, permitindo ao estudante o questionamento e a resolução de dúvidas em tempo real sobre o assunto estudado.

2.6 Avaliação e feedback dos alunos através da IA

As ferramentas de avaliação automatizadas facilitam a compreensão sobre a performance dos alunos pelos professores, conforme escrevem Costa Junior et al. (2023). Eles destacam que é possível identificar padrões ou necessidades dentro do conhecimento dos alunos e oferecer um *feedback* imediato a respeito destas carências. Com essa dinâmica, a aprendizagem se torna um ato personalizado com a capacidade de conduzir os alunos através do aprendizado de maneira eficaz.

Devido à alta capacidade de avaliação de dados, a Inteligência Artificial é utilizada na análise de dados para transformá-los em informações educacionais que tornam possível a avaliação dos alunos e seus desempenhos, identificando padrões que possam ser usados para melhorar o desempenho acadêmico e a qualidade da educação. Este *feedback* personalizado traz um enorme benefício ao aluno, pois ele ajusta as avaliações de acordo com a necessidade de cada um, respeitando a individualidade, tornando a aprendizagem mais motivadora e conduzindo o aluno ao saber de acordo com a sua capacidade e ritmo (COSTA JUNIOR et al., 2023).

Para Guimarães Junior et al. (2024), a avaliação automatizada oferece muitos benefícios, pois a rapidez da correção traz um *feedback* instantâneo, permitindo aos alunos a correção imediata de seus erros, compreendendo melhor os conceitos abordados. Ela oferece *insights* sobre a evolução individual de cada aluno, identificando suas forças e fraquezas de forma precisa, possibilitando uma personalização através de ajustes de conteúdo, atendendo as necessidades específicas de cada estudante, além de otimizar o tempo dos professores.

2.7 Desafios na implementação da inteligência artificial na educação

A Inteligência Artificial na educação traz grandes desafios em sua implementação e uso na educação. Cabral et al. (2024) argumentam que a adaptação dos sistemas educacionais da atualidade para sistemas com o uso de IA é o grande desafio, pois esta transição requer investimentos em infraestrutura, reestruturação dos atuais processos pedagógicos, além de uma mudança na forma de administrar instituições de ensino.

Outro desafio destacado é a capacitação dos educadores para o uso de sistemas de IA e para a interpretação dos dados que são obtidos por esta tecnologia. Este despreparo dos professores causa um descompasso entre a capacidade e o potencial do uso da IA e sua aplicação prática no ensino.

De acordo com Rohr et al. (2025), a implementação da IA nas escolas tem muitas vantagens, mas existem muitos desafios a serem superados para garantir que esta implementação seja sustentável. Entre os desafios há alguns que se destacam, como as barreiras financeiras, as tecnológicas e as pedagógicas. Muitas escolas não dispõem de infraestrutura adequada para implementar esta tecnologia e também não possuem recursos financeiros para resolver esta questão, principalmente em escolas públicas e regiões com menor desenvolvimento econômico.

Outro problema encontrado é a falta de capacitação dos educadores com relação a tecnologia e a mudança do sistema tradicional para esta nova metodologia deve ser um processo de longo tempo e muito desafiador, pois os professores precisam de novas habilidades e conhecimentos para serem capazes de integrar tecnologia com a educação. Neste aspecto, a formação continuada dos professores é essencial para superar estes obstáculos e permitir que eles consigam utilizar a IA na sala de aula.

Cabral et al. (2024) apontam outros desafios como as questões éticas e de privacidade, que devem ser alvo de preocupações dentro do ambiente escola-tecnologia, pois o uso de dados dos estudantes pela IA requer alguns cuidados com a privacidade e o consentimento de uso, pois grande parte dos alunos são menores de idade. Além destas questões, existe o risco de haver uma ampliação dos preconceitos já existentes, levando o desenvolvimento educacional a atuar como um agente discriminatório. Outro fator importante a ser considerado é a inserção desigual das tecnologias de Inteligência Artificial que podem causar ou aumentar as disparidades educacionais, dividindo as instituições entre aquelas com acesso a esta tecnologia e as que não o têm.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esse artigo foi desenvolvido através de pesquisa bibliográfica, utilizando artigos sobre o foco central a influência da Inteligência Artificial na educação e sua contribuição para a transformação dos processos de ensino e aprendizagem. O tema foi definido a partir da crescente necessidade de integração de tecnologias educacionais inovadoras, considerando como a IA vem redefinindo os paradigmas educacionais tradicionais. Para o desenvolvimento do estudo, delimitou-se o seguinte problema de pesquisa: de que forma a Inteligência Artificial pode contribuir para a personalização do ensino, o uso de *chatbots* educacionais e o desenvolvimento de competências fundamentais no ambiente escolar?

A pesquisa foi realizada na base de dados Google Acadêmico, entre os meses de agosto e novembro de 2025, sendo também consultados sites e publicações relevantes que abordam a aplicação da Inteligência Artificial na educação. As palavras-chave selecionadas para a busca foram: Inteligência Artificial na educação, tecnologia educacional, personalização do ensino, IA na sala de aula, *chatbots* educacionais, aprendizagem adaptativa e competências digitais, educação 4.0.

Como critérios de inclusão, foram considerados: publicações em língua portuguesa e estudos publicados nos últimos 10 anos, garantindo a atualidade e relevância das informações analisadas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A integração da IA nos sistemas educacionais tem avançado significativamente, em especial no desenvolvimento de currículos personalizados, conforme concluem Cabral et al. (2024), mas existem desafios práticos e éticos na sua implementação, como a falta de infraestruturas nas escolas, a necessidade de uma formação e capacitação contínua dos professores e a dificuldade das instituições se adaptarem às novas tecnologias.

Apesar de todas as benesses que esta tecnologia traz, como os currículos adaptativos, sistemas de *feedback* e avaliações, a presença do professor não pode ser descartada, pois o equilíbrio entre a automação e o julgamento humano devem continuar a prevalecer, além do mais, a implementação de IA na educação ainda levanta muitas questões éticas e sociais, como a equidade no acesso, a privacidade dos dados dos alunos e o impacto no futuro do trabalho, sendo necessário uma abordagem mais ética e centrada no ser humano, garantindo que o uso de tecnologia na educação beneficie a todos de forma justa (CABRAL et al., 2024).

Rohr et al. (2025) ressaltam que o uso de IA na educação gera muitos aspectos positivos, principalmente na personalização do ensino e no aumento do engajamento por parte dos alunos, adaptando o fluxo da educação conforme a necessidade e capacidade do estudante, promovendo

uma educação inclusiva e eficiente. Esta personalização reduz a frustração dos alunos, pois permite que ele progrida conforme a sua capacidade, reduzindo a falta de interesse e a frustração que são causados pelos métodos tradicionais de ensino.

Para Costa Junior et al. (2023) a incorporação da IA na educação prioriza a personalização e a adaptabilidade do ensino, pois permite que seja alinhado ao ritmo individual do aluno, favorecendo uma compreensão mais profunda dos conteúdos e a retenção mais eficaz do conhecimento. Um dos aspectos mais inovadores é a capacidade da IA fornecer *feedback* e avaliações em tempo real, fazendo com que o processo de aprendizados seja mais interativo, motivador e centrado no aluno. Diante desta personalização do ensino, o engajamento do aluno aumenta, pois ele é estimulado a ter autonomia e assim, ter um aprendizado mais significativo.

Já Durso (2025) revela que o uso de IA e seus avanços devem reforçar a necessidade de um olhar mais minucioso e crítico diante de suas limitações e desafios, principalmente pelas questões éticas, pelos vieses dos algoritmos e a importância de não substituir as competências cognitivas, sociais, emocionais e profissionais, que são fatores indispensáveis para a formação social do aluno. Desta forma, os métodos educacionais devem adaptar-se continuamente, sem deixar de fomentar o uso responsável desta tecnologia, potencializando todos os seus benefícios, mas sem prejudicar a essência do aprendizado humano.

A IA tem demonstrado toda a sua capacidade como auxílio e apoio aos processos de automação educacional, pois pode simplificar tarefas administrativas, otimizar recursos e permitir que os professores se concentrem mais na qualidade do ensino e na inovação pedagógica, contribuindo para a melhoria contínua do desempenho dos alunos, além de aprimorar a gestão das instituições de ensino, transformando os dados coletados em estratégias adaptativas e personalizadas. Esta conclusão demonstra que o uso de IA na educação não é uma simples implementação de tecnologia, mas uma revolução que irá remodelar a forma de ensino e aprendizagem, exigindo uma integração destes avanços de maneira ética, equitativa e que tenha como foco o aluno (GUIMARÃES JUNIOR et al., 2024).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Inteligência Artificial representa uma transformação sem precedentes na educação, pois tem a capacidade de promover notáveis avanços na personalização do ensino, na automação dos processos administrativos escolares e na melhoria da gestão pedagógica. Ela redefine os paradigmas tradicionais, pois coloca o aluno como o protagonista do processo de aprendizagem, criando experiências que se adaptam ao aluno e que são mais eficazes que os antigos métodos de ensino.

Apesar de todas estas benesses, a implementação da IA na educação ainda enfrenta desafios, como a falta de infraestrutura adequada, a necessidade de capacitação dos educadores, as questões éticas com relação ao uso de dados dos alunos, a falta de privacidade e a equidade no acesso esta tecnologia. Todos estes desafios exigem atenção e dedicação aos gestores, educadores, formuladores de políticas públicas para garantir que a implementação da IA na educação seja coerente, inclusiva e sustentável.

REFERÊNCIAS

BORGES, D. Os *chatbots* como assistentes educacionais nas plataformas de educação a distância. **SemiEdu**, 2024. Disponível em: https://sol.sbc.org.br/index.php/semiedu/article/download/32651/32448/. Acesso em: 22 set. 2025.

CABRAL, D. *et al.* Inteligência artificial no desenvolvimento curricular: impactos e desafios para a educação do futuro. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação – REASE**, São Paulo, v. 10, n. 10, out. 2024. Disponível em: https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/16400. Acesso em: 25 set. 2025.

COSTA JUNIOR, J. F. *et al.* O futuro da aprendizagem com a inteligência artificial aplicada à educação 4.0. **Revista Educação, Humanidades e Ciências Sociais**, v. 7, n. 14, jul./dez. 2023. Disponível em: https://periodicos.educacaotransversal.com.br/index.php/rechso/article/download/94/96. Acesso em: 17 set. 2025.

DURSO, S. O. **O uso da inteligência artificial na educação e o desenvolvimento de competências dos estudantes**. Belo Horizonte: UFMG, 2025.

EDUCAÇÃO JÁ. **Tecnologias na educação**: recomendações para a transformação digital da educação pública brasileira. [*S. l.*]: Todos pela Educação, 2022. Disponível em: https://todospelaeducacao.org.br/wordpress/wp-content/uploads/2022/11/educacao-ja-2022-tecnologias-na-educacao.pdf. Acesso em: 19 set. 2025.

FREIRES, Kevin. O impacto do uso da inteligência artificial nos processos de ensino e aprendizagem. **Revista Tópicos**, v. 2, n. 9, 2024.

GONÇALVES, Hortência de Abreu. **Manual de metodologia da pesquisa científica**. São Paulo: Avercamp, 2005.

GUIMARÃES JUNIOR, J. C. *et al.* Revolucionando a educação: um estudo de caso sobre a implementação bem-sucedida da inteligência artificial em uma escola. **Revista Acadêmica Online**, v. 10, n. 49, jan./fev. 2024. Disponível em: https://revistaacademicaonline.com/index.php/rao/article/view/1377. Acesso em: 28 set. 2025.

HENRIQUE, S. F. O impacto da inteligência artificial no ensino e na aprendizagem. **Revista Tópicos**, v. 3, n. 25, 2025. Disponível em: https://revistatopicos.com.br/artigos/o-impacto-da-inteligencia-artificial-no-ensino-e-na-aprendizagem. Acesso em: 18 set. 2025.

NEVES, K. O. G. *et al.* Ambientes virtuais de aprendizagem e *chatbot* como facilitadores do processo de ensino e aprendizagem de biologia. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 5, e56410515386, 2021. Disponível em: https://rsdjournal.org/rsd/article/download/15386/13719. Acesso em: 22 set. 2025.

PICÃO, F. F. *et al.* Inteligência artificial e educação: como a IA está mudando a maneira como aprendemos e ensinamos. **Revista Amor Mundi**, Santo Ângelo, v. 4, n. 5, p. 197-201, 2023.

ROHR, P. S. S. *et al.* Quando a IA entra na sala de aula: perspectivas e paradigmas. **Revista Aracê**, v. 7, n. 2, p. 7928-7945, 2025. Disponível em: https://periodicos.newsciencepubl.com/arace/article/view/3396. Acesso em: 19 set. 2025.

SILVA, J. J. G. **O futuro da educação na era da inteligência artificial**: um guia completo para educadores entenderem e aplicarem as novas tecnologias. São Paulo: EBPCA – Editora Brasileira de Publicação Científica Aluz, 2024.

SILVA, K. R. *et al.* Inteligência artificial e seus impactos na educação: uma revisão sistemática. **RECIMA21 – Revista Científica Multidisciplinar**, v. 4, n. 11, 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/375574718_INTELIGENCIA_ARTIFICIAL_E_SEUS_IMPACTOS_NA_EDUCACAO_UMA_REVISAO_SISTEMATICA. Acesso em: 17 set. 2025.

Os conceitos e as opiniões expressos neste artigo são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

INTERFACE TECNOLÓGICA

TECNOLOGIA EM INFORMÁTICA
Interface Tecnológica · v. 23, n. 1, 2026 · p. 34–41
ISSN on-line 2447-0864 · ISSN impresso 1807-3980
https://doi.org/10.31510/infa.v23i1.2421

ALGORITMOS E PRECONCEITO: a inteligência artificial realmente é neutra?

Algorithms and prejudice: is artificial intelligence really neutral?

Caio Felipe Barreto[1], **Elton Batistão**[2]

AUTORIA

[1] **Caio Felipe Barreto**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
cacaiofelipe13@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0005-3225-7593

[2] **Elton Batistão**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
elton.batistao@fatec.sp.gov.br
ORCID: 0009-0007-9795-9478

HISTÓRICO

Recebido	14/04/2026
Aceito	04/06/2026
Publicado	30/06/2026

COMO CITAR

BARRETO, C. F.; BATISTÃO, E. Algoritmos e preconceito: a inteligência artificial realmente é neutra?. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 23, n. 1, p. 34-41, 2026. DOI: 10.31510/infa.v23i1.2421.

LICENÇA

Artigo de acesso aberto distribuído sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

cc BY 4.0

RESUMO

Através do estudo bibliográfico, o presente artigo tem como objetivo analisar se a Inteligência Artificial é realmente neutra, com foco na compreensão de como os algoritmos podem reproduzir preconceitos e discriminação já existentes na sociedade. O texto aborda a presença crescente da IA no dia a dia da sociedade e explana sobre como os sistemas automatizados refletem os vieses de seus desenvolvedores e da base de dados usadas para o seu treinamento. O texto apresenta o funcionamento dos algoritmos e com a sua estrutura gera discriminação racial, de gênero e socioeconômica, destacando alguns casos de preconceito algorítmico e também o conceito de caixa preta e os riscos decorrentes da falta de transparência nos processos de aprendizado de máquina, além de propor medidas de regulamentação ética no desenvolvimento tecnológico, diversidade nas equipes desenvolvedoras e uma constante auditoria de dados. Assim, este artigo defende que sejam asseguradas a transparência, a inclusão e a responsabilidade social na criação e aplicação da Inteligência Artificial.

Palavras-chave: Inteligência artificial. Discriminação. Preconceito. Algoritmo.

ABSTRACT

Through a bibliographic study, this article aims to analyze whether Artificial Intelligence is truly neutral, focusing on understanding how algorithms can reproduce existing prejudices and discrimination in society. The text addresses the growing presence of AI in everyday life and explains how automated systems reflect the biases of their developers and the databases used for their training. The study presents how algorithms function and how their structure can generate racial, gender, and socioeconomic discrimination, highlighting some cases of algorithmic bias, as well as the concept of the "black box" and the risks arising from the lack of transparency in machine learning processes. Furthermore, it proposes ethical regulatory measures in technological development, diversity within development teams, and constant data auditing. Thus, the article argues that transparency, inclusion, and social responsibility must be ensured in the creation and application of Artificial Intelligence.

Keywords: Artificial intelligence. Discrimination. Prejudice. Algorithms.

1 INTRODUÇÃO

Com a chegada do século XXI, grandes inovações tecnológicas surgiram, trazendo uma perspectiva de facilidades e desenvolvimento. Com estas perspectivas veio a esperança de imparcialidade dos algoritmos, visto que estes não atuariam com a presença da pessoa humana e que isso evitaria a parcialidade e as tendências enviesadas pelos preconceitos humanos. Apesar disso, a

percepção de que a máquina não erra devido a sua precisão matemática, se demonstrou errônea, pois as linguagens por trás dos programas que operam os sistemas são construídas por programadores que são por natureza, humanos (RODRIGUES; CHAI, 2023).

Ribeiro (2021) escreve que o constante avanço da tecnologia que vai de forma progressiva avançando sobre a vida cotidiana, que substitui as decisões humanas pelas decisões da inteligência artificial, traz muitas consequências sobre a vida da sociedade moderna. Estas decisões operadas pela inteligência artificial usam como base de dados as características de gênero, local de residência, idade, raça, etc., ou seja, utiliza os dados relacionados a pessoa e isso, de certo modo, torna-se muito relevante e de alto risco. Dentro deste contexto de coleta de dados através dos *Big Data*, que é um sistema de computação que processa grandes volumes de dados em alta velocidade e são utilizados pela Inteligência Artificial, os sistemas automatizados vem crescendo de forma exponencial e ajudando na resolução de problemas complexos, personalizando a sua utilização e facilitando o uso de processos cada vez mais eficientes.

Maliska e Lara (2020) ressaltam que, mesmo sendo apontado como elementos neutros, os algoritmos podem ser preconceituosos e discriminatórios, quando por exemplo, softwares identificam os padrões de comportamentos ligados a pequenos crimes em áreas de periferias, principalmente com perfis de indivíduos pobres e negros, alimentando os estigmas e disseminando os preconceitos. Desta forma, é necessária uma atenção maior ao uso de inteligência artificial e seus sistemas, pois podem potencializar e disseminar os preconceitos e os estigmas que já são muito disseminados por humanos, em escala maiores e a níveis nunca antes vistos. Estas violações estão se tornando mais céleres pelo uso dos sistemas de inteligência artificial e isso, se não for tomada nenhuma atitude, vai tornar a discriminação e o preconceito totalmente intrusivo e sistematizados tecnologicamente.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Definição de algoritmo

Algoritmo é um conjunto de operações que executam certa quantidade de dados que é entendido pelo computador com o objetivo de retornar uma resposta sobre algum problema para solucioná-lo da maneira mais rápida possível, com agilidade e eficiência (AZEVEDO; HECK, 2023).

Ribeiro (2021) caracteriza algoritmo como se fosse uma receita, pois é uma sequência de instruções para realizar uma tarefa e solucionar um problema, ou seja, é uma sequência de passos que são operados sistematicamente, tendo as entradas ou *inputs*, que são processados de forma não ambígua e finita com o objetivo de obter os *outputs* ou saídas. Apesar desta explicação simplificada o algoritmo usado em inteligência artificial são muito complexos e são capazes de tomar decisões de forma autônoma, conseguindo através da *machine learning* (aprendizado de máquina) e *deep learning* (aprendizado profundo) produzir premissas e desenvolver hipóteses baseados em um estabelecido conjunto de dados.

Estes algoritmos tem a capacidade de se aprimorar através da introdução de dados e isso pode ocorrer de forma supervisionada ou não. Quando há a ocorrência de um aprendizado não supervisionado, nem mesmo os programadores conseguem entender como a inteligência artificial determinou ou chegou a certos resultados. Neste caso os algoritmos usados pela inteligência artificial são chamados de "caixa preta" ou *black box algorithms* em inglês. Devido a esta impossibilidade de saber como a máquina chegou ao resultado, estes algoritmos caixas pretas são considerados

problemas. Devido a forma como são conectados e imitando o cérebro humano, estes algoritmos são complicados, rápidos e complexos, o que dificulta a sua compreensão e seus resultados, que só podem ser analisados por suposição.

Sendo assim, existe um enorme problema quando estes algoritmos caixas pretas são usados para definir perfis profissionais, pessoais, de consumo, para a análise de créditos pessoais ou na definição da personalidade da pessoa natural (RIBEIRO, 2021).

2.2 Discriminação e preconceito algorítmicos

A definição de discriminação no sentido de desigualdade ilegítima ocorre quando há distinções de pessoas por razões arbitrárias, injustas e intoleráveis. Isso revela a presença de preconceitos manifestados através de critérios que excluem ou desqualificam certos grupos de pessoas de forma injusta. Estes preconceitos ou discriminações ocorrem de maneira direta, quando for violado o princípio da igualdade no tratamento, sendo utilizada sem que haja motivo justificado e de forma arbitrária ou de maneira indireta, quando não há uma intenção explicita de discriminar, mas as práticas neutras deixam certos grupos de pessoas em desvantagem quando são feitas comparações com às demais (FIDALGO, 2022).

De acordo com Leal e Paulo (2023) a discriminação por parte dos algoritmos ocorre quando no seu processamento há a reprodução dos preconceitos e discriminações que existem na sociedade e são demonstrados na sua amostragem de dados sem levar em conta as especificidades ou particularidades individuais presentes nestes dados que foram coletados. Estas ações resultam na manutenção das desigualdades e na discriminação de minorias e grupos que historicamente são desprezados.

Por isso, é importante que os algoritmos sejam desenvolvidos de maneira clara e transparente, sendo necessário que haja uma análise crítica sobre a forma de como os dados são utilizados, garantindo que seus resultados não tenham vieses ou discriminações. Além disso, é necessário que haja uma regulamentação a respeito do uso de algoritmos para garantir que os direitos individuais sejam preservados, evitando que discriminações ou preconceitos ocorram, garantindo a proteção aos direitos do indivíduo (LEAL; PAULO, 2023).

Para Abreu et al. (2022) o avanço e expansão da Inteligência Artificial (IA) estão influindo sobre todos os contextos da vida humana e o risco social de uma IA ser construída em bases preconceituosas, é muito grande. O uso de algoritmos sempre estará sujeito a influência dos valores humanos de seus desenvolvedores, sendo que eventuais situações preconceituosas e discriminatórias são resultados do próprio caráter enviesado da sociedade. Em suma, o viés que pode compor uma IA é resultante da própria subjetividade humana, refletindo e alimentando as entradas que concerne ao aprendizado de máquina, tornando os algoritmos o reflexo de todos os preconceitos de seus criadores, amplificando as desigualdades.

Os riscos práticos com a criação de IAs com algoritmos preconceituosos são visíveis, pois a presença e o uso de IAs em todos os sistemas que fazem o compartilhamento de dados, como os celulares, IoTs, as redes sociais, bancos digitais, câmeras inteligentes etc., reforçam esta tese, principalmente que toda esta tecnologia está cada vez mais introduzida dentro de cada esfera de nossas vidas.

2.3 Algoritmos com viés racista

Sacilotti et al. (2024) apontam em seu artigo que os sistemas são desenvolvidos por humanos e a IA tem como definição imitar o ser humano, através de sistemas que pense e atue como um ser humano, inclusive, racionalmente. Como estes sistemas tem sua fonte de alimentação dados que são desenvolvidos por humanos, o racismo algoritmo reflete o pensamento da pessoa que o programou, principalmente, pelo fato de que a ordenação algorítmica é feita mais por pessoas brancas, adicionando uma camada a mais nesta estrutura do racismo. Dominada por pessoas brancas, os cargos de tecnologias demonstram um local de privilégio racial, que carrega os valores e preserva as hierarquias raciais (SACILOTTI et al., 2024).

Rodrigues e Chai (2023) ressaltam os vários problemas causados pelas contradições de IA com usuários não brancos, citando que em 2015, a partir da análise de dados gerados por algoritmos de IA e sistemas de visão computacional, Jacky Alciné teve a *tag* gorilas sinalizada em suas fotos e nas de sua namorada pelo aplicativo Google Photos. Isto aconteceu porque a aplicação não tinha o treinamento para o reconhecimento facial de maneira que pudesse distinguir a imagem. Além desta situação, outras ocorrências aconteceram, como a sinalização de cabelos crespos e negros como peruca pelo Google Vision.

Para Carlos (2022) o racismo algorítmico é resultado das experiências e dos pensamentos de quem cria o código que alimenta o sistema, pois a Inteligência Artificial é produzida através do aprendizado de máquina que utiliza dados, em boa parte dos casos, de pessoas brancas para alimentar seu banco de dados. Um exemplo de mau uso desta tecnologia é o reconhecimento facial que é usado na identificação de criminosos. Este sistema baseia sua pesquisa em um banco de dados onde a maioria dos listados são pessoas negras e isso pode acarretar erros na identificação do suspeito, expandindo o preconceito e a discriminação.

2.4 Discriminação algorítmica de viés econômico

A discriminação algorítmica de viés econômico está mais relacionada com as características de localização das pessoas em locais de condições mais precárias, conforme destacam Sainz et al. (2024). Para eles os casos de preconceito de viés econômico estão mais ligados ao registro de localidade do indivíduo, como no caso da empresa Decolar, que precificava suas passagens de acordo com a geolocalização do consumidor e dependendo do local onde este morava, era impossibilitado de fazer reserva. A discriminação socioeconômica pelo algoritmo não é restringida somente a aspectos materiais, mas pode ser verificada nas condições sociais e econômicas de países como o Brasil. Por exemplo, a desigualdade educacional pode agravar disparidades no processo seletivo para vagas de emprego ou acesso a educação superior, bem como, na concessão de créditos e financiamentos, pois ao avaliar o *score*, que muitas vezes leva em consideração o local onde o consumidor mora, acaba restringindo as oportunidades para pessoas que moram na periferia ou em locais de menor poder aquisitivo.

2.5 Discriminação algorítmica com viés de gênero

A identificação de gênero de uma pessoa pode parecer uma informação pouco sensível, principalmente quando se leva em conta a tradicional lógica binaria de homem/masculino e mulher/feminino. Mas, o gênero é uma construção identitária plural que contemplas as pessoas que não se enquadram dentro destas normas cisgêneras. Devido a sua dimensão subjetiva, a identidade de gênero apresenta múltiplas expressões que são recebidas de forma muito distinta no plano social

e individual. Diante disso, quando os dados sobre o gênero das pessoas trans são tratados de forma inadequada, ocorre sérias violações à dignidade e contribui para o desenvolvimento de cenários de exclusão e preconceito (COSTA; KREMER, 2022).

Salmoria e Ramos (2024) revelam que a discriminação algorítmica tem efeitos danosos e profundos nas vidas das pessoas trans, pois as imagens relacionadas a este público e desenvolvida pelas IA, apresentam um estereótipo, hiper sexualizando a pessoa, promovendo uma visão limitada e distorcida. Neste sentido, um dos impactos é na compreensão mental, pois a massiva exposição a estereótipos com forte apelo negativo, intensifica os sentimentos de exclusão e rejeição, aumentando os índices de depressão e outros transtornos mentais nestas pessoas.

2.6 Sugestões de como superar o preconceito algorítmico

Para assegurar condições justas e reduzir práticas discriminatórias é necessário a indicação de soluções para a problemática da discriminação, pois, apesar de todos os avanços que a tecnologia traz a sociedade, a IA requer limites, principalmente diante da possibilidade de seu uso resultar em vieses e discriminações quando aplicada de forma inadequada. Diante da expansão do uso de IA nos mais diversos setores e por toda a sociedade, independentemente de sua classe social ou econômica, é imprescindível que estes sistemas não sejam contaminados pelos preconceitos da sociedade e por isso, é necessário que seja discutido ações éticas e a regulamentação no uso da Inteligência Artificial (ABREU et al., 2022).

Costa e Kremer (2022) ressaltam que, devido a vulnerabilidade da população e dos diversos grupos potencialmente vulneráveis ao preconceito e a discriminação, é necessário observar a forma como os dados sensíveis são tratados e usados pela IA e que, o direito deve ser aplicado para que seja observado os princípios de igualdade e do direito a não discriminação, combatendo todas as formas de preconceito no âmbito da tecnologia de IA. A transparência de como são criados e usados os sistemas de IA é extremamente necessário para a ciência da sociedade, e com isso, adotar leis regulatórias sobre o uso de dados sensíveis e manter um diálogo com a sociedade e poderes concedidos como forma de proteger a sociedade dos vieses discriminatórios.

Fidalgo (2022) assevera que o enviesamento dos algoritmos pode ser solucionado, pois, devido ao processo de armazenamento dos dados, estes podem ser rastreados e vigiados através de um *software* criados para este fim específico, o que ajudaria no monitoramento e na abordagem de discriminações e preconceitos. Estes algoritmos se bem projetados, podem evitar toda a forma de discriminação, sendo concebidos para evitar fatores preconceituosos e discriminatórios. Esta ação facilitaria a comprovação da discriminação e ajudaria na construção de algoritmos sem vieses preconceituosos.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia empregada para o desenvolvimento deste artigo foi a pesquisa de cunho bibliográfico, que segundo Gil (2002) deve ser elaborada a partir de materiais previamente produzidos, como publicações, revistas, obras literárias e artigos científicos.

Para Gonçalves (2005) a pesquisa bibliográfica tem sua fundamentação em conteúdos já desenvolvidos, consistindo essencialmente de livros e publicações científicas. Com base nessas definições, foram examinadas publicações cientificas, artigos, e-books e outros materiais disponíveis em repositórios como: Scielo, Google acadêmico, Google livros e repositórios de universidades. O

levantamento foi concentrado no período de 2020 a 2025, abrangendo cerca de 45 artigos que depois de uma apuração foi reduzido a 13 publicações.

O processo metodológico envolveu o levantamento de dados, a organização e análise crítica das informações levantadas, os critérios de seleção baseados na pertinência referente ao tema deste estudo e a síntese interpretativa dos resultados que buscou entender como os algoritmos podem ser preconceituosos e discriminatórios.

Desta forma, a metodologia adotada permitiu sistematizar e identificar alguns dos principais conceitos e formas de preconceito algorítmico, embasando a análise crítica desenvolvida pelo artigo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Fidalgo (2022) conclui em seu artigo que a discriminação algorítmica acontece por diversos motivos. Pode decorrer por programação previamente configurada de acordo com as decisões das empresas de tecnologias, mas também, podem ser motivadas por banco de dados que não tenham em seus dados uma pluralidade racial, étnica ou social que deve prevalecer na sociedade moderna. Ele ainda ratifica que os algoritmos, por si só, são desprovidos de valores, mas explicitam todas as arbitrariedades e escolhas dos técnicos que conduzem o aprendizado de máquina.

Já Ribeiro (2021) demonstra que o sistema de IA não são neutros, pois são criados por pessoas que estão dentro de um contexto político, com vieses pessoais, influenciados pelo seu histórico social e econômico que são naturalmente transferidos para o sistema. Sendo assim, o preconceito algorítmico pode ocorrer de forma intencional ou não, podendo surgir do conjunto de dados usados pelo algoritmo ou concebido pelo próprio algoritmo, resultando em ações preconceituosas e discriminatórias contra a pessoa humana.

Sacilotti et al. (2024) demonstram que o preconceito está presente na atual sociedade e se dissemina dentro das tecnologias como consequência de narrativas e estruturas que perpetuam as discriminações e desigualdades e a IA é influenciada por este comportamento, por isso, é fundamental promover a inclusão e a diversidade no desenvolvimento de sistemas de IA nas empresas de tecnologias como forma de mitigar este problema e desenvolver algoritmos mais justos e sem preconceitos.

Na visão de Ribeiro (2021) os algoritmos não são neutros, pois são desenvolvidos em um ambiente que influencia a pessoa desenvolvedora e isso reflete nos sistemas por ela desenvolvido, inclusive com todos os seus vieses. Estes vieses são originados na base de dados usadas para a criação do algoritmo para o treinamento da IA ou na criação e desenvolvimento deles. Sendo assim, o preconceito algorítmico surge no conjunto de dados selecionado ou na própria concepção do algoritmo, levando a ter comportamentos e decisões que podem ser prejudiciais as pessoas, mesmo não sendo intencional.

Como bem coloca Fidalgo (2022), o preconceito algorítmico colabora para a perpetuação da exclusão e dos preconceitos contra grupos que historicamente são marginalizados. Apesar de os algoritmos serem isentos de valores, eles têm a capacidade de gerar discriminações, muito se deve pelo fato de eles receberem configurações preconceituosas que muitas vezes são emanadas pelos núcleos decisórios das organizações tecnológicas, mas também, podem ser resultado de uma base de dados que não representa a pluralidade que devem permear uma sociedade livre e diversa. Por

isso, é possível que haja controle sobre os dados com auditorias frequentes que viabilizem a criação de algoritmos mais transparentes, plurais e que respeitem a diversidade.

Rodrigues e Chai (2023) constatam que a visão computacional, que é um sistema usados por IA para identificar imagens, feições, animais, pessoas, rostos, através de um sem número de imagens relacionadas, com a finalidade de capacitar a IA a identificar imagens e conseguir classificá-las. Este sistema trouxe um sem-número de problemas, principalmente os relacionados a questão de raça. Um exemplo foi o que aconteceu no Twitter em 2020, onde um experimento demonstrou que o algoritmo privilegiava pessoas brancas em detrimento das negras. Neste experimento, mesmo com um número muito maior de publicações de pessoas negras, o sistema sempre mostrava imagens de pessoas brancas, explicitando a predileção do algoritmo. Mesmo usando personagens como os Simpsons para representar pessoas negras e brancas, o resultado obtido foi o mesmo. Corroborando estes fatos, o Centro Nacional de Denúncias de Crimes Cibernéticos (Safernet) que em 2006 recebeu 25.690 denúncias de racismo, saltou para 55.369 denúncias em 2015, demonstrando que o treinamento indevido das IAs alimenta o preconceito e a discriminação.

5 CONCLUSÃO

No decorrer deste artigo, foi possível concluir que a IA não tem neutralidade, pois ela reflete todas as estruturas sociais, culturais e econômicas existentes na sociedade humana. Os algoritmos, embora sejam instrumentos técnicos, eles são concebidos e programados por pessoas e isso, torna suscetíveis aos mesmos vieses e preconceitos que dominam o ambiente social, sendo resultado não de falha tecnológicas, mas da própria reprodução das desigualdades que são históricas e também, da falta de diversidade nos processos de desenvolvimento de sistemas de IA.

Os estudos analisados demonstram que estes vieses são manifestados em diferentes dimensões, como: racial, de gênero, socioeconômica e cultural. Isto afeta os grupos mais vulneráveis e amplia a exclusão social, sendo intensificados pelo uso de dados enviesados e pela ausência de transparência nos algoritmos, tornando urgente a adoção de medidas éticas e regulatórias que assegurem o uso responsável de IA.

Portanto, é indispensável que seja estabelecida políticas de governança algorítmicas que priorizem a diversidade de equipes, a transparência nos processos de uso e coleta de dados e no monitoramento contínuo dos resultados produzidos pela IA. Somente através de uma combinação de ética, legislação e responsabilidade social é que será possível o desenvolvimento de sistemas que sejam verdadeiramente justos e capazes de promover a igualdade e reduzir a discriminação a grupos historicamente rejeitados.

REFERÊNCIAS

ABREU, N. A. J. A. *et al.* Inteligência artificial e preconceito de identidade de gênero: o problema do viés na construção das IA's e a perpetuação das discriminações em sociedades previamente discriminatórias. **Revista COR LGBTQIA+**, Curitiba, v. 1, n. 3, p. 228-246, jul. 2022. Disponível em: https://revistas.ceeinter.com.br/CORLGBTI/article/view/551. Acesso em: 6 out. 2025.

AZEVEDO, E. C. A.; HECK, S. M. **Algoritmos racistas**: uma discussão sobre tecnologia e racismo. [*S. l.*]: IFPR, 2023.

CARLOS, D. Entenda o racismo algorítmico, que também atinge negros fora das redes. **Folha de S.Paulo**, São Paulo, 14 out. 2022. Lab Sociedade Digital, Tecnologia. Disponível em: https://www1.folha.uol.com.br/tec/2022/10/entenda-o-racismo-algoritmico-que-tambem-atinge-negros-fora-das-redes.shtml. Acesso em: 8 out. 2025.

COSTA, R.; KREMER, B. Inteligência artificial e discriminação: desafios e perspectivas para a proteção de grupos vulneráveis diante das tecnologias de reconhecimento facial. **Revista Direitos Fundamentais & Justiça**, Belo Horizonte, ano 16, n. especial, p. 145-167, out. 2022. Disponível em: https://dfj.emnuvens.com.br/dfj/article/view/1316. Acesso em: 6 out. 2025.

FIDALGO, L. B. B. Discriminações algorítmicas: racismo e sexismo nas relações laborais. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 8, n. 10, p. 67341-67354, out. 2022.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

GONÇALVES, Hortência de Abreu. **Manual de metodologia da pesquisa científica**. São Paulo: Avercamp, 2005.

LEAL, M. C. H.; PAULO, L. M. Algoritmos discriminatórios e jurisdição constitucional: os riscos jurídicos e sociais do impacto dos vieses nas plataformas de inteligência artificial de amplo acesso. **Revista de Direitos e Garantias Fundamentais**, Vitória, v. 21, n. 3, p. 165-187, set./dez. 2023.

MALISKA, M. A.; LARA, P. A inteligência artificial à serviço da discriminação e do preconceito em nome da lei e da ordem. *In*: JORNADA DA REDE INTERAMERICANA DE DIREITOS FUNDAMENTAIS E DEMOCRACIA, 7., 2020. **Anais** [...]. [*S. l.*: *s. n.*], 2020. v. 1, p. 859-879. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/357195093_A_INTELIGENCIA_ARTIFICIAL_A_SERVICO_DA_DISCRIMINACAO_E_DO_PRECONCEITO_EM_NOME_DA_LEI_E_DA_ORDEM. Acesso em: 4 out. 2025.

RIBEIRO, A. L. L. **Discriminação em algoritmos de inteligência artificial**: uma análise acerca da LGPD como instrumento normativo mitigador de vieses discriminatórios. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.

RODRIGUES, J. C.; CHAI, C. G. Inteligência artificial e racismo algorítmico: análise da neutralidade dos algoritmos frente aos episódios de violação de direitos nos meios digitais. **Revista Eletrônica do TRT-PR**, Curitiba, v. 12, n. 118, mar. 2023.

SACILOTTI, A. C. *et al.* Racismo algorítmico: como o preconceito humano afeta o desenvolvimento de novas tecnologias. **Revista Eletrônica Multidisciplinar de Investigação Científica**, v. 3, n. 18, 2024.

SAINZ, N. *et al.* Discriminação algorítmica no Brasil: uma análise da pesquisa jurídica e suas perspectivas para a compreensão do fenômeno. **Revista Direito Público**, Brasília, v. 21, n. 110, p. 258-289, abr./jun. 2024. Disponível em: https://www.portaldeperiodicos.idp.edu.br/direitopublico/article/download/7295/3391/27759. Acesso em: 8 out. 2025.

SALMORIA, C. H.; RAMOS, W. A. Discriminação algorítmica: desvendando a representação de pessoas trans e queer por modelos de IA geradores de imagem. **Revista CNJ**, v. 8, n. 2, jul./dez. 2024. Disponível em: https://www.cnj.jus.br/ojs/revista-cnj/article/view/618/456. Acesso em: 9 out. 2025.

Os conceitos e as opiniões expressos neste artigo são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

INTERFACE TECNOLÓGICA

TECNOLOGIA EM INFORMÁTICA
Interface Tecnológica · v. 23, n. 1, 2026 · p. 42–51
ISSN on-line 2447-0864 · ISSN impresso 1807-3980
https://doi.org/10.31510/infa.v23i1.2438

A APLICAÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO AUMENTO DA PRODUTIVIDADE EMPRESARIAL

The application of artificial intelligence in increasing business productivity

Pablo Fernando Peres[1], **Giuliano Scombatti Pinto**[2]

AUTORIA

[1] **Pablo Fernando Peres**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
pablofperes@hotmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0008-0681-4239

[2] **Giuliano Scombatti Pinto**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
giuliano.pinto@fatectq.edu.br
ORCID: 0000-0001-8491-1431

HISTÓRICO

Recebido	25/04/2026
Aceito	04/06/2026
Publicado	30/06/2026

COMO CITAR

PERES, P. F.; PINTO, G. S. A aplicação da inteligência artificial no aumento da produtividade empresarial. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 23, n. 1, p. 42-51, 2026. DOI: 10.31510/infa.v23i1.2438.

LICENÇA

Artigo de acesso aberto distribuído sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

cc BY 4.0

RESUMO

As empresas buscam sempre se manter estáveis e em competitividade no mercado, e por conta da alta competitividade procuram por tecnologias que aumentem sua produtividade e eficiência. Este estudo tem como objetivo analisar a aplicação da tecnologia da Inteligência Artificial nas empresas e como isso afeta a produtividade. Foi utilizada nesse artigo a metodologia de pesquisa bibliográfica, por meio de artigos científicos, análise de livros e conteúdos eletrônicos. Os resultados apontam que empresas que implementam a Inteligência Artificial ganham diversos benefícios, sendo eles o aumento da produtividade, otimização de trabalhos repetitivos, suporte na tomada de decisão e redução de custos operacionais. A tecnologia tem capacidade de analisar grandes volumes de dados e pode contribuir para decisões mais rápidas e redução de erros. Porém, assim como toda tecnologia existem alguns desafios, como o alto custo de investimento na infraestrutura e qualificação profissional. Conclui-se que a Inteligência Artificial é essencial para o aumento da produtividade dentro do contexto empresarial, trazendo diversos benefícios e transformando a gestão, e com isso um diferencial estratégico que se torna fundamental para se manter em competitividade, eficiência e se manter inovando conforme inovações do mercado.

Palavras-chave: Inteligência artificial. Produtividade. Competitividade. Impactos.

ABSTRACT

Companies always seek to remain stable and competitive in the market, and due to the high level of competition, they look for technologies that increase productivity and efficiency. This study aims to analyze the application of Artificial Intelligence technology in companies and how it affects productivity. The methodology used in this article was bibliographic research, through scientific articles, analysis of books, and electronic content. The results indicate that companies that implement Artificial Intelligence gain several benefits, including increased productivity, optimization of repetitive tasks, support in decision-making, and reduction of operational costs. This technology has the ability to analyze large volumes of data and can contribute to faster decision-making and error reduction. However, like any technology, there are some challenges, such as the high cost of investment in infrastructure and professional qualification. It is concluded that Artificial Intelligence is essential for increasing productivity within the business context, bringing several benefits and transforming management. Therefore, it represents a strategic advantage that becomes fundamental for maintaining competitiveness, efficiency, and continuous innovation according to market developments.

Keywords: Artificial intelligence. Productivity. Competitiveness. Impacts.

1 INTRODUÇÃO

Desde o início da computação até as tecnologias atuais, a Inteligência Artificial tem ganhado espaço em diversos campos no mundo. Nas últimas décadas, ela se tornou a tecnologia que está moldando o futuro e vem crescendo cada vez mais no mundo e nas empresas.

A Inteligência Artificial evolui constantemente e em ritmo acelerado, tornando-se de grande utilidade para as empresas que buscam por inovação e estratégia. Ela vem se destacando em diversos setores pelo mundo e muitas empresas estão implementando a IA como uma ferramenta de alto investimento, pois já se entende que o retorno que ela gera pode ser significativo, podendo aumentar a produtividade em até 40% até 2035 e transformar a forma como é realizado o trabalho, aumentando o crescimento econômico (ACCENTURE, 2016).

Muitas instituições adotam a IA como uma ferramenta estratégica, pois o espaço corporativo sofre com a pressão por resultados rápidos e exatos e essa ferramenta faz com que a organização tenha mais agilidade na tomada de decisão no cenário empresarial. A alta competitividade entre as empresas e as mudanças digitais que são constantes fazem com que as instituições busquem por automação e otimização de processos para garantir a eficiência operacional.

Dessa forma, o artigo tem como objetivo explorar a Inteligência Artificial nas empresas e os impactos de sua implementação, evidenciando como a IA pode aumentar a produtividade empresarial.

2 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

No contexto empresarial, as organizações podem enfrentar diversas dificuldades. Segundo McKinsey Global Institute (2017), existem limitações com a falta da tecnologia, a tomada de decisão é mais lenta e menos precisa, que acarreta problemas para tomar decisões. Além disso, mesmo que a empresa tenha um grande volume de dados, ela consegue usar apenas uma pequena parte, que causa um baixo aproveitamento. Uma vez que a empresa não evolui junto com as tecnologias, os processos se tornam lentos, sujeitos a erros e vieses, além da perda de competitividade e produtividade. McKinsey aponta que cerca de 50% das atividades podem ser automatizadas e 60% das ocupações possuem pelo menos 30% das atividades automatizáveis. Também explica que com o uso da IA pode aumentar até 1,4% ao ano na produtividade.

Para entender o avanço dessa tecnologia, é importante analisar sua origem. Alan Turing foi um dos responsáveis em trazer o conceito de Inteligência Artificial. Ele trouxe a ideia de que processos mentais poderiam ser realizados por máquinas. Na década de 1950, durante a Conferência de Dartmouth, pesquisadores começaram a explorar possibilidades de criar máquinas inteligentes, que teriam capacidade de pensar e aprender com os humanos (MITCHELL, 2019).

De acordo com Mitchell (2019), surgiram diferentes abordagens para IA, destacando o *machine learning*, focado na aprendizagem de máquina a partir de dados, e as redes neurais multicamadas, que utilizam análises refinadas com o intuito de identificar erros e evitar que eles ocorram novamente e começaram a usar o algoritmo *backpropagation* que faz com que treinem as redes neurais artificiais, recebendo os dados e gerando uma resposta, com isso é feita uma análise com os dados investigando o erro e ajustando.

Segundo Russell e Norvig (2016), entende-se que Inteligência Artificial não tem uma definição única, mas engloba diversas áreas que ajudaram para a construção do sistema inteligente semelhante à inteligência humana. Sendo assim, a IA é definida como uma representação do conhe-

cimento e um campo que se dedica à realização de sistemas inteligentes que possam agir racionalmente com base no ambiente proposto, tomando decisões e interpretando os problemas, facilitando a realização dos objetivos exigidos.

Com o avanço das tecnologias ao longo dos anos, houve uma nova perspectiva para as empresas. O progresso tecnológico fez com que muitas empresas e instituições governamentais entrassem em um período de mudanças. Com isso, há grandes possibilidades de melhoria da eficiência, produtividade e competitividade entre as empresas.

2.1 Inteligência artificial no ambiente empresarial

Com a evolução das tecnologias, a Inteligência Artificial entrou no mundo corporativo como ferramenta estratégica, sendo utilizada com base na necessidade da empresa, e usada como ferramenta que alavanca o crescimento e o desenvolvimento.

A IA está diretamente vinculada à tecnologia de informação, na qual faz a coleta, o processamento e a análise dos dados. Nesse contexto, as principais tecnologias utilizadas nas empresas são: *Machine Learning* e Processamento de Linguagem Natural, tecnologias que têm capacidade de aprender padrões através de dados, automatizar processos, melhorar a tomada de decisões e ajudar na interação entre empresa e cliente (PEREIRA, 2021).

Conforme Pereira (2021), essas tecnologias colaboram para a automação e otimização de processos. Além disso, Silva et al. (2025) afirmam que essas tecnologias têm sido usadas de forma estratégica na análise de dados das empresas. Além da automação e otimização das tarefas, elas identificam padrões e relações entre os dados, auxiliando nas tomadas de decisões. Isso faz com que tanto os riscos quanto as oportunidades sejam antecipadas para serem analisadas com mais estratégia, porém, mesmo com essa grande capacidade de analisar, é necessária a supervisão humana para que a validação seja feita.

Embora a Inteligência Artificial tenha diversas tecnologias, este estudo tem como foco as aplicações de *Machine Learning e* Processamento de Linguagem Natural. Essas são as tecnologias que muitas empresas utilizam quando se trata de automação de processos, análise de dados, suporte à tomada de decisões e interação com clientes. Sendo assim, o uso dessas tecnologias pode contribuir para o ganho de eficiência, produtividade, competitividade e sustentabilidade.

2.2 Aplicações e impactos da inteligência artificial nas organizações

As empresas buscam sempre otimizar o tempo de determinados processos para se dedicar a outras atividades mais complexas. Os sistemas inteligentes são programados conforme as demandas das empresas, reconhecendo padrões, analisando dados e, com base nas análises, tomando decisões e assim realizando processos operacionais. Entende-se que a mistura dos algoritmos com o sistema inteligente faz com que executem as ações para diminuir tarefas repetitivas e complexas, trazendo para as empresas grandes vantagens como melhorar a padronização dos processos. Outro benefício é a redução da taxa de erro humano, bem como a diminuição do tempo dos processos e custos, pois quando um sistema inteligente cuida de uma alta demanda de dados, a intervenção humana é menor, garantindo que as pessoas consigam deixar de lado os processos repetitivos e foquem nas atividades que precisam de atenção criativa ou analítica. Por mais que haja muitos benefícios relacionados à automação, redução de erros e aumento de produtividade, o estudo também mostra que podem existir alguns desafios relacionados à implementação da Inteligência Artificial. Manuel e Santos (2025) explicam sobre a necessidade de investir em infraestrutu-

ra e qualificação profissional, enquanto Veloso (2024) diz sobre os possíveis impactos da automação nas empresas, principalmente no avanço da IA generativa (MANUEL; SANTOS, 2025).

Com o avanço da IA generativa, suas aplicações têm trazido atividades de linguagem, análise e criatividade que podem acarretar a redução da necessidade de intervenção humana, pois além da substituição do trabalho operacional, também há a possibilidade de substituir as funções mais complexas como a criação de conteúdos, atividades criativas, atendimento ao cliente mais elaborado e funções técnicas especializadas. Muitas empresas utilizam a tecnologia para substituir os trabalhadores, porém a IA pode ser utilizada de forma complementar, ajudando a aumentar a produtividade estrategicamente, evitando que eles sejam afetados (VELOSO, 2024).

De modo geral, muitas empresas têm investido bastante em *machine learning*, nas quais dados são incluídos em sistemas e com eles, os sistemas obtêm um aprendizado para possibilitar a identificação de padrões e previsões e são aprimorados com os dados gerados ao longo do tempo. Muitas organizações têm utilizado também o Processamento de Linguagem Natural, que é uma tecnologia que tem como objetivo compreender e manipular a linguagem humana de forma que os *Chatbots* e os assistentes virtuais interajam naturalmente com pessoas e possam transmitir informações de forma clara e automática (OLIVEIRA et al., 2025).

Sendo assim, a Inteligência Artificial pode gerar benefícios bastante significativos para as empresas, por meio da automação de processos, redução de erros e o apoio à tomada de decisões. Porém, a implementação requer investimentos em infraestrutura, qualificação e adaptação. Portanto, os impactos da IA não dependem apenas da tecnologia que está sendo usada, mas também da forma que ela vai ser integrada na estratégia da organização.

2.3 Inteligência artificial e a produtividade empresarial

A produtividade está relacionada à eficiência na utilização de recursos, sendo medida pela relação entre outputs e inputs das operações, portanto quanto maior o nível de produtividade, maior será o nível de eficiência operacional (SLACK et al., 2013). Desse modo, as operações mais produtivas se tornam aquelas que são capazes de gerar maiores resultados com menor custo de recursos, contribuindo para gerar valor organizacional.

A eficiência, por sua vez, está ligada à capacidade de usar todos os recursos possíveis da melhor maneira, buscando alcançar os melhores resultados e evitar desperdícios desnecessários (CHIAVENATO, 2021).

A competitividade pode ser entendida como a capacidade de criar e sustentar uma vantagem em relação aos concorrentes, usando os recursos da empresa com estratégia para não só competir em preço, mas também gerar valor superior ao mercado com custos menores (PORTER, 1989).

A sustentabilidade organizacional pode ser interpretada a partir do conceito *Triple Bottom Line* de Elkington (1997), que considera três pilares: pessoas, relacionado ao impacto que a organização tem sobre as pessoas e a responsabilidade social; planeta, que está relacionado à preservação ambiental e à redução de impactos ambientais; e lucro, referente à rentabilidade, ao crescimento e continuidade nos negócios. Dessa forma, o desempenho organizacional deve buscar o equilíbrio entre esses três pilares.

Dessa forma, a produtividade, a eficiência, a competitividade e a sustentabilidade estão relacionadas diretamente ao desempenho organizacional e podem ser impactadas pelo uso dessas tecnologias. Sendo assim, a inteligência artificial tem sido utilizada para contribuir com as empresas

para que consigam realizar com qualidade a automação de tarefas, o auxílio na tomada de decisões e a otimização de recursos, fornecendo ganhos de eficiência e competitividade para as empresas.

O ambiente empresarial tem evoluído constantemente com o uso da Inteligência Artificial. A implementação da IA permite que as empresas atuem com mais eficiência e consigam tomar decisões estratégicas e criativas, reduzindo o tempo de execução das tarefas, sejam elas no atendimento ao cliente, no controle de estoque, na análise de dados e na organização de informações, aumentando a performance operacional, o que traz como benefício melhoria da produtividade e qualidade operacional (MELO, 2020).

Em ambientes com grande demanda ocorre o risco de falha humana, assim como erro de digitação, de interpretação e de execução. A implementação de sistemas de IA combinados com regras bem definidas possibilita a identificação de irregularidades rapidamente, que ao olho humano levaria mais tempo. Os sistemas buscam informações de diversos lugares e fazem um alerta sobre possíveis erros, além de permitirem a automação e a padronização de processos, estabelecem regras que garantem que as atividades sejam realizadas da mesma forma, eliminando mudanças e reduzindo os erros (FIGUEIREDO, 2024).

Por isso, conclui-se que a produtividade pode ser aumentada quando a Inteligência Artificial é usada para otimizar recursos, melhorar os processos e ajudar na tomada de decisões, lembrando que esses benefícios dependem da qualidade dos dados, da infraestrutura tecnológica e de colaboradores preparados.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia utilizada no presente artigo foi a pesquisa bibliográfica. O intuito desta pesquisa foi entender como a Inteligência Artificial impacta a produtividade das empresas. Foi realizada uma análise de diversos materiais como livros, artigos e conteúdos eletrônicos.

Foram utilizados como base de dados para coleta de informações o Google Scholar, o SciELO e outros meios digitais. Como critério de pesquisa foram utilizados materiais recentes e com credibilidade que abordem o tema proposto. Para realizar a pesquisa, os termos utilizados foram: Inteligência Artificial, Produtividade Empresarial e Automação de processos, com o intuito de demonstrar como a Inteligência Artificial pode aumentar a produtividade das empresas de forma geral.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Inteligência Artificial nas pequenas, médias e grandes empresas tem ganhado grande proporção de implementação. Com seus inúmeros benefícios, a ferramenta se torna um investimento estratégico.

A Figura 1 a seguir apresenta as vantagens da implementação da Inteligência Artificial nas empresas.

Figura 1 – Vantagens da utilização da IA na gestão



Fonte: Rodrigues e Andrade (2021).

Conforme apresentado no gráfico da Figura 1, a Inteligência Artificial traz para a empresa diversas vantagens. Observa-se o aumento da produtividade, a otimização dos trabalhos rotineiros/repetitivos e otimização do processo de tomada de decisão. Essas vantagens impactam diretamente na produtividade dentro da empresa.

A Inteligência Artificial tem uma grande capacidade de analisar grandes volumes de dados. Com a sua aplicação nas empresas proporciona uma tomada de decisão mais precisa e ágil. Com o uso de sistemas inteligentes, algoritmos e dados históricos é possível identificar padrões e tendências, que permitem que a empresa elabore estratégias. Além disso, por meio da automação de processos a IA contribui para a redução de erros. Dessa forma, com base nos resultados, as decisões ficam mais assertivas e sendo realizadas com um bom planejamento a empresa pode alcançar resultados melhores (ABREU et al., 2025).

Segundo Brynjolfsson, Li e Raymond (2023), a utilização da IA proporciona para a empresa um aumento de produtividade de 14% e 15% nos problemas resolvidos por hora. Ela também contribui para que novos funcionários aprendam suas tarefas mais rapidamente e aumentem sua produtividade em cerca de 30%, impactando positivamente a satisfação de clientes.

Além disso, a Inteligência Artificial traz uma experiência personalizada para os clientes, identificando padrões de compra e gerando um atendimento com mais eficiência para eles. De acordo com o IBM Institute for Business Value (2023), automatizar tarefas repetitivas proporciona para a empresa grande impacto econômico, trazendo uma redução de 30% no tempo de interações com o serviço de *chatbot*.

Schilling (2025) realizou uma pesquisa entre pequenas e médias empresas e identificou que 73% delas já utilizavam alguma ferramenta de Inteligência Artificial, enquanto 27% estavam em fase de implementação. O resultado da pesquisa apontou que 93% das empresas apresentaram a

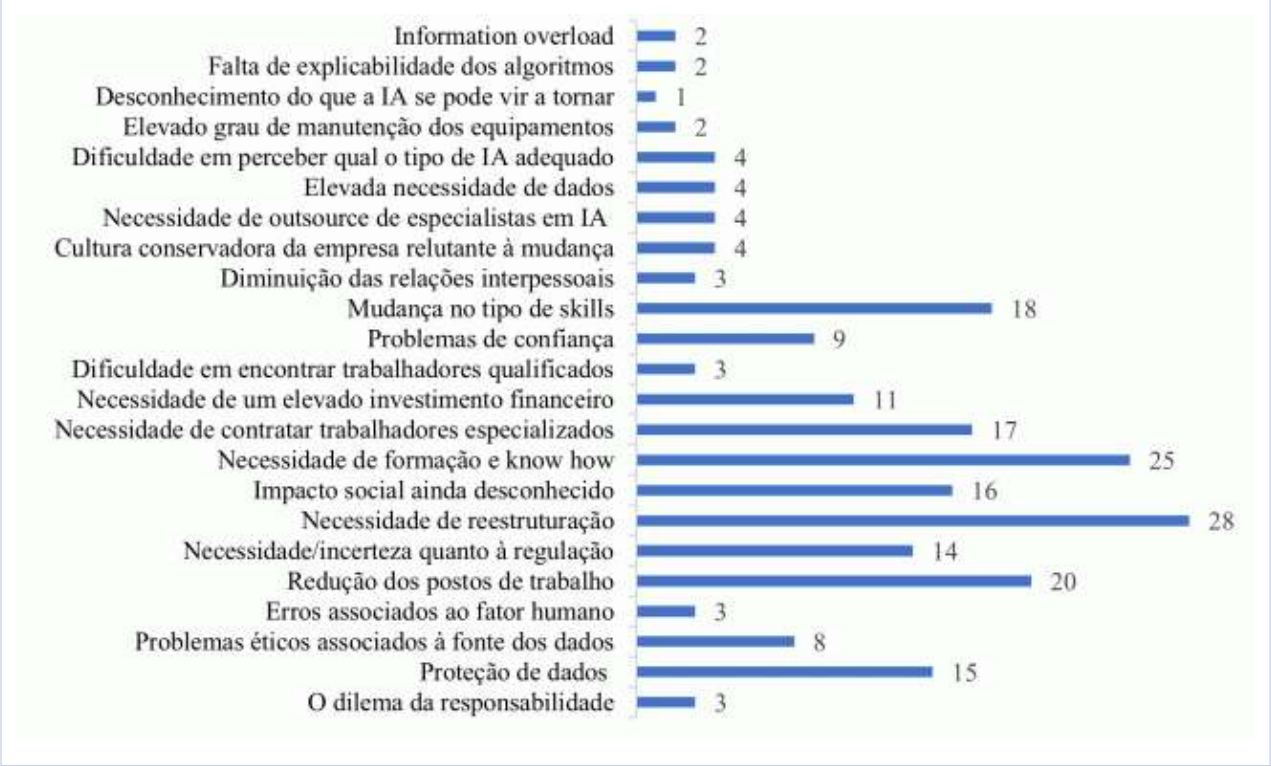
IA como ferramenta competitiva, principalmente quando utilizada para automação de processos e análise de dados. Outro diferencial é o ganho na eficiência operacional: 83% das empresas apresentam melhoria, no entanto, relatam também que em torno de 60% das empresas têm dificuldades relacionadas à cultura e resistência às mudanças.

Os estudos apresentados, em conjunto com outras pesquisas, indicam que o uso da Inteligência Artificial traz ganhos notáveis para a produtividade. Ela engloba diversos fatores, entre eles, a automação de tarefas e a tomada de decisões que são dois fatores que aumentam a eficiência e a competitividade entre as empresas.

Contudo, existem desafios relacionados à tomada de decisão, tais como os vieses algorítmicos, que podem fornecer resultados injustos e discriminatórios que trazem desigualdade para determinados grupos, o que faz com que a empresa tenha dificuldade na compreensão de tomadas de decisões. E a opacidade do sistema também pode ser considerada outra desvantagem, que é a dificuldade de compreender processos, decisões e a lógica utilizada para chegar em um resultado, esses fatores podem prejudicar a confiabilidade e a ética que a empresa adota, e acabam interferindo nas tomadas de decisões. Sendo assim, uma tomada de decisão baseada em dados juntamente com a Inteligência Artificial e uma implementação de qualidade, vai trazer para a empresa uma grande melhoria na estrutura, no operacional e na estratégia da empresa (ABREU et al., 2025).

Além disso, as empresas de pequeno e médio porte ainda enfrentam dificuldades relacionadas à implementação conforme a Figura 2 apresentada a seguir.

Figura 2 – Dificuldades/problemas da utilização da IA nas empresas



Fonte: Rodrigues e Andrade (2021).

Como pode ser observado na Figura 2, existem algumas dificuldades relacionadas ao uso e implementação da IA, a qualidade e disponibilidade de dados é a que pode causar mais falhas e

para que a IA consiga fazer a análise, é necessário dados completos, pois, dados incompletos podem causar vieses. Para que a ferramenta seja utilizada corretamente, são necessários investimentos em tecnologia, hardware de grande desempenho para evitar problemas, além de outras tecnologias em nuvem e estruturais. A tecnologia IA precisa de dados de qualidade para que, na entrada, esses dados sejam interpretados corretamente e na saída eles tenham a mesma qualidade e confiabilidade evitando falhas (NASCIMENTO; SANTOS; PINTO, 2025).

5 CONCLUSÃO

A Inteligência Artificial funciona como uma ferramenta de aumento de produtividade. Os impactos que ela proporciona e os seus benefícios contribuem para a redução de erros humanos, a redução de custos e a automatização de tarefas repetitivas. Isso ocasiona um impacto direto e mantém a empresa competitiva no mercado. Sua implementação acelera a produtividade, porém como toda ferramenta existem desafios.

Quando bem aplicada, a IA auxilia na tomada de decisões por meio da análise de grandes quantidades de dados, o que permite que as pessoas consigam ser mais estratégicas e analíticas, favorecendo o desempenho da empresa como um todo e tornando ela mais competitiva, além de ajudar na sustentabilidade a longo prazo para a empresa se adaptar às mudanças cotidianas do mercado. No entanto, o desempenho da tecnologia está relacionado à qualidade e quantidade de dados disponíveis, por isso, é importante que eles sejam confiáveis.

Por outro lado, a aplicação da tecnologia traz algumas dificuldades, sendo elas a dificuldade de encontrar funcionários qualificados, a resistência às mudanças organizacionais e o alto custo de investimento. Pequenas e médias empresas, muitas vezes, não consideram a implementação da Inteligência Artificial como um benefício estratégico. Por isso, é importante que toda implementação seja feita de forma estratégica, investindo em tecnologias e principalmente no preparo de profissionais. Sendo assim, conclui-se que a Inteligência Artificial tem se tornado uma ferramenta indispensável para as empresas e é essencial para o aumento da produtividade.

REFERÊNCIAS

ABREU, Cibely Maria Ferreira de; MARACAJÁ, Flavio; RIOS, José Juliano Nogueira; RODRIGUES, Melquizedec Arcos; AZEVEDO, Inácia Oliveira de; RAMOS, Claudemir; SOUZA, Jaques José da Silva. Inteligência artificial na gestão: impactos, riscos e benefícios na tomada de decisões empresariais. **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, Boa Vista, v. 24, n. 73, e8036, 2025. Disponível em: https://revistaboletimconjuntura.com.br/boca/article/view/8036/1623. Acesso em: 10 mar. 2026.

ACCENTURE. **Artificial intelligence poised to double annual economic growth rate in 12 developed economies and boost labor productivity by up to 40 percent by 2035**. [*S. l.*], 2016. Disponível em: https://newsroom.accenture.com/news/2016/artificial-intelligence-poised-to-double-annual-economic-growth-rate-in-12-developed-economies-and-boost-labor-productivity-by-up-to-40-percent-by-2035-according-to-new-research-by-accenture. Acesso em: 15 abr. 2026.

BRYNJOLFSSON, Erik; LI, Danielle; RAYMOND, Lindsey. Generative AI at work. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 140, n. 2, p. 889-942, maio 2025. Disponível em: https://academic.oup.com/ue/article/140/2/889/7990658. Acesso em: 15 mar. 2026.

CARMO, Rafael José; SIQUEIRA, Vilson Soares. **A inteligência artificial no atendimento ao cliente**: redução de custos, otimização do tempo e melhoria da experiência do consumidor. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Federal Goiano, 2025. Disponível em: https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/6120/3/arquivo.pdf. Acesso em: 7 mar. 2026.

CHIAVENATO, Idalberto. **Introdução à teoria geral da administração**. São Paulo: Atlas, 2021.

ELKINGTON, John. **Cannibals with forks**: the triple bottom line of 21st century business. Oxford: Capstone, 1997.

FIGUEIREDO, Bárbara de Sousa. **O impacto da inteligência artificial e da automatização na gestão financeira**. 2024. Projeto de Graduação (Licenciatura em Ciências Empresariais) – Universidade Fernando Pessoa, 2024. Disponível em: http://hdl.handle.net/10284/13188. Acesso em: 4 jun. 2026.

FINN, Teaganne; DOWNIE, Amanda. AI productivity. **IBM Think**, [*S. l.*], 2024. Disponível em: https://www.ibm.com/br-pt/think/insights/ai-productivity. Acesso em: 23 mar. 2026.

GOMES, Dennis dos Santos. Inteligência artificial: conceitos e aplicações. **Revista Olhar Científico**, Ariquemes, v. 1, n. 2, p. 234-246, dez. 2010. Disponível em: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/51841234/49-148-1-PB-libre.pdf. Acesso em: 31 mar. 2026.

MANUEL, Biola Lima; SANTOS, Sebastião dos. Vantagens e inconvenientes da automação de processos de gestão com a inteligência artificial. **RICA-KIANDA: Revista de Inovação e Investigação Científica da Universidade de Luanda**, Luanda, v. 1, n. 2, p. 123-136, out. 2025. Disponível em: https://revistas.uniluanda.ao/index.php/ricakianda/article/view/172/139. Acesso em: 14 mar. 2026.

MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. **What's now and next in analytics, AI, and automation**. [*S. l.*]: McKinsey & Company, 11 maio 2017. Disponível em: https://www.mckinsey.com/featured-insights/digital-disruption/whats-now-and-next-in-analytics-ai-and-automation/pt-br. Acesso em: 18 abr. 2026.

MELO, Gabriel. Inteligência artificial, gestão empresarial e o futuro do trabalho no Brasil. **Mundo Livre: Revista Multidisciplinar**, v. 6, n. 2, p. 160-183, 2020. Disponível em: https://periodicos.uff.br/mundolivre/article/view/42340. Acesso em: 4 jun. 2026.

MITCHELL, Melanie. **Artificial intelligence**: a guide for thinking humans. New York: Farrar, Straus and Giroux, 2019.

NASCIMENTO, Kauan Morais; SANTOS, Keverson Gomes dos; PINTO, Diego Santos Almeida. Inteligência artificial e transformação: o papel no meio empresarial e os desafios da adoção. **RECIMA21 – Revista Científica Multidisciplinar**, v. 6, n. 10, 2025. Disponível em: https://recima21.com.br/recima21/article/view/6870/4594. Acesso em: 10 fev. 2026.

OLIVEIRA, Katya Luciane *et al.* **Compêndio de psicologia e educação**. Petrópolis: Vozes, 2025. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=E6FxEQAAQBAJ. Acesso em: 5 jun. 2026.

PEREIRA, Keith Anny Borges. **Um estudo sobre o uso da inteligência artificial nas empresas**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Sistemas de Informação) – Universidade Federal do Amazonas, Itacoatiara, 2021. Disponível em: http://riu.ufam.edu.br/handle/prefix/5989. Acesso em: 6 fev. 2026.

PORTER, Michael E. **Vantagem competitiva**: criando e sustentando um desempenho superior. Rio de Janeiro: Campus, 1989.

RODRIGUES, Beatriz; ANDRADE, António. O potencial da inteligência artificial para o desenvolvimento e competitividade das empresas: uma *scoping review*. **Gestão e Desenvolvimento**, v. 29, p. 381-422, 2021. DOI: https://doi.org/10.34632/gestaoedesenvolvimento.2021.10038.

RUSSELL, Stuart; NORVIG, Peter. **Artificial intelligence**: a modern approach. 3. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2010.

SANTOS, Rodrigo Batista dos; MAIRINK, Carlos Henrique Passos. Títulos de crédito eletrônicos. **LIBERTAS: Revista de Ciências Sociais Aplicadas**, v. 7, n. 1, 2017. Disponível em: https://periodicos.famig.edu.br/index.php/libertas/article/view/728. Acesso em: 9 mar. 2026.

SCHILLING, Rodrigo Peter. IA como diferencial competitivo: estratégias para pequenas e médias empresas brasileiras. **Revista Tópicos**, 1 maio 2025. Disponível em: https://revistatopicos.com.br/artigos/ia-como-diferencial-competitivo-estrategias-para-pequenas-e-medias-empresas-brasileiras. Acesso em: 7 mar. 2026.

SILVA, A. F. F. da; BARBOSA, K. M. S.; SANTOS, M. E. L. dos; VASCONCELOS, L. G. de; FREITAS, R. de C. M. de; ROSA, A. C. M. O impacto da inteligência artificial (IA) no mundo corporativo: tomada de decisões baseadas em dados. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, [*s. l.*], v. 18, n. 8, e20373, 2025. Disponível em: https://ojs.revista-contribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/20373. Acesso em: 14 mar. 2026.

SILVA, Giovanni Henrique Marques da; AZRAK, Keila Duarte de Souza; BÉRGAMO, Luciano. Inteligência artificial na gestão empresarial: oportunidades e tendências. **Revista Acadêmica Online**, v. 9, n. 1, 2025. Disponível em: https://revistaacademicaonline.com/index.php/rao/article/view/108/218. Acesso em: 8 mar. 2026.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert; BETTS, Alan. **Gerenciamento de operações e de processos**: princípios e práticas de impacto estratégico. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

VELOSO, Fernando. Efeitos da inteligência artificial sobre a produtividade e o mercado de trabalho. **Revista Conjuntura Econômica**, v. 78, n. 1, p. 74-77, 2024. Disponível em: https://periodicos.fgv.br/rce/issue/view/5145/2820. Acesso em: 5 jun. 2026.

Os conceitos e as opiniões expressos neste artigo são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

INTERFACE TECNOLÓGICA

TECNOLOGIA EM INFORMÁTICA
Interface Tecnológica · v. 23, n. 1, 2026 · p. 52–58
ISSN on-line 2447-0864 · ISSN impresso 1807-3980
https://doi.org/10.31510/infa.v23i1.2439

SIMULAÇÃO DE IDENTIDADE E RISCOS ÉTICOS NA ERA DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA

Identity simulation and ethical risks in the age of generative artificial intelligence

Carlos Eduardo Torrichelli de Souza Pinto[1], Carlos Pereira de Castro Filho[2]

AUTORIA

[1] **Carlos Eduardo Torrichelli de Souza Pinto**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
carloseduardotdes@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0000-2654-0572

[2] **Carlos Pereira de Castro Filho**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
cpcftq@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0000-3811-2882

HISTÓRICO

Recebido	25/04/2026
Aceito	04/06/2026
Publicado	30/06/2026

COMO CITAR

PINTO, C. E. T. S.; CASTRO FILHO, C. P. Simulação de identidade e riscos éticos na era da inteligência artificial generativa. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 23, n. 1, p. 52-58, 2026. DOI: 10.31510/infa.v23i1.2439.

LICENÇA

Artigo de acesso aberto distribuído sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

cc BY 4.0

RESUMO

O avanço recente da inteligência artificial generativa ampliou significativamente a capacidade de criação de conteúdos sintéticos altamente realistas, incluindo imagens, vídeos e áudios. Entre as aplicações mais sensíveis dessas tecnologias estão os sistemas capazes de simular identidades humanas, como deepfakes e ferramentas de clonagem de voz. Embora essas tecnologias apresentem potencial para aplicações legítimas em áreas como entretenimento, educação e produção audiovisual, também introduzem riscos éticos relevantes relacionados à privacidade, à segurança digital e à confiança social nas interações mediadas por tecnologia. Este artigo analisa os principais riscos associados ao uso de inteligência artificial generativa na simulação de identidades digitais. A pesquisa adota abordagem qualitativa e exploratória baseada em revisão bibliográfica de literatura acadêmica recente, relatórios institucionais e estudos de caso documentados sobre o uso de deepfakes e clonagem de voz. Os resultados indicam que a combinação entre o avanço técnico dos modelos generativos e a ampla disponibilidade de dados pessoais em ambientes digitais amplia significativamente o potencial de fraudes, manipulação informacional e apropriação indevida de identidade. Observa-se também que a crescente dificuldade em distinguir conteúdos autênticos de conteúdos sintéticos pode comprometer a confiança digital em ambientes online. Conclui-se que a mitigação desses riscos exige estratégias multidisciplinares envolvendo desenvolvimento de tecnologias de detecção, marcos regulatórios adequados e iniciativas de educação digital voltadas à conscientização pública.

Palavras-chave: Inteligência artificial generativa. Deepfakes. Clonagem de voz. Identidade digital. Ética em IA.

ABSTRACT

Recent advances in generative artificial intelligence have significantly expanded the ability to create highly realistic synthetic content, including images, videos, and audio. Among the most sensitive applications of these technologies are systems capable of simulating human identities, such as deepfakes and voice cloning tools. Although these technologies present legitimate applications in areas such as entertainment, education, and audiovisual production, they also introduce relevant ethical risks related to privacy, digital security, and social trust in technology-mediated interactions. This paper analyzes the main risks associated with the use of generative artificial intelligence in the simulation of digital identities. The research adopts a qualitative and exploratory approach based on a literature review of recent academic studies, institutional reports, and documented cases involving deepfakes and voice cloning technologies. The results indicate that the combination of technical advances in generative models and the widespread availability of personal data in digital environments significantly increases the potential for fraud, misinformation, and identity appropriati-

on. Furthermore, the growing difficulty in distinguishing authentic from synthetic content may undermine trust in digital environments. The study concludes that mitigating these risks requires multidisciplinary strategies involving detection technologies, regulatory frameworks, and digital literacy initiatives aimed at public awareness.

Keywords: Generative artificial intelligence. Deepfake. Voice cloning. Digital identity. AI ethics.

1 INTRODUÇÃO

A evolução recente da inteligência artificial tem produzido transformações profundas na forma como conteúdos digitais são criados e distribuídos (FLORIDI et al., 2018; WESTERLUND, 2019). Entre os avanços mais significativos se destaca o desenvolvimento da chamada inteligência artificial generativa, capaz de produzir textos, imagens, vídeos e áudios de forma automatizada a partir de grandes volumes de dados utilizados no treinamento de modelos computacionais. Esse tipo de tecnologia tornou-se amplamente acessível ao público, permitindo que indivíduos sem conhecimento técnico avançado possam gerar conteúdos altamente realistas.

Entre as aplicações mais controversas dessa tecnologia estão os sistemas capazes de simular identidades humanas por meio de mídia sintética. Ferramentas conhecidas como *deepfakes* permitem substituir ou manipular rostos em vídeos com elevado grau de realismo, enquanto sistemas de clonagem de voz conseguem reproduzir características vocais específicas de indivíduos a partir de pequenas amostras de áudio (KIETZMANN et al., 2020; MIRSKY; LEE, 2022). Essas tecnologias têm potencial para aplicações legítimas em setores como cinema, entretenimento, educação e acessibilidade digital.

No entanto, a capacidade de reproduzir digitalmente a aparência e a voz de pessoas reais levanta preocupações éticas relevantes (CHESNEY; CITRON, 2018). A disseminação de conteúdos sintéticos pode facilitar a criação de fraudes, manipulação informacional, difamação e outras formas de abuso digital. Além disso, a presença massiva de dados pessoais em redes sociais e plataformas digitais fornece material abundante para o treinamento ou adaptação desses sistemas, ampliando o risco de uso indevido da identidade de indivíduos (ZUBOFF, 2019). Nesse contexto, surge a seguinte questão de pesquisa: de que forma o avanço da inteligência artificial generativa contribui para ampliar os riscos associados à simulação e à apropriação indevida de identidades digitais? A investigação desse problema envolve não apenas aspectos técnicos relacionados ao funcionamento dessas tecnologias, mas também suas implicações éticas, sociais e regulatórias.

Diante desse cenário, o objetivo deste artigo é analisar os principais riscos éticos e sociais associados ao uso de inteligência artificial generativa na simulação de identidades humanas, com foco em tecnologias de *deepfake* e clonagem de voz. Busca-se compreender como essas ferramentas podem impactar a privacidade individual, a segurança digital e a confiança nas interações mediadas por tecnologia.

A relevância deste estudo está relacionada ao rápido crescimento dessas tecnologias e à necessidade de compreender seus impactos sociais antes que seu uso se torne ainda mais difundido. A análise crítica desses riscos contribui para o desenvolvimento de estratégias de mitigação que envolvam regulação adequada, desenvolvimento tecnológico responsável e conscientização pública sobre os desafios da era da mídia sintética.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A literatura recente aponta que o avanço da inteligência artificial generativa deslocou o foco dos riscos tecnológicos tradicionais (como automação e desemprego) para riscos sociais, éticos e identitários. Tecnologias capazes de gerar rostos, vozes e vídeos realistas ampliaram significativa-

mente as possibilidades de impersonificação, fraude e manipulação social, afetando diretamente a confiança digital e a noção de autenticidade.

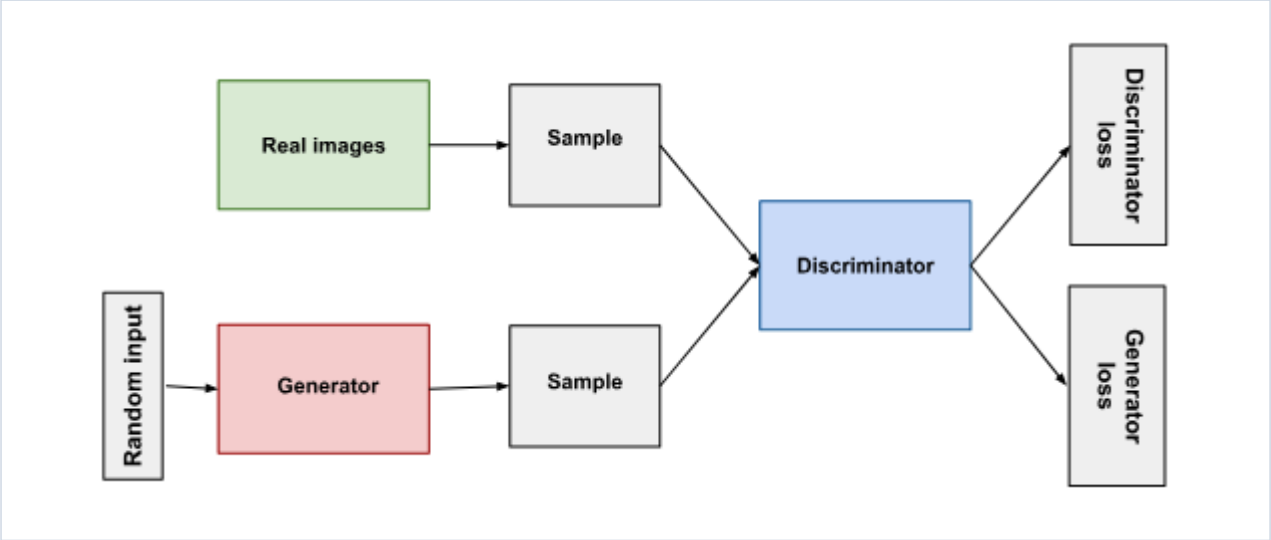
A facilidade de acesso a ferramentas de geração de mídia sintética, aliada à ampla disponibilidade de dados pessoais, contribui para a ampliação de riscos de roubo de identidade digital (CHESNEY; CITRON, 2018; MIRSKY; LEE, 2022; TOLOSANA et al., 2020).

2.1 IA generativa e mídia sintética

A inteligência artificial generativa refere-se a sistemas computacionais capazes de produzir novos conteúdos a partir de padrões aprendidos durante o processo de treinamento em grandes bases de dados. Esses sistemas utilizam técnicas avançadas de aprendizado de máquina, particularmente redes neurais profundas, para identificar relações complexas entre diferentes tipos de informação.

Um dos marcos importantes nesse campo foi o desenvolvimento das *Generative Adversarial Networks* (GANs), apresentadas por Goodfellow et al. (2014). Nesse modelo, duas redes neurais competem entre si: uma responsável por gerar conteúdo sintético e outra responsável por avaliar sua autenticidade. Esse processo competitivo permite a produção de imagens cada vez mais realistas (KIETZMANN et al., 2020).

Figura 1 – Estrutura de uma Generative Adversarial Network (GAN)



Fonte: Google (2019).

Mais recentemente, modelos baseados em arquiteturas *Transformer* também ampliaram significativamente as capacidades da IA generativa. Esses sistemas são capazes de gerar conteúdos multimodais, combinando texto, imagem e áudio em uma mesma estrutura de aprendizado. A expansão dessas tecnologias possibilitou novas aplicações em diversas áreas, incluindo design, produção audiovisual, criação artística e geração automatizada de conteúdo digital. Entretanto, a mesma capacidade tecnológica que permite inovação criativa também pode ser utilizada para fins maliciosos.

2.2 Deepfakes e clonagem de voz na simulação de identidade

Deepfakes são definidos como conteúdos audiovisuais gerados ou manipulados por inteligência artificial que simulam a aparência ou a voz de indivíduos reais. O termo surgiu inicialmente em comunidades online que utilizavam redes neurais para substituir rostos em vídeos, mas rapi-

damente passou a representar um fenômeno mais amplo relacionado à mídia sintética. Os *deepfakes* representam uma nova categoria de ameaça digital, pois combinam técnicas avançadas de visão computacional e aprendizado profundo para produzir conteúdos extremamente convincentes.

Nos últimos anos, observa-se uma evolução significativa nas técnicas de geração de *deepfakes*, especialmente com o surgimento de sistemas capazes de operar em tempo real (MIRSKY; LEE, 2022). Diferentemente dos métodos tradicionais, que exigem processamento prévio e edição posterior de vídeos, essas abordagens permitem a manipulação instantânea de expressões faciais durante transmissões ao vivo, videoconferências ou interações digitais síncronas.

Essa capacidade amplia consideravelmente os riscos associados à simulação de identidade, uma vez que elimina a necessidade de pós-processamento e possibilita a utilização dessas tecnologias em contextos dinâmicos, como chamadas de vídeo em tempo real (WESTERLUND, 2019). Nesse cenário, torna-se mais difícil para os indivíduos identificar sinais de manipulação, o que potencializa o uso dessas ferramentas em fraudes, engenharia social e outras formas de engano digital (TOLOSANA et al., 2020).

Figura 2 – Exemplo de sistema de deepfake em tempo real aplicado à troca facial em vídeo



Fonte: GVCLab (2025).

Avanços recentes têm possibilitado a geração de *deepfakes* em tempo real, ampliando riscos em interações síncronas (MIRSKY; LEE, 2022; TOLOSANA et al., 2020). Projetos públicos disponibilizados em plataformas de desenvolvimento colaborativo demonstram que sistemas capazes de realizar troca facial em tempo real já podem ser implementados com recursos computacionais relativamente acessíveis.

Esse avanço indica uma mudança relevante no panorama de risco, pois a simulação de identidade deixa de ser limitada a conteúdos editados e passa a ocorrer também em interações ao vivo, aumentando seu potencial de impacto em ambientes pessoais, profissionais e institucionais. A clonagem de voz constitui outro avanço relevante nesse campo. Sistemas modernos de clonagem de voz conseguem reproduzir características vocais de indivíduos a partir de pequenas amostras

de áudio, muitas vezes com poucos segundos de gravação (ARIK et al., 2018; JIA et al., 2018; MIRSKY; LEE, 2022). Isso cria possibilidades para aplicações legítimas, como síntese de voz personalizada, mas também abre espaço para fraudes e manipulação de identidade.

2.3 Riscos éticos, sociais e de privacidade

O debate sobre ética em inteligência artificial ganhou destaque nos últimos anos devido ao impacto crescente dessas tecnologias na sociedade. Floridi et al. (2018) destacam que sistemas de IA devem ser desenvolvidos e utilizados considerando princípios éticos fundamentais, como transparência, responsabilidade e respeito à autonomia humana.

No caso específico da mídia sintética, os riscos vão além do dano individual. A disseminação de conteúdos falsificados pode comprometer a confiança social em evidências audiovisuais, que historicamente foram consideradas formas confiáveis de registro da realidade. Esse fenômeno é conhecido como *liar's dividend*, no qual a existência de *deepfakes* permite que indivíduos desacreditem conteúdos autênticos alegando que se tratam de falsificações digitais (CHESNEY; CITRON, 2018).

Além disso, a coleta massiva de dados pessoais na economia digital cria um ambiente no qual imagens, vídeos e gravações de voz estão amplamente disponíveis online. Esse cenário aumenta significativamente o risco de apropriação indevida de identidade por sistemas automatizados.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa se caracteriza como um estudo qualitativo de natureza exploratória, baseado em revisão bibliográfica narrativa da literatura.

A coleta de dados foi realizada por meio de levantamento bibliográfico em bases acadêmicas, incluindo Google Scholar, Scopus e IEEE Xplore, utilizando palavras-chave relacionadas ao tema, como "*deepfake*", "*generative* AI", "*voice cloning*", "AI *ethics*" e "*synthetic media*".

Foram selecionados artigos científicos, relatórios institucionais e publicações acadêmicas relevantes publicados principalmente entre 2018 e 2024. A seleção considerou critérios de relevância temática, impacto acadêmico e reconhecimento institucional das fontes.

Após a seleção das fontes, realizou-se uma análise qualitativa do conteúdo, buscando identificar padrões de risco associados à utilização dessas tecnologias, bem como possíveis estratégias de mitigação discutidas na literatura científica.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da revisão bibliográfica e da análise de casos recentes envolvendo o uso de inteligência artificial generativa, foi possível identificar padrões recorrentes de risco associados à simulação de identidade humana. Os resultados evidenciam que o avanço técnico das ferramentas de geração de imagens, vídeos e áudios, aliado à ampla exposição de dados pessoais em ambientes digitais, cria um cenário de vulnerabilidade social ainda pouco compreendido pela maioria da população.

Os achados reforçam que os riscos não se limitam a usos isolados ou experimentais dessas tecnologias, mas se manifestam de forma sistêmica, impactando a confiança digital, a privacidade e a segurança individual (TOLOSANA et al., 2020).

4.1 A exposição massiva de dados pessoais

A análise da literatura indica que um dos principais fatores que possibilitam a simulação de identidade por IA é a ampla disponibilidade de dados pessoais na internet. Fotografias, vídeos e gravações de voz compartilhadas em redes sociais constituem matéria-prima para o treinamento ou adaptação de modelos generativos.

Esse fenômeno está relacionado ao modelo econômico dominante na internet, baseado na coleta e análise massiva de dados pessoais. Segundo Zuboff (2019), a economia digital contemporânea depende da captura contínua de informações sobre o comportamento humano.

Quando combinados com sistemas de IA generativa, esses dados podem ser utilizados para recriar digitalmente a aparência e a voz de indivíduos reais.

4.2 Erosão da confiança digital e impactos sociais

Outro resultado relevante se refere ao impacto dessas tecnologias na confiança digital. A crescente dificuldade em distinguir conteúdos autênticos de conteúdos sintéticos cria um ambiente de incerteza informacional.

De acordo com Chesney e Citron (2018), *deepfakes* podem ser utilizados para manipulação política, difamação e fraudes financeiras. A simples possibilidade de falsificação reduz a confiabilidade de registros audiovisuais, anteriormente considerados evidências relativamente seguras.

Esse fenômeno pode ter consequências relevantes para processos jurídicos, comunicação institucional e interações sociais mediadas por tecnologia.

4.3 Limitações legais e desafios regulatórios

A análise também indica que as estruturas regulatórias atuais ainda estão em processo de adaptação para lidar com os desafios apresentados pela IA generativa. Um exemplo relevante é o *Artificial Intelligence Act* da União Europeia, que estabelece diretrizes para o desenvolvimento e uso responsável de sistemas de inteligência artificial.

Apesar dessas iniciativas, ainda existem lacunas relacionadas à responsabilidade legal pelo uso indevido de identidades digitais geradas por IA. Além disso, sistemas técnicos de detecção de *deepfakes* ainda enfrentam dificuldades diante da rápida evolução dos modelos generativos.

5 CONCLUSÃO

Este estudo analisou os riscos éticos e sociais associados ao uso da inteligência artificial generativa na simulação de identidades digitais. A partir da revisão de literatura acadêmica e de estudos recentes sobre *deepfakes* e clonagem de voz, observou-se que essas tecnologias apresentam potencial significativo tanto para aplicações legítimas quanto para usos maliciosos.

Os resultados indicam que a combinação entre avanços técnicos na geração de mídia sintética e a ampla disponibilidade de dados pessoais na internet cria um ambiente favorável à apropriação indevida de identidades. Fotografias, vídeos e gravações de voz compartilhados online podem ser utilizados para reproduzir digitalmente indivíduos reais sem seu consentimento.

Outro aspecto relevante identificado é o impacto dessas tecnologias na confiança digital. A dificuldade crescente em distinguir conteúdos autênticos de conteúdos gerados por inteligência artificial pode comprometer a credibilidade das interações online e favorecer a disseminação de desinformação.

Além disso, a análise demonstra que os marcos regulatórios ainda estão em processo de adaptação para lidar com os desafios apresentados pela IA generativa. Embora iniciativas regulatórias já estejam em desenvolvimento em diferentes regiões do mundo, persistem lacunas relacionadas à responsabilização e à prevenção do uso indevido dessas tecnologias.

Diante desse cenário, torna-se evidente que a mitigação dos riscos associados à simulação de identidade por inteligência artificial exige uma abordagem multidisciplinar. Estratégias eficazes devem envolver avanços em tecnologias de detecção de mídia sintética, desenvolvimento de políticas públicas adequadas e programas de educação digital voltados à conscientização da população.

Assim, a inteligência artificial generativa representa simultaneamente uma inovação tecnológica significativa e um desafio ético relevante para a sociedade contemporânea, exigindo equilíbrio entre inovação, responsabilidade e proteção da integridade das identidades digitais.

REFERÊNCIAS

ARIK, Sercan O. *et al.* **Neural voice cloning with a few samples**. [*S. l.*]: arXiv, 2018. Disponível em: http://arxiv.org/abs/1802.06006.

CHESNEY, Robert M.; CITRON, D. Deepfakes and the new disinformation war. **Foreign Affairs**, 2018.

EUROPEAN COMMISSION. **AI Act**. [*S. l.*], [*s. d.*]. Disponível em: https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/regulatory-framework-ai. Acesso em: 6 fev. 2026.

EUROPEAN COMMISSION. **AI Act enters into force**. [*S. l.*], [*s. d.*]. Disponível em: https://commission.europa.eu/news-and-media/news/ai-act-enters-force-2024-08-01_en. Acesso em: 17 jan. 2026.

FLORIDI, Luciano *et al.* AI4People: an ethical framework for a good AI society: opportunities, risks, principles, and recommendations. **Minds and Machines**, v. 28, n. 4, p. 689-707, 2018.

GOODFELLOW, Ian J. *et al.* **Generative adversarial networks**. [*S. l.*]: arXiv, 2014. Disponível em: http://arxiv.org/abs/1406.2661.

GOOGLE. **Overview of GAN structure**: generative adversarial networks. [*S. l.*]: Google, [*s. d.*]. Disponível em: https://developers.google.com/machine-learning/gan/gan_structure. Acesso em: 21 fev. 2026.

GVCLAB. **PersonaLive!**: expressive portrait image animation for live streaming. [*S. l.*]: GitHub, [*s. d.*]. Disponível em: https://github.com/GVCLab/PersonaLive. Acesso em: 11 abr. 2026.

JIA, Ye *et al.* **Transfer learning from speaker verification to multispeaker text-to-speech synthesis**. [*S. l.*]: arXiv, 2018. Disponível em: http://arxiv.org/abs/1806.04558.

KALIZHAN, Alikhan. **Deepfake detection methods, a review**. [*S. l.*: *s. n.*], 2025. DOI: https://doi.org/10.13140/RG.2.2.13178.76481.

KIETZMANN, Jan *et al.* Deepfakes: trick or treat? **Business Horizons**, v. 63, n. 2, p. 135-146, 2020.

MIRSKY, Yisroel; LEE, Wenke. The creation and detection of deepfakes: a survey. **ACM Computing Surveys**, v. 54, n. 1, p. 1-41, 2022.

TOLOSANA, Ruben *et al.* Deepfakes and beyond: a survey of face manipulation and fake detection. **Information Fusion**, v. 64, p. 131-148, 2020.

WESTERLUND, Mika. The emergence of deepfake technology: a review. **Technology Innovation Management Review**, v. 9, n. 11, p. 39-52, 2019.

ZUBOFF, Shoshana. **The age of surveillance capitalism**: the fight for a human future at the new frontier of power. New York: PublicAffairs, 2019.

Os conceitos e as opiniões expressos neste artigo são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

INTERFACE TECNOLÓGICA

TECNOLOGIA EM INFORMÁTICA
Interface Tecnológica · v. 23, n. 1, 2026 · p. 59–68
ISSN on-line 2447-0864 · ISSN impresso 1807-3980
https://doi.org/10.31510/infa.v23i1.2441

DATA CENTERS DE IA: a escassez energética e o risco emergente na segurança da informação

AI data centers: the energy shortage and the emerging information security risk

Luan Gabriel Benfica[1], **Kawan Melo Saraiva Sabino de Sousa**[2], **Rickelmi Henrique Ferreira dos Santos**[3], **João Emmanuel D'Alkmin Neves**[4]

AUTORIA

[1] **Luan Gabriel Benfica**
Fatec Americana – SP – Brasil
luan.benfica@aluno.cps.sp.gov.br
ORCID: https://orcid.org/0009-0006-1748-1818

[2] **Kawan Melo Saraiva Sabino de Sousa**
Fatec Americana – SP – Brasil
kawan.sousa@aluno.cps.sp.gov.br
ORCID: https://orcid.org/0009-0009-0424-2211

[3] **Rickelmi Henrique Ferreira dos Santos**
Fatec Americana – SP – Brasil
rickelmi.santos@aluno.cps.sp.gov.br
ORCID: https://orcid.org/0009-0003-0590-5853

[4] **João Emmanuel D'Alkmin Neves**
Fatec Americana – SP – Brasil
joao.neves@cps.sp.gov.br
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9472-9753

HISTÓRICO

Recebido	26/04/2026
Aceito	04/06/2026
Publicado	30/06/2026

COMO CITAR

BENFICA, L. G. et al. Data centers de IA: a escassez energética e o risco emergente na segurança da informação. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 23, n. 1, p. 59-68, 2026. DOI: 10.31510/infa.v23i1.2441.

LICENÇA

Artigo de acesso aberto distribuído sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

cc BY 4.0

RESUMO

Este artigo analisa a relação entre sustentabilidade energética e segurança da informação em data centers voltados à Inteligência Artificial (IA), investigando de que forma a escassez e a instabilidade no fornecimento de energia podem comprometer a continuidade operacional dessas infraestruturas críticas. O avanço da IA tem impulsionado a expansão de data centers de alto desempenho, intensificando significativamente a demanda por energia elétrica e introduzindo novos riscos à segurança da informação, especialmente no que se refere à disponibilidade dos serviços digitais. A pesquisa adota abordagem qualitativa e exploratória, fundamentada em revisão sistemática da literatura recente, seguindo os princípios do modelo PRISMA, com análise comparativa e de conteúdo de 20 estudos selecionados, considerando variáveis como redundância elétrica, uso de fontes renováveis e estratégias de eficiência térmica. Os resultados indicam que o aumento do consumo energético associado às cargas de trabalho em IA amplia a exposição a riscos de indisponibilidade, especialmente em regiões com infraestrutura elétrica limitada. Evidencia-se que a adoção integrada de práticas sustentáveis, como geração distribuída, reaproveitamento de calor e otimização de sistemas de refrigeração, contribui significativamente para a resiliência operacional e para a mitigação de riscos à segurança digital. Conclui-se que sustentabilidade energética e segurança da informação constituem dimensões interdependentes no projeto e na gestão de data centers contemporâneos, demandando abordagens sistêmicas que integrem eficiência energética, continuidade de negócios e proteção da informação.

Palavras-chave: Data centers. IA. Segurança da informação. Sustentabilidade. Disponibilidade.

ABSTRACT

This article analyzes the relationship between energy sustainability and information security in Artificial Intelligence (AI) oriented data centers, investigating how energy scarcity and supply instability may compromise the operational continuity of these critical infrastructures. The advancement of AI has driven the expansion of high-performance data centers, significantly increasing the demand for electrical energy and introducing new risks to information security, particularly with regard to the availability of digital services. The research adopts a qualitative and exploratory approach grounded in a systematic literature review following PRISMA principles, with comparative and

content analysis of 20 selected studies, considering variables such as electrical redundancy, the use of renewable energy sources, and thermal efficiency strategies. The results indicate that the increased energy consumption associated with AI workloads amplifies exposure to availability risks, especially in regions with limited electrical infrastructure. It is evidenced that the integrated adoption of sustainable practices, such as distributed generation, heat reuse, and optimization of cooling systems, significantly contributes to operational resilience and to the mitigation of risks to digital security. It is concluded that energy sustainability and information security constitute interdependent dimensions in the design and management of contemporary data centers, requiring systemic approaches that integrate energy efficiency, business continuity, and information protection.

Keywords: Data centers. Artificial intelligence. Information security. Sustainability. Availability.

1 INTRODUÇÃO

O avanço da IA tem acelerado transformações profundas na forma como as organizações processam, armazenam e analisam dados. Para sustentar esse ritmo, há uma crescente necessidade de ambientes computacionais mais potentes, como os *data centers* de alto desempenho, capazes de lidar com cargas intensivas de trabalho. Esses espaços concentram grandes volumes de equipamentos, operando continuamente para treinar modelos, processar dados e oferecer serviços em tempo real.

No entanto, toda essa capacidade exige grandes quantidades de energia. De acordo com a Agência Internacional de Energia (IEA, 2024), o consumo de eletricidade por *data centers* poderá ultrapassar 1.200 TWh até 2035, principalmente por conta do uso intensivo de IA. Esse número é comparável ao consumo total de energia de países inteiros e representa um alerta para os riscos de sobrecarga em redes locais e regionais.

Além do aumento da demanda energética, pesquisas também apontam que o treinamento de modelos avançados de IA pode exigir enormes quantidades de recursos computacionais e eletricidade, intensificando desafios relacionados à eficiência energética e à sustentabilidade digital (MIT TECHNOLOGY REVIEW, 2024; MCKINSEY & COMPANY, 2023). Como consequência, cresce a preocupação sobre a capacidade das infraestruturas elétricas de suportar essa expansão, especialmente em regiões onde a rede energética apresenta limitações estruturais.

Esse cenário não representa apenas um desafio ambiental ou econômico. A dependência direta da energia elétrica torna os *data centers* altamente sensíveis a instabilidades no fornecimento energético, o que pode impactar diretamente a continuidade dos serviços digitais. Falhas no suprimento elétrico podem provocar indisponibilidade de sistemas, interrupções de serviços em nuvem, perda de sessões e até corrupção de dados em processos em execução. Sob a perspectiva da segurança da informação, tais eventos afetam diretamente o princípio da disponibilidade, considerado um dos pilares fundamentais da proteção de sistemas e dados. De acordo com o National Institute of Standards and Technology (NIST), a disponibilidade garante que sistemas e informações permaneçam acessíveis e operacionais sempre que necessários (NIST, 2020). De forma semelhante, a norma ISO/IEC 27001 estabelece que a continuidade e a resiliência operacional são elementos essenciais para a proteção de ativos informacionais críticos (ISO/IEC, 2022).

Embora o consumo de *data centers* seja frequentemente debatido sob a ótica da sustentabilidade, há carência de pesquisas que o tratem como um risco direto à segurança da informação, visto que a dependência da infraestrutura para aplicações de IA amplia a exposição a indisponibilidades em cenários de sobrecarga ou instabilidade da rede (ENERGY-AWARE..., 2023). Em países como o Brasil, esse cenário é ainda mais crítico, pois a expansão acelerada para suportar a IA re-

vela gargalos estruturais na capacidade de fornecimento, comprometendo a estabilidade das infraestruturas digitais (EIXOS ENERGIA, 2026; CGI.BR, 2026).

Diante desse contexto, surge o seguinte problema: de que maneira a crescente demanda energética impulsionada pela IA, em conjunto com a escassez e instabilidade no fornecimento de energia, impacta a disponibilidade da informação em *data centers*, e como a adoção de práticas sustentáveis pode mitigar esses riscos, fortalecendo a resiliência operacional e a segurança digital?

Parte-se da hipótese de que a adoção e integração de práticas sustentáveis, como o uso de fontes de energia renováveis, a otimização de sistemas de refrigeração e o reaproveitamento de calor, em *data centers* que operam com IA, não apenas minimiza o impacto ambiental, mas também fortalece significativamente a resiliência operacional e a disponibilidade da informação, atuando como uma estratégia eficaz de mitigação contra os riscos emergentes da escassez e instabilidade energética.

O objetivo geral deste trabalho é analisar como a escassez e a instabilidade no fornecimento de energia impactam a disponibilidade da informação, avaliando de que forma a integração de práticas sustentáveis atua como uma estratégia de mitigação de riscos e fortalecimento da resiliência operacional. Essa investigação torna-se imperativa diante da projeção de que o consumo global de eletricidade por esses centros possa ultrapassar 1.200 TWh até 2035 (IEA, 2024) e considerando que a disponibilidade é um pilar fundamental da proteção de sistemas críticos (NIST, 2020).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A escassez de energia elétrica e a busca por eficiência nos *data centers* estão diretamente ligadas à forma como é tratada a Segurança da Informação em ambientes digitais. Para compreender essa relação, são abordadas neste capítulo três dimensões principais: a infraestrutura energética dos *data centers* voltados à IA, o papel da disponibilidade como pilar da segurança da informação e as práticas sustentáveis que contribuem para a resiliência dessas infraestruturas.

2.1 Infraestrutura e demanda energética dos data centers de IA

Os *data centers* que operam com IA são muito mais exigentes em termos de energia do que aqueles voltados a aplicações tradicionais. Isso acontece porque o treinamento e a execução de modelos de IA, como algoritmos de linguagem, visão computacional e análise preditiva, exigem processamento paralelo intenso, geralmente feito com GPUs, TPUs e servidores de alto desempenho. Essa demanda energética crescente é o cerne do problema investigado neste artigo, pois a sobrecarga na infraestrutura elétrica impacta diretamente a disponibilidade dos serviços.

Segundo a IEA (2024), um único *data center* de grande porte pode consumir energia equivalente a 100 mil residências. Os maiores projetos em desenvolvimento, como alguns nos Estados Unidos e na Europa, podem alcançar o consumo de 2 milhões de casas. Isso representa uma mudança significativa na relação entre tecnologia digital e infraestrutura energética, evidenciando a magnitude do desafio que pode comprometer a segurança da informação.

Além disso, o crescimento da IA tem levado à concentração de *data centers* em regiões específicas, como Virgínia (EUA), Irlanda e partes da Ásia, o que pressiona ainda mais a rede elétrica local. A McKinsey (2023) aponta que a energia já se tornou um dos principais limitadores físicos

para a expansão sustentável desses ambientes. Em regiões onde a rede elétrica não é resiliente, oscilações, quedas e cortes inesperados de energia podem interromper serviços essenciais, afetando empresas, governos e até setores críticos como saúde e transporte.

O Brasil conta atualmente com mais de 180 *data centers* operando, com projeções indicando a instalação de até 500 unidades até 2034, o que representaria uma demanda adicional de aproximadamente 2,5 GW de energia equivalente à capacidade de uma grande hidrelétrica. Esse crescimento ocorre em um cenário de infraestrutura elétrica assimétrica, com gargalos em regiões periféricas e limitações na integração de fontes renováveis (NEOFEED, 2025; EIXOS ENERGIA, 2026).

2.2 Disponibilidade como pilar da segurança da informação

Dentro da segurança da informação, um dos princípios mais importantes é a disponibilidade. Isso significa garantir que os dados e sistemas estejam acessíveis sempre que forem necessários, mesmo em situações adversas. Em ambientes de missão crítica, como os *data centers*, essa disponibilidade precisa ser garantida 24 horas por dia, todos os dias do ano.

A norma NIST SP 800-53 Rev. 5 (2020) trata a disponibilidade como um requisito básico para qualquer sistema seguro. No entanto, ela depende diretamente de condições físicas estáveis, sendo o fornecimento de energia elétrica uma delas. Falhas nesse fornecimento podem gerar impactos não apenas operacionais, mas também relacionados à confiança nos serviços e à proteção de dados.

Normas como a ISO/IEC 22301, voltadas à gestão da continuidade de negócios, destacam a importância de antecipar falhas de infraestrutura como parte da estratégia de segurança da informação. Em *data centers* de missão crítica, planos de *failover* automático, redundância geográfica e mecanismos de balanceamento de carga são exemplos de medidas técnicas que complementam o esforço por estabilidade energética.

2.3 Sustentabilidade e resiliência operacional

Arbache (2024) destaca que, embora os *data centers* representem oportunidades de inovação e desenvolvimento econômico, sua instalação pode gerar impactos ambientais e energéticos relevantes, especialmente quando não há planejamento adequado desde a concepção do projeto. O autor reforça a importância de incorporar critérios de sustentabilidade desde o início dos projetos, como demonstram iniciativas internacionais que reutilizam o calor gerado pelos servidores ou adotam exclusivamente energia renovável.

Exemplos internacionais, como o Equinix PA10 em Paris que durante os Jogos Olímpicos de 2024 reutilizou o calor gerado pelos servidores para aquecer piscinas públicas (DATACENTERDYNAMICS, 2024) e o *data center* do Google em Hamina, na Finlândia, que utiliza água do mar para resfriamento, demonstram que práticas sustentáveis podem transformar um problema ambiental em uma solução para a resiliência energética. Iniciativas semelhantes da Microsoft, AWS e Huawei também evidenciam que o uso de energias renováveis e arquiteturas eficientes pode reforçar a continuidade operacional e mitigar riscos.

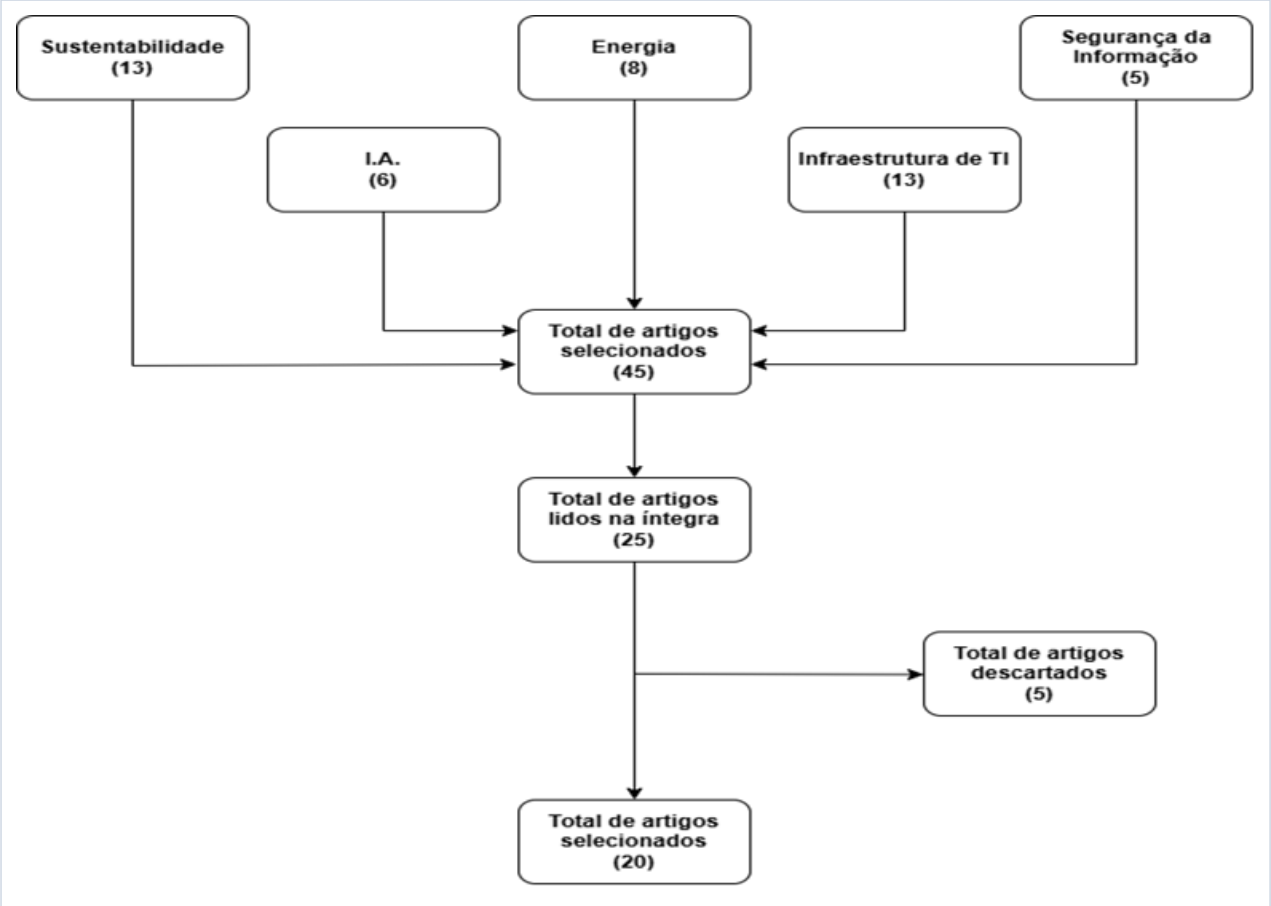
Assim, observa-se na literatura um ponto de convergência: a sustentabilidade não é apenas um imperativo ambiental, mas uma estratégia de mitigação de riscos energéticos. Esse entendimento conecta-se diretamente à hipótese deste artigo, que defende a adoção de práticas sustentáveis como forma de preservar a disponibilidade da informação em cenários de instabilidade energética.

3 METODOLOGIA

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa bibliográfica de natureza qualitativa, com abordagem exploratória e descritiva, voltada à análise da relação entre escassez e instabilidade energética e os riscos para a segurança da informação em *data centers* que operam com Inteligência Artificial (IA), bem como ao papel das práticas sustentáveis na mitigação desses riscos. A pesquisa bibliográfica foi conduzida por meio de revisão de literatura em bases como IEEE Xplore, Scopus, ScienceDirect e Google Acadêmico, utilizando termos como "sustentabilidade em data centers", "infraestrutura de IA", "risco energético", "disponibilidade da informação", "resiliência energética" e "infraestrutura crítica". O recorte temporal considerou publicações entre 2020 e 2024, priorizando trabalhos em inglês e português.

O processo de seleção seguiu os princípios do modelo PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*). Inicialmente foram identificados 45 estudos relacionados aos temas da pesquisa, distribuídos nas categorias sustentabilidade (13), infraestrutura de TI (13), energia (8), inteligência artificial (6) e segurança da informação (5). Após leitura integral de 25 artigos, foram aplicados critérios de inclusão e exclusão, considerando relevância temática, aderência ao problema de pesquisa e atualidade das publicações. Foram excluídos 5 estudos por não abordarem diretamente a relação entre infraestrutura energética e segurança da informação em *data centers*. Ao final do processo, 20 artigos compuseram o *corpus* final de análise, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma PRISMA do processo de seleção dos artigos utilizados



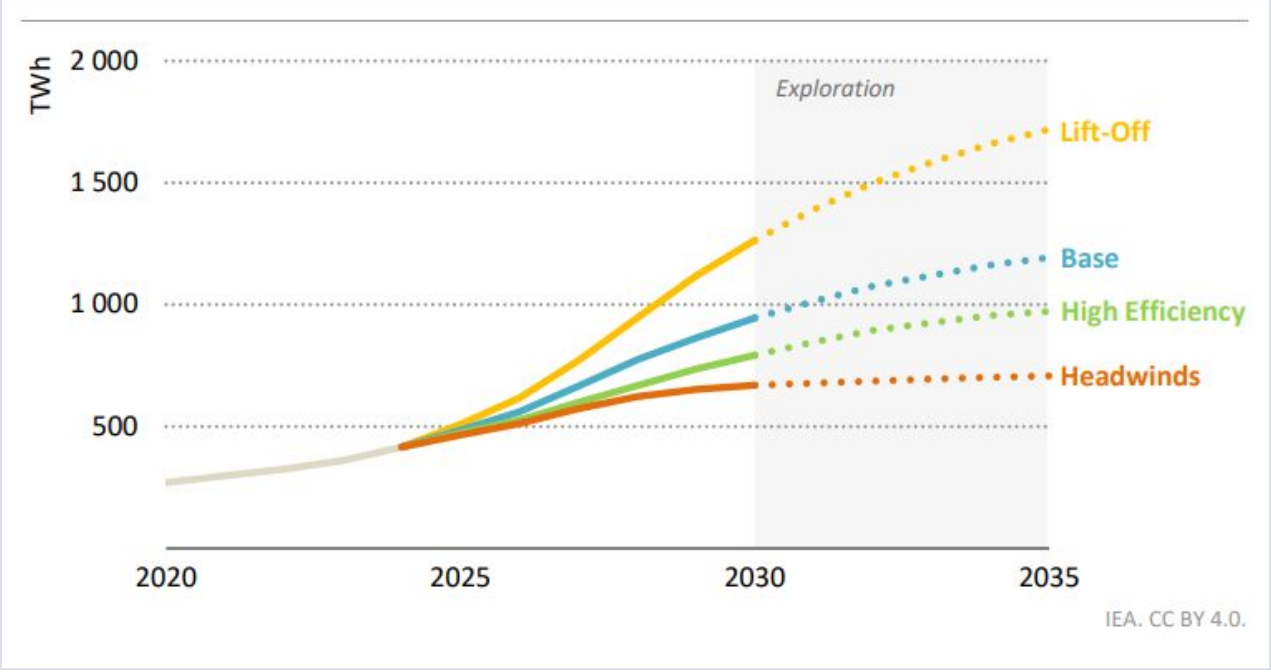
Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Os dados coletados foram analisados por meio de análise comparativa e análise de conteúdo, permitindo identificar convergências entre os estudos selecionados quanto aos riscos energéticos associados à operação de *data centers* e às estratégias adotadas para aumentar a resiliência dessas infraestruturas. Em uma etapa final, foi realizado um mapeamento de práticas sustentáveis aplicadas a *data centers*, incluindo iniciativas relacionadas à eficiência energética, uso de fontes renováveis e reaproveitamento térmico, avaliando seu potencial impacto sobre a segurança da informação e a resiliência operacional.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos 20 artigos selecionados permitiu identificar três pontos principais: o aumento da demanda de energia provocado pela IA, os impactos das falhas elétricas na disponibilidade dos serviços e o uso de práticas sustentáveis para reduzir esses riscos. No primeiro ponto, os estudos analisados mostram que o consumo de energia dos data centers deve crescer significativamente nos próximos anos. Segundo a Agência Internacional de Energia (IEA, 2025), a demanda global poderá atingir cerca de 1.200 TWh até 2035 no cenário base, podendo chegar a aproximadamente 1.200 TWh em cenários de maior expansão da IA, conforme apresentado na Figura 2. Apesar de diferenças entre os estudos sobre onde esse crescimento será mais intenso, muitos apontam que a concentração de data centers em determinadas regiões aumenta a pressão sobre a infraestrutura elétrica local. Além disso, observou-se que falhas na rede elétrica dessas regiões podem afetar diversos serviços ao mesmo tempo, ampliando os riscos de indisponibilidade.

Figura 2 – Projeção de consumo elétrico por data centers até 2035



Fonte: IEA (2024).

No segundo ponto, foi possível observar que poucos trabalhos abordam diretamente a relação entre instabilidade elétrica e disponibilidade da informação. Isso mostra que ainda existe espaço para novas pesquisas sobre o tema. Os casos do incêndio no data center da OVH (2021) e do alerta de sobrecarga na região de Ashburn (2023) demonstram que problemas na infraestrutura fí-

sica podem causar interrupções com impactos semelhantes aos de incidentes cibernéticos, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Marcos relevantes entre infraestrutura energética e segurança digital

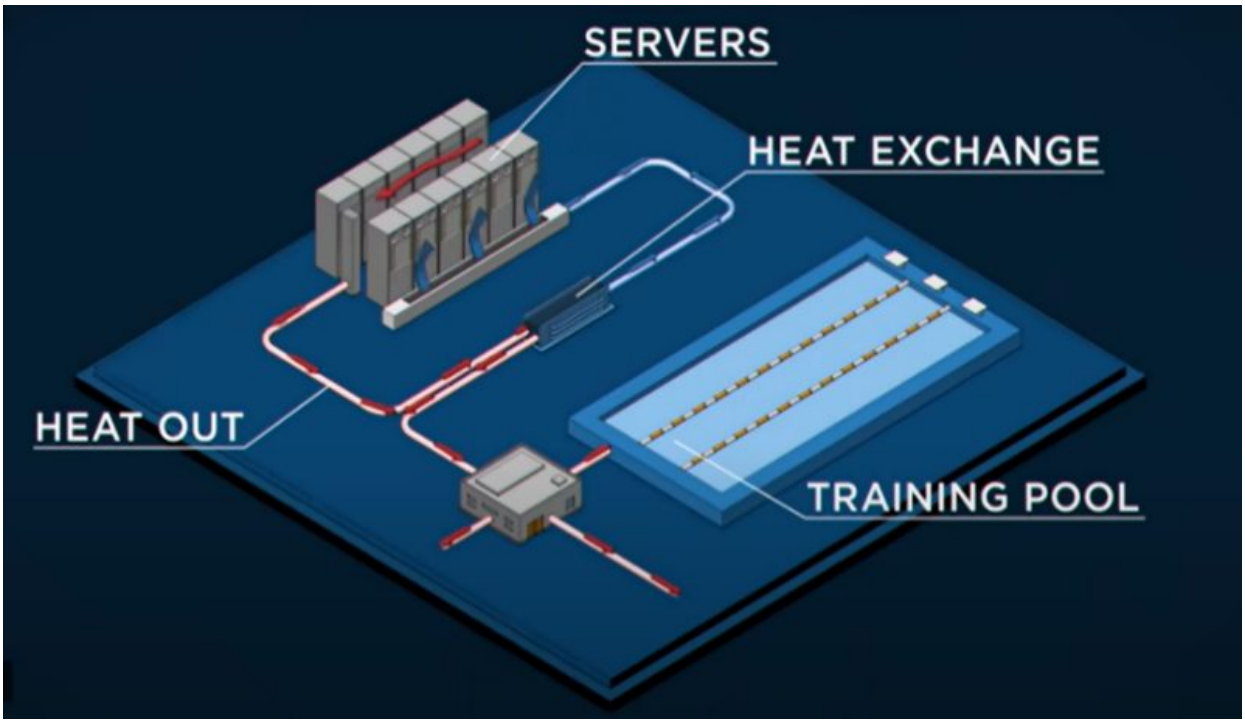
Ano	Evento	Impacto
2021	Incêndio no data center da OVH (França)	Queda de milhares de sites; perda de continuidade por falha elétrica.
2023	Alerta de sobrecarga em Ashburn (EUA)	Suspensão de licenças para novos data centers.
2025	Crescimento descontrolado de IA (cenário projetado)	Risco sistêmico de indisponibilidade em regiões críticas.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025), com base em The Verge (2021) e The Washington Post (2023).

No terceiro ponto, a maior parte dos estudos destaca que práticas sustentáveis podem ajudar a reduzir os riscos de indisponibilidade. Entre as soluções mais citadas estão o reaproveitamento de calor, o resfriamento líquido e os sistemas de armazenamento de energia. O projeto Equinix PA10, apresentado na Figura 3, é um exemplo dessa abordagem, ao combinar eficiência energética e continuidade operacional. No Brasil, porém, desafios relacionados à infraestrutura elétrica e à regulamentação ainda dificultam a adoção dessas práticas em larga escala.

Além disso, a literatura aponta que o avanço da inteligência artificial tem impulsionado a evolução dos data centers para arquiteturas de maior densidade computacional e energética. Nesse cenário, tecnologias como o resfriamento líquido e os sistemas de armazenamento de energia por baterias (*Battery Energy Storage Systems*) ganham relevância para garantir a continuidade operacional e reduzir a dependência da rede elétrica. No contexto brasileiro, iniciativas recentes, como a Lei nº 15.269/2025 (EIXOS ENERGIA, 2026) e o programa Redata (CGI.BR, 2026), demonstram uma preocupação crescente com a expansão sustentável da infraestrutura digital, buscando estimular investimentos em data centers e fortalecer a capacidade energética necessária para suportar o crescimento da demanda.

Figura 3 – Projeto implementado pela Equinix nas Olimpíadas de Paris em 2024



Fonte: DatacenterDynamics (2024).

De forma geral, os resultados indicam que a resiliência dos data centers voltados à IA depende não apenas da capacidade de processamento, mas também de um planejamento energético adequado e de estratégias que garantam a continuidade dos serviços. Os estudos analisados também mostram que práticas sustentáveis podem contribuir para reduzir riscos operacionais e fortalecer a disponibilidade das informações.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo analisar os impactos do crescimento da inteligência artificial sobre o consumo energético dos data centers, compreender a relação entre infraestrutura energética e disponibilidade da informação e avaliar práticas sustentáveis capazes de contribuir para a resiliência operacional dessas infraestruturas.

Os resultados obtidos demonstram que a expansão da IA impulsiona significativamente a demanda por energia elétrica, podendo elevar o consumo dos data centers para patamares superiores a 1.200 TWh até 2035. A análise dos estudos selecionados permitiu identificar que a infraestrutura energética se tornou um fator estratégico para a continuidade dos serviços digitais, uma vez que falhas no fornecimento elétrico podem gerar indisponibilidades com impactos comparáveis aos de incidentes cibernéticos.

Também foi possível verificar que práticas sustentáveis, como reaproveitamento térmico, resfriamento líquido, utilização de fontes renováveis e sistemas de armazenamento de energia, contribuem para aumentar a eficiência energética e reduzir riscos operacionais. Além disso, iniciativas regulatórias e programas de incentivo voltados à modernização da infraestrutura digital podem desempenhar papel relevante na expansão sustentável dos data centers.

Dessa forma, os objetivos propostos foram alcançados, evidenciando que a sustentabilidade não deve ser tratada apenas como uma questão ambiental, mas também como um elemento estratégico para a garantia da disponibilidade, continuidade e resiliência dos serviços de informação. Como sugestão para trabalhos futuros, recomenda-se o desenvolvimento de estudos voltados à aplicação de modelos preditivos e sistemas de monitoramento em tempo real capazes de antecipar falhas energéticas e apoiar a tomada de decisão em ambientes críticos.

REFERÊNCIAS

AI WORKLOADS and their impact on future data center design. **IEEE Access**, [*s. l.*], 2022. DOI: https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3181623. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/document/9872589. Acesso em: 5 jun. 2025.

ALVES, Raoni. US$ 65 bilhões em *data centers*: saiba mais sobre Rio AI City. **G1 Rio**, Rio de Janeiro, 2025. Disponível em: https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro. Acesso em: 8 mar. 2026.

AMAZON WEB SERVICES. **Sustainability in the cloud**. Seattle: AWS, 2023. Disponível em: https://aws.amazon.com/sustainability/. Acesso em: 5 jun. 2025.

ARBACHE, Jorge. **Os custos e benefícios dos *data centers***. Rio de Janeiro: Grupo de Estudos do Setor Elétrico (GESEL/UFRJ), 2024. Disponível em: https://gesel.ie.ufrj.br/wp-content/uploads/2024/11/Sobre-os-beneficios-dos-data-centers-Jorge-Arbache_VF.pdf. Acesso em: 5 jun. 2025.

BEZERRA, Thiago Valentim. **Uma estratégia baseada em modelos para a quantificação do impacto da disponibilidade no fluxo energético de data centers**. 2019. Dissertação (Mestrado em Informática Aplicada) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2019. Disponível em: http://callou.pythonanywhere.com/static/pdf/Dissertacao2019Thiago.pdf. Acesso em: 8 mar. 2026.

CGI.BR – COMITÊ GESTOR DA INTERNET NO BRASIL. **A corrida do Brasil por poder computacional**. São Paulo: CGI.br, 2026. Disponível em: https://cgi.br/publicacoes/revista-br/. Acesso em: 8 mar. 2026.

DATACENTERDYNAMICS. Equinix Paris *data center* to heat Olympic pools in 2024. **DatacenterDynamics**, Londres, 2024. Disponível em: https://www.datacenterdynamics.com/en/news/equinix-paris-data-center-to-heat-olympic-pools-in-2024/. Acesso em: 1 jun. 2025.

EIXOS ENERGIA. *Data centers* avançam e revelam gargalos críticos da infraestrutura brasileira. **Eixos Energia**, 2026. Disponível em: https://eixos.com.br/energia-eletrica/data-centers-avancam-e-revelam-gargalos-criticos-da-infraestrutura-brasileira. Acesso em: 11 mar. 2026.

ENERGY-AWARE cloud computing and security implications. **Journal of Information Security and Applications**, Amsterdam, v. 75, 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jisa.2023.103376. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214212623000754. Acesso em: 5 jun. 2025.

FRANÇA, V. **Desafios energéticos em treinamento de modelos de inteligência artificial**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência da Computação) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2023. Disponível em: https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/handle/123456789/7901. Acesso em: 5 jun. 2025.

IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. AI is set to drive surging electricity demand from *data centres*. **IEA**, Paris, 2024. Disponível em: https://www.iea.org/news/ai-is-set-to-drive-surging-electricity-demand-from-data-centres. Acesso em: 5 jun. 2025.

ISO/IEC – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO/IEC 22301:2019**: security and resilience: business continuity management systems: requirements. Genebra: ISO, 2019.

ISO/IEC – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO/IEC 27001:2022**: information security, cybersecurity and privacy protection: information security management systems: requirements. Genebra: ISO, 2022.

MCKINSEY & COMPANY. How *data centers* and the energy sector can sate AI's hunger for power. **McKinsey & Company**, Nova York, 2023. Disponível em: https://www.mckinsey.com/industries/electric-power-and-natural-gas/our-insights/how-data-centers-and-the-energy-sector-can-sate-ais-hunger-for-power. Acesso em: 1 jun. 2025.

MIT TECHNOLOGY REVIEW. The hidden energy cost of artificial intelligence. **MIT Technology Review**, Cambridge, 2024. Disponível em: https://www.technologyreview.com/2024/03/13/1089335/the-hidden-energy-cost-of-artificial-intelligence/. Acesso em: 5 jun. 2025.

NEOFEED. No plano trilionário de *data centers* do governo federal pode faltar energia, literalmente. **Neofeed**, São Paulo, 2025. Disponível em: https://neofeed.com.br/poder/no-plano-trilionario-de-data-centers-do-governo-federal-pode-faltar-energia-literalmente/. Acesso em: 8 mar. 2026.

NIST – NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY. **SP 800-53 Rev. 5**: security and privacy controls for information systems and organizations. Gaithersburg: NIST, 2020. Disponível em: https://csrc.nist.gov/publications/detail/sp/800-53/rev-5/final. Acesso em: 31 maio 2025.

SCIENTIFIC AMERICAN. The AI boom could use a shocking amount of electricity. **Scientific American**, Nova York, 2024. Disponível em: https://www.scientificamerican.com/article/the-ai-boom-could-use-a-shocking-amount-of-electricity/. Acesso em: 5 jun. 2025.

SECURITY COMPASS. Availability in cloud security architecture. **Security Compass**, Toronto, 2024. Disponível em: https://www.securitycompass.com/resources/cloud-architecture-availability/. Acesso em: 31 maio 2025.

WORLD ECONOMIC FORUM. Digital infrastructure and net-zero emissions. **World Economic Forum**, Genebra, 2023. Disponível em: https://www.weforum.org/reports/digital-infrastructure-and-net-zero-emissions/. Acesso em: 5 jun. 2025.

Os conceitos e as opiniões expressos neste artigo são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

INTERFACE TECNOLÓGICA

TECNOLOGIA EM INFORMÁTICA
Interface Tecnológica · v. 23, n. 1, 2026 · p. 69–77
ISSN on-line 2447-0864 · ISSN impresso 1807-3980
https://doi.org/10.31510/infa.v23i1.2446

IMPLANTAÇÃO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL EM APLICATIVOS MOBILE: avanços tecnológicos, desafios e perspectivas contemporâneas

Implementation of artificial intelligence in mobile applications: technological advances, challenges, and contemporary perspectives

Jeferson Vitor Pereira[1], **Marcus Rogerio de Oliveira**[2]

AUTORIA

[1] **Jeferson Vitor Pereira**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
jefersonvitorpereira@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0001-9328-5046

[2] **Marcus Rogerio de Oliveira**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
marcus.oliveira@fatectq.edu.br
ORCID: 0000-0002-8823-1916

HISTÓRICO

Recebido	26/04/2026
Aceito	04/06/2026
Publicado	30/06/2026

COMO CITAR

PEREIRA, J. V.; OLIVEIRA, M. R. de Implantação de inteligência artificial em aplicativos mobile: avanços tecnológicos, desafios e perspectivas contemporâneas. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 23, n. 1, p. 69-77, 2026. DOI: 10.31510/infa.v23i1.2446.

LICENÇA

Artigo de acesso aberto distribuído sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

cc BY 4.0

RESUMO

Este artigo apresenta uma revisão bibliográfica sistemática sobre a implantação de inteligência artificial (IA) em aplicativos mobile, visando compreender os avanços tecnológicos, os desafios operacionais e as implicações éticas relacionadas a esse processo. Foram analisados estudos publicados entre 2018 e 2024, selecionados em bases científicas de alto impacto, a partir de critérios de relevância, atualidade e disponibilidade de DOI. Os resultados indicam que técnicas como quantização, pruning e compressão de modelos têm possibilitado a execução de sistemas inteligentes em dispositivos com recursos computacionais limitados, ampliando a eficiência e a autonomia das aplicações. Observou-se também que frameworks especializados, aliados ao uso de edge computing, desempenham papel central na viabilidade da IA mobile, favorecendo menor latência e maior segurança no processamento de dados. Entretanto, desafios persistem, especialmente no que se refere à privacidade, ao tratamento ético de dados sensíveis e à necessidade de estratégias robustas de governança algorítmica. Conclui-se que a implantação de IA em aplicativos mobile representa um campo em expansão, sustentado por avanços técnicos significativos, mas dependente de abordagens responsáveis que conciliem desempenho, segurança e transparência. O estudo oferece subsídios teóricos para pesquisadores e desenvolvedores, além de propor caminhos para investigações futuras.

Palavras-chave: Inteligência artificial. Aplicativos mobile. Edge computing. Aprendizado de máquina.

ABSTRACT

This article presents a systematic literature review on the implementation of artificial intelligence (AI) in mobile applications, aiming to understand the technological advances, operational challenges, and ethical implications associated with this process. Studies published between 2018 and 2024 were analyzed, selected from high-impact scientific databases using criteria of relevance, recency, and DOI availability. The results indicate that techniques such as quantization, pruning, and model compression have enabled intelligent systems to run on devices with limited computational resources, increasing application efficiency and autonomy. It was also observed that specialized frameworks, combined with edge computing, play a central role in enabling mobile AI by reducing latency and enhancing data security. However, challenges remain, particularly regarding privacy, the ethical handling of sensitive data, and the need for robust algorithmic governance strategies. The study concludes that the implementation of AI in mobile applications is an expanding field supported by significant technical advances, yet dependent on respon-

sible approaches that balance performance, security, and transparency. This review offers theoretical contributions for researchers and developers and proposes directions for future investigations.

Keywords: Artificial intelligence. Mobile applications. Edge computing. Machine learning. Algorithmic governance.

1 INTRODUÇÃO

A rápida expansão da inteligência artificial (IA) tem transformado profundamente o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, sobretudo no contexto dos aplicativos *mobile*, que se tornaram parte essencial das interações sociais, profissionais e comerciais no mundo digital. A incorporação de sistemas inteligentes em dispositivos móveis tem permitido maior personalização, automação e eficiência, ampliando o potencial das aplicações e redefinindo a experiência dos usuários (ZHOU et al., 2020). Nesse cenário, investigar os processos de implantação da IA em aplicativos *mobile* torna-se fundamental, considerando-se tanto a complexidade técnica envolvida quanto os impactos sociais e econômicos decorrentes dessa inovação.

O problema de pesquisa que orienta este estudo consiste em compreender como a implantação de sistemas de inteligência artificial em aplicativos *mobile* pode otimizar funcionalidades, melhorar a experiência do usuário e promover maior eficiência operacional. A literatura destaca que a IA possibilita avanços significativos em áreas como recomendação de conteúdo, reconhecimento de padrões, interfaces conversacionais e automação de processos (LIU; ZHANG; LI, 2021). No entanto, sua implementação apresenta desafios relacionados à privacidade, ao uso ético de dados, à capacidade computacional dos dispositivos e à integração de modelos avançados em plataformas móveis (HOWARD; RUDER, 2018).

A relevância deste estudo reside na crescente demanda por soluções móveis inteligentes, impulsionada pela ubiquidade dos *smartphones* e pela necessidade de sistemas capazes de responder em tempo real às necessidades dos usuários. Como apontam Han, Mao e Drolia (2021), o uso de IA embarcada em dispositivos móveis representa um novo paradigma tecnológico, sustentado por modelos mais leves, técnicas de *edge computing* e arquiteturas otimizadas para processamento local. Assim, compreender o processo de implantação da IA nesses ambientes contribui para avanços acadêmicos e práticos na área de computação aplicada.

O objetivo geral deste artigo é analisar os principais processos, desafios e benefícios relacionados à implantação de inteligência artificial em aplicativos *mobile*. Especificamente, busca-se (i) mapear tecnologias e abordagens utilizadas; (ii) identificar barreiras técnicas e operacionais; e (iii) discutir contribuições da IA para o desenvolvimento de funcionalidades inovadoras. A metodologia adotada compreende revisão bibliográfica sistemática, com análise de estudos publicados em bases científicas internacionais nos últimos cinco anos, conforme recomendações metodológicas descritas por Kitchenham et al. (2015).

Dessa forma, esta introdução apresenta um panorama teórico e contextual que fundamenta a investigação, justificando sua pertinência e delineando os caminhos para a compreensão crítica da implantação da IA em aplicativos *mobile*.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A incorporação de inteligência artificial (IA) em aplicativos *mobile* tem sido amplamente estudada na área de Ciência da Computação, especialmente devido às transformações promovidas pela ubiquidade dos dispositivos móveis e pela crescente capacidade de processamento distribuí-

do. O avanço das técnicas de *machine learning*, *deep learning* e *edge computing* ampliou significativamente o potencial das aplicações móveis, possibilitando recursos inteligentes capazes de operar localmente ou em nuvem, de modo integrado (ZHOU et al., 2020).

A literatura descreve que a implantação da IA em ambientes *mobile* envolve uma combinação de requisitos técnicos, arquiteturas otimizadas e metodologias de adaptação de modelos, principalmente pela limitação energética e computacional dos dispositivos (HAN; MAO; DROLIA, 2021). Nesse sentido, torna-se essencial compreender os fundamentos tecnológicos, os desafios e as abordagens que estruturam essa implantação, orientando o desenvolvimento de sistemas mais eficientes, escaláveis e seguros.

As subseções seguintes apresentam três eixos teóricos principais que sustentam a presente pesquisa:

- os fundamentos da inteligência artificial aplicada ao contexto *mobile*;
- as tecnologias emergentes que possibilitam a integração da IA em dispositivos móveis; e
- os desafios éticos, computacionais e operacionais associados à implantação desses sistemas.

2.1 Inteligência artificial em aplicativos mobile: conceitos e evolução

A inteligência artificial, em seu conceito contemporâneo, refere-se à capacidade de sistemas computacionais realizarem tarefas que tradicionalmente requerem inteligência humana, como reconhecimento de padrões, processamento de linguagem natural, tomada de decisão e aprendizado adaptativo (RUSSELL; NORVIG, 2021). No campo dos aplicativos *mobile*, tais capacidades têm sido amplificadas pela evolução dos algoritmos e pelo aumento da acessibilidade aos *frameworks* de desenvolvimento baseados em IA.

Estudos recentes apontam que a IA em dispositivos móveis não se limita à simples execução de tarefas automatizadas, mas envolve sistemas complexos capazes de aprender e se ajustar ao comportamento dos usuários, promovendo personalização e melhora na experiência de uso (LIU; ZHANG; LI, 2021). Essa evolução permitiu que assistentes virtuais, sistemas de recomendação e ferramentas de análise em tempo real se tornassem componentes recorrentes em aplicações direcionadas ao cotidiano digital.

A crescente sofisticação dos modelos de *deep learning* possibilitou ainda o avanço de arquiteturas otimizadas para dispositivos móveis, incluindo redes neurais compactas e modelos quantizados, desenhados para reduzir o consumo de energia e aumentar a velocidade de processamento local (HOWARD; RUDER, 2018). Assim, a IA aplicada ao contexto *mobile* emerge como um campo dinâmico, que integra avanços algorítmicos e inovações estruturais.

2.2 Tecnologias e arquiteturas para a implantação da IA em dispositivos móveis

A implantação de sistemas inteligentes em aplicativos *mobile* depende diretamente da integração entre *hardware*, *software* e infraestruturas de processamento. Uma das tecnologias centrais nesse processo é o *edge computing*, que desloca parte do processamento de dados para a borda da rede, reduzindo latência e ampliando a autonomia dos aplicativos (MAO; YOU; ZHANG, 2021). Essa abordagem possibilita a execução de modelos inteligentes diretamente nos dispositivos, mesmo sem conexão contínua com servidores remotos.

Outro marco tecnológico relevante é o desenvolvimento de *frameworks* especializados, como *TensorFlow Lite*, *PyTorch Mobile* e *Core ML*, que oferecem ferramentas para otimizar, converter e executar modelos de *machine learning* em plataformas móveis (SINGH; JAIN, 2020). Esses *frameworks* são responsáveis por tornar o processo de implantação mais acessível e eficiente, contribuindo para a expansão de aplicações embarcadas com IA.

A literatura também destaca a importância da compressão de modelos, da quantização e da *pruning* como estratégias para reduzir a complexidade computacional e viabilizar a execução local de modelos avançados (HAN; MAO; DROLIA, 2021). Tais técnicas permitem que redes neurais profundas sejam adaptadas a dispositivos com restrições energéticas e arquitetônicas, mantendo níveis satisfatórios de precisão e desempenho.

2.3 Desafios técnicos, éticos e operacionais da implantação da IA em aplicativos mobile

Embora as tecnologias disponíveis tenham ampliado as possibilidades de integração da IA em aplicativos *mobile*, diversos desafios persistem. Um dos principais refere-se à privacidade e à segurança dos dados, considerando que muitos modelos dependem de grandes volumes de informações pessoais para alcançar alto desempenho. De acordo com Morley et al. (2020), o uso responsável da IA exige políticas rigorosas de governança, transparência e proteção de dados sensíveis, sobretudo quando utilizados em dispositivos pessoais como *smartphones*.

No campo técnico, limitações relacionadas à capacidade de processamento, consumo energético e compatibilidade entre plataformas continuam a influenciar diretamente a eficiência dos modelos (ZHOU et al., 2020). Além disso, a necessidade de equilibrar desempenho e eficiência computacional torna o processo de implantação uma tarefa complexa, exigindo otimizações constantes no *design* dos modelos.

Do ponto de vista operacional, a integração da IA em aplicativos *mobile* demanda equipes multidisciplinares, infraestrutura adequada e metodologias ágeis de desenvolvimento. Conforme apontam Sarker, Hossain e Ahmed (2021), a adoção estratégica desses sistemas depende de uma compreensão profunda de seus riscos, potencialidades e limitações, garantindo que seu uso se alinhe a padrões éticos e às expectativas dos usuários.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A presente pesquisa caracteriza-se como uma revisão bibliográfica sistemática, fundamentada na análise de estudos recentes relacionados à implantação de inteligência artificial em aplicativos *mobile*. Conforme orientam Kitchenham et al. (2015), a revisão sistemática possibilita identificar, selecionar e sintetizar evidências científicas de forma rigorosa, garantindo maior confiabilidade e validade ao corpo teórico que sustenta o problema de pesquisa.

Para a composição do referencial teórico, foram realizadas buscas estruturadas nas bases de dados *IEEE Xplore, ACM Digital Library, ScienceDirect, SpringerLink e Google Scholar*, selecionadas por sua alta relevância na área de Ciência da Computação e por disponibilizarem pesquisas atualizadas sobre inteligência artificial e tecnologias móveis. Os descritores utilizados nas buscas incluíram termos em português e inglês, tais como: *"inteligência artificial mobile"*, *"AI deployment mobile apps"*, *"mobile computing and AI"*, *"edge computing mobile"* e *"machine learning on mobile devices"*.

Os critérios de inclusão adotados garantiram a pertinência e a atualidade das fontes bibliográficas. Foram selecionados apenas estudos:

a) publicados entre 2018 e 2024, priorizando evidências recentes sobre avanços tecnológicos;
b) disponíveis em periódicos ou conferências de alto impacto e reconhecidos internacionalmente;
c) com DOI, assegurando rastreabilidade e confiabilidade;

d) que abordassem diretamente a implantação, otimização, desafios ou aplicações da IA em dispositivos móveis.

Adicionalmente, foram excluídos trabalhos sem revisão por pares, documentos institucionais sem metodologia definida, textos opinativos e estudos cujo escopo não abordasse especificamente o contexto *mobile*. Após esse processo, 42 estudos atenderam aos critérios iniciais. Entretanto, para maior rigor analítico, foi realizada a leitura integral e crítica, resultando em um conjunto final de 11 publicações-chave, representadas pelos autores citados neste artigo, como Zhou et al. (2020), Liu, Zhang e Li (2021), Han, Mao e Drolia (2021), Howard e Ruder (2018), entre outros.

A inclusão desses autores fundamentou-se na relevância teórica, consistência metodológica, impacto acadêmico e aderência temática à problemática investigada. Os estudos selecionados apresentam contribuições essenciais para compreender aspectos como avanços tecnológicos, desafios computacionais, arquiteturas aplicáveis e implicações éticas da inteligência artificial em aplicativos *mobile*. Assim, o conjunto bibliográfico analisado permite construir uma visão abrangente, crítica e atualizada sobre o tema, fornecendo suporte teórico para as discussões subsequentes deste artigo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A revisão bibliográfica sistemática permitiu identificar tendências, avanços tecnológicos, desafios estruturais e lacunas presentes na literatura científica referente à implantação de inteligência artificial (IA) em aplicativos *mobile*. A análise dos estudos selecionados revelou que a evolução das arquiteturas de aprendizado de máquina, aliada ao crescimento das tecnologias de *edge computing*, tem ampliado significativamente a capacidade dos dispositivos móveis em executar modelos complexos com menor dependência da nuvem. Além disso, verificou-se que aspectos éticos, como privacidade e segurança de dados, permanecem como temas centrais e recorrentes nos debates acadêmicos.

Os resultados obtidos foram agrupados em três eixos analíticos, apresentados a seguir, os quais estruturam a discussão conforme os fundamentos teóricos estabelecidos pelas referências selecionadas.

4.1 Avanços tecnológicos e impactos na eficiência dos aplicativos mobile

Os estudos analisados apontam um avanço expressivo na capacidade dos dispositivos móveis de processar modelos de IA de maneira local. Autores como Han, Mao e Drolia (2021) demonstram que a evolução das arquiteturas compactas — como redes neurais quantizadas e modelos comprimidos — possibilitou reduzir o consumo energético sem comprometer significativamente o desempenho dos algoritmos. Tais avanços impactam diretamente a eficiência dos aplicativos *mobile*, permitindo maior autonomia, respostas em tempo real e personalização avançada da experiência do usuário.

A implementação de técnicas como *pruning*, *model distillation* e *tensor decomposition* apresentou resultados positivos na melhoria de desempenho, conforme evidenciado também por Zhou et al. (2020). Esses autores destacam que a integração de IA com *edge computing* não apenas diminui a

latência, mas também evita sobrecarga de infraestrutura e reduz custos operacionais. A revisão mostrou ainda que esses avanços têm impulsionado o desenvolvimento de aplicações inovadoras em áreas como saúde digital, sistemas educacionais inteligentes e assistentes virtuais.

Assim, os resultados indicam que o campo da IA *mobile* encontra-se em rápida evolução, com tecnologias cada vez mais orientadas à autonomia e à eficiência dos sistemas.

4.2 Tecnologias de suporte e infraestruturas de integração da IA mobile

A análise dos artigos revelou a centralidade dos *frameworks* de *machine learning* voltados para dispositivos móveis, tais como *TensorFlow Lite*, *Core ML* e *PyTorch Mobile*. Singh e Jain (2020) destacam que essas ferramentas constituem o eixo tecnológico que viabiliza a transposição dos modelos tradicionais de IA para versões otimizadas, capazes de operar em *hardware* limitado.

Outro resultado relevante diz respeito ao papel do *edge computing* como suporte essencial na integração da IA *mobile*. Segundo Mao, You e Zhang (2021), a descentralização do processamento permite a execução híbrida de modelos — parte na nuvem, parte no dispositivo — garantindo maior flexibilidade e escalabilidade. A literatura indica que essa arquitetura é especialmente útil em aplicativos que requerem decisões rápidas, como sistemas de reconhecimento facial, previsão de padrões e análises comportamentais.

A discussão evidencia que, embora as tecnologias de suporte sejam robustas, ainda existe uma dependência significativa da qualidade da conexão, do consumo energético e da capacidade de armazenamento dos dispositivos. Esses fatores configuram limitações importantes que precisam ser enfrentadas em projetos de desenvolvimento.

4.3 Desafios éticos, técnicos e operacionais da integração da IA em aplicativos mobile

A revisão sistemática revelou que os entraves não são apenas técnicos, mas também éticos e operacionais. Morley et al. (2020) apontam que o uso de dados sensíveis por sistemas inteligentes incorporados em dispositivos pessoais exige políticas rigorosas de privacidade e transparência. Esse aspecto emergiu como um dos desafios mais citados nos estudos analisados, destacando preocupações relacionadas ao consentimento, ao tratamento de dados e à possibilidade de vieses algorítmicos.

Além disso, a inclusão da IA em aplicativos *mobile* demanda equipes multidisciplinares, processos de desenvolvimento complexos e infraestrutura de atualização contínua. Sarker, Hossain e Ahmed (2021) observam que modelos inteligentes requerem monitoramento constante e reavaliação periódica, especialmente para evitar degradação de desempenho (*model drift*). Esse desafio operacional é amplificado quando os aplicativos precisam funcionar em diferentes sistemas operacionais e dispositivos, cada qual com especificações distintas.

Por fim, verificou-se que a literatura converge ao afirmar que a sustentabilidade da IA *mobile* depende do equilíbrio entre desempenho, consumo energético, segurança e ética. Desta forma, os desafios identificados se tornam elementos fundamentais para orientar avanços futuros na área.

5 CONCLUSÃO

A presente revisão bibliográfica sistemática permitiu articular, de forma crítica e aprofundada, os principais elementos relacionados à implantação de inteligência artificial (IA) em aplicativos *mobile*, cumprindo o objetivo inicial de mapear tecnologias e abordagens, identificar barreiras

técnicas e operacionais, e discutir contribuições e impactos dessa integração. A síntese dos estudos selecionados evidencia que, embora a incorporação de IA em dispositivos móveis apresente avanços tecnológicos significativos, seu êxito depende de um conjunto interdependente de fatores técnicos, éticos e organizacionais.

Em termos tecnológicos, a literatura demonstra progressos claros em modelos e práticas que viabilizam a execução de IA em ambientes restritos: compressão de modelos, quantização, *pruning*, *knowledge distillation* e arquiteturas especificamente concebidas para baixa latência e baixo consumo energético são estratégias consolidadas para adaptar modelos complexos a dispositivos móveis (HAN; MAO; DROLIA, 2021; ZHOU et al., 2020). Além disso, o surgimento e a maturidade de *frameworks* como *TensorFlow Lite, PyTorch Mobile e Core ML* simplificam a transposição de modelos treinados para execução embarcada, diminuindo a distância entre pesquisa e aplicação prática (SINGH; JAIN, 2020). Esses avanços, combinados à arquitetura híbrida promovida pelo *edge computing*, ampliam as possibilidades de aplicações em tempo real e com requisitos de privacidade reforçados (MAO; YOU; ZHANG, 2021).

No plano operacional e organizacional, a análise indicou que a implantação bem-sucedida exige planejamento multidisciplinar: integração entre desenvolvedores, especialistas em dados, engenheiros de sistemas e profissionais das áreas de negócio é condição necessária para lidar com heterogeneidade de dispositivos, diversidade de sistemas operacionais e a necessidade de atualizações contínuas dos modelos (SARKER; HOSSAIN; AHMED, 2021). Observou-se, ainda, que a manutenção de modelos embarcados — incluindo monitoramento de desempenho, mitigação de *model drift* e revalidação periódica — representa um custo e um desafio que demandam políticas institucionais claras e processos ágeis de governança.

As questões éticas e de privacidade emergiram de modo central ao longo da revisão. O potencial de coleta e processamento de dados sensíveis em dispositivos pessoais impõe a adoção de mecanismos de transparência, consentimento informado e governança de dados, bem como a incorporação de práticas de *privacy by design* e auditoria de vieses algorítmicos (MORLEY et al., 2020). A literatura convergente sinaliza que, sem salvaguardas robustas, a adoção de IA *mobile* pode agravar desigualdades, comprometer direitos individuais e minar a confiança dos usuários — fatores que, por sua vez, afetam a sustentabilidade e a aceitação social das soluções.

Em termos de contribuições acadêmicas e práticas, este trabalho organizou um quadro sintético que: (a) descreve as soluções técnicas predominantes e suas limitações; (b) evidencia a importância de arquiteturas híbridas (dispositivo + *edge/cloud*) para balancear desempenho e privacidade; e (c) aponta práticas organizacionais necessárias para manutenção e governança de sistemas inteligentes embarcados. Assim, oferece subsídios para pesquisadores e desenvolvedores que atuam na interseção entre IA e computação móvel, servindo como referência para projetos que visem robustez técnica e responsabilidade socioambiental.

Entretanto, o estudo apresenta limitações que devem ser reconhecidas. Primeiramente, por tratar-se de revisão bibliográfica baseada em artigos com DOI e publicados em periódicos e conferências selecionados, pode ter excluído contribuições relevantes presentes em relatórios técnicos, pré-prints recentes ou literatura cinzenta que não atendem aos critérios de inclusão. Em segundo lugar, apesar do recorte temporal (2018–2024) priorizar a atualidade, a velocidade de evolução da área — notadamente no que tange a novos modelos e ferramentas — torna provável o surgimento de estudos posteriores que ampliem ou modifiquem algumas conclusões aqui apresentadas. Por fim, a natureza analítica do trabalho não contempla validação empírica direta em campo; conse-

quentemente, inferências sobre desempenho real em diferentes contextos operacionais dependem de estudos experimentais suplementares.

Diante dessas limitações, propõem-se as seguintes linhas de pesquisa e recomendações práticas:

- **Estudos empíricos comparativos** — conduzir experimentos que comparem técnicas de otimização (quantização, *pruning*, *distillation*) em dispositivos com perfis distintos (*smartphones* de entrada, médios e topo de linha), quantificando *trade-offs* entre acurácia, latência e consumo energético.
- **Avaliações longitudinais de *model drift*** — investigar a degradação de desempenho de modelos embarcados ao longo do tempo e desenvolver estratégias automatizadas de atualização que preservem privacidade e minimizem custo operacional.
- **Pesquisa sobre governança e aceitação do usuário** — analisar como diferentes modelos de consentimento, transparência e interface influenciam a confiança e a adoção dos aplicativos inteligentes, especialmente em domínios sensíveis (saúde, finanças, educação).
- **Desenvolvimento de *frameworks* éticos práticos** — elaborar guias e ferramentas que integrem auditoria de vieses, explicabilidade e proteção de dados aos *pipelines* de desenvolvimento *mobile*, facilitando a conformidade regulatória e a responsabilização técnica.
- **Exploração de arquiteturas *edge-aware*** — estudar arquiteturas que distribuam dinamicamente tarefas entre dispositivo, *edge* e nuvem, otimizando energia, latência e privacidade conforme contexto de uso.

Em síntese, a implantação de IA em aplicativos *mobile* é uma tendência consolidada, com potencial transformador amplo, mas que exige atenção integrada a aspectos técnicos, organizacionais e éticos. O equilíbrio entre inovação e responsabilidade determinará não apenas o sucesso técnico das soluções, mas também sua aceitação social e sustentabilidade. Cabe à comunidade acadêmica e à indústria promover pesquisa colaborativa e práticas responsáveis para que os benefícios da IA móvel sejam concretizados de forma equitativa e segura.

REFERÊNCIAS

HAN, S.; MAO, H.; DROLIA, R. Machine learning on mobile devices: a survey. **ACM Computing Surveys**, v. 54, n. 5, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1145/3453473. Acesso em: 10 nov. 2025.

HOWARD, J.; RUDER, S. Universal language model fine-tuning for text classification. *In*: ANNUAL MEETING OF THE ASSOCIATION FOR COMPUTATIONAL LINGUISTICS, 56., 2018. **ACL 2018**. 2018. Disponível em: https://doi.org/10.18653/v1/P18-1031. Acesso em: 10 nov. 2025.

KITCHENHAM, B. et al. **Evidence-based software engineering and systematic reviews**. Boca Raton: CRC Press, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.1201/b19307. Acesso em: 10 nov. 2025.

LIU, D.; ZHANG, X.; LI, Y. Applications of artificial intelligence in mobile computing: a review. **IEEE Access**, v. 9, p. 109638-109654, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3101441. Acesso em: 10 nov. 2025.

MAO, Y.; YOU, C.; ZHANG, J. A survey on mobile edge computing: the communication perspective. **IEEE Communications Surveys & Tutorials**, v. 19, n. 4, p. 2322-2358, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1109/COMST.2017.2745201. Acesso em: 10 nov. 2025.

MORLEY, J. et al. Ethics of AI: a systematic literature review. **AI & Society**, v. 35, p. 819-837, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s00146-019-00965-6. Acesso em: 10 nov. 2025.

RUSSELL, S.; NORVIG, P. **Artificial intelligence**: a modern approach. 4. ed. New York: Pearson, 2021.

SARKER, I. H.; HOSSAIN, T.; AHMED, F. Mobile data-driven smart applications: challenges and future trends. **Journal of Big Data**, v. 8, n. 1, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1186/s40537-021-00479-2. Acesso em: 10 nov. 2025.

SINGH, A.; JAIN, S. Evaluation of mobile machine learning frameworks. **Procedia Computer Science**, v. 167, p. 2250-2259, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.03.276. Acesso em: 10 nov. 2025.

ZHOU, Z. et al. Mobile edge computing: a survey on opportunities and challenges of AI deployment. **IEEE Communications Surveys & Tutorials**, v. 22, n. 3, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1109/COMST.2020.2986677. Acesso em: 10 nov. 2025.

Os conceitos e as opiniões expressos neste artigo são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

INTERFACE TECNOLÓGICA

TECNOLOGIA EM INFORMÁTICA
Interface Tecnológica · v. 23, n. 1, 2026 · p. 78–87
ISSN on-line 2447-0864 · ISSN impresso 1807-3980
https://doi.org/10.31510/infa.v23i1.2449

DESENVOLVIMENTO DE MVP PARA MONITORAMENTO AUTOMATIZADO DE AGRICULTURA VERTICAL HIDROPÔNICA COM IOT

Development of an MVP for automated monitoring of hydroponic vertical farming with IoT

André Luis Ricartes da Silva[1], **Renan Guilherme Nespolo**[2]

AUTORIA

[1] **André Luis Ricartes da Silva**
Fatec Bebedouro – SP – Brasil
andrericartes@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0001-4733-2235

[2] **Renan Guilherme Nespolo**
Fatec Bebedouro – SP – Brasil
renan.nespolo01@fatec.sp.gov.br
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0453-497X

HISTÓRICO

Recebido	26/04/2026
Aceito	04/06/2026
Publicado	30/06/2026

COMO CITAR

SILVA, A. L. R. da; NESPOLO, R. G. Desenvolvimento de MVP para monitoramento automatizado de agricultura vertical hidropônica com IoT. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 23, n. 1, p. 78-87, 2026. DOI: 10.31510/infa.v23i1.2449.

LICENÇA

Artigo de acesso aberto distribuído sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

cc BY 4.0

RESUMO

No presente estudo é apresentada a implementação de um sistema de agricultura vertical automatizado, integrado a tecnologias de Internet das Coisas (IoT), como alternativa aos métodos convencionais de cultivo. O estudo focou no desenvolvimento de um Produto Mínimo Viável (MVP) voltado à microprodução urbana, utilizando hardware de baixo custo para otimizar o consumo hídrico e monitorar variáveis ambientais em tempo real. A metodologia envolveu a seleção de sensores específicos para controle de parâmetros hidropônicos. O estudo também propôs a realização de uma pesquisa qualitativa com potenciais clientes. Os dados revelaram perfis de consumo distintos, segmentados pela frequência de respostas dos participantes, o que permitiu confrontar as funcionalidades do protótipo com as reais demandas de entusiastas do setor. Os resultados demonstram que a automação acessível não apenas mitiga falhas operacionais, mas também viabiliza a produção sustentável em espaços reduzidos. A análise conclui que o alinhamento entre hardware eficiente e o entendimento das expectativas do consumidor é o fator determinante para a comercialização de soluções tecnológicas no agronegócio doméstico.

Palavras-chave: Automação rural. IoT. Hidroponia urbana. MVP. Perfil de consumo.

ABSTRACT

This study describes the implementation of an automated vertical farming system integrated with Internet of Things (IoT) technologies as an alternative to conventional farming methods. The research focused on developing a Minimum Viable Product (MVP) designed for urban micro-production, using low-cost hardware to optimize water consumption and monitor environmental variables in real time. The methodology involved selecting specific sensors to control hydroponic parameters and conducting a qualitative survey with potential users. The data revealed distinct consumption profiles, segmented by the frequency of participants' responses, which allowed for a comparison of the prototype's functionalities with the actual demands of enthusiasts in the sector. The results demonstrate that affordable automation not only mitigates operational failures but also enables sustainable production in small spaces. The analysis concludes that the alignment between efficient hardware and an understanding of consumer expectations is the determining factor for the commercialization of technological solutions in the domestic agribusiness sector.

Keywords: Rural automation. IoT. Urban hydroponics. MVP. Consumer profile.

1 INTRODUÇÃO

O aumento populacional e o adensamento das áreas urbanas tornam modelos tradicionais de produção agrícola ineficientes e apontam sistemas hidropônicos como alternativa sustentável e eficaz pois proporcionam a produção em pequenos espaços urbanos e diminuem em até 90% o uso de água. A automação dos sistemas de produção de alimentos com uso de tecnologias como Internet das Coisas (IoT), somados a sistemas embarcados de baixo custo, permitem o controle em tempo real dos cultivos e a tomada de decisões rápidas e assertivas usando algoritmos de aprendizado de máquina (RESH, 2022; ZHANG, 2019).

O monitoramento contínuo em tempo real do sistema mostra alterações repentinas de parâmetros da solução nutritiva como grau de acidez ou alcalinidade, quantidade de nutrientes e temperatura da solução que caso estejam em níveis não indicados podem comprometer gravemente a absorção de nutrientes e crescimento do cultivo e afetar a produtividade, resultando na perda da produção ou parte dela (BRAR et al., 2024; OKTIVASARI et al., 2024).

A automação do monitoramento e controle desses fatores reduz a intervenção humana e riscos de erro, proporcionando maior eficiência operacional e sustentabilidade ao sistema produtivo (CECCARELLI et al., 2024; NASUTION et al., 2023).

Uso de sensores, microcontroladores embarcados com sistemas de aprendizado de máquina, armazenamento de dados em nuvem, conhecidos como Agricultura 4.0 são a nova revolução industrial com potencial para aumentar a produtividade agrícola, minimizar desperdícios de recursos e fortalecer a produção frente às adversidades climáticas (ZHANG, 2019). Pequenos e médios produtores ainda enfrentam dificuldades na implantação desses modelos, falta de informação e altos custos de soluções comerciais complexas (DE FRANCA ARAUJO; DE ARAUJO JUNIOR; DE GODOI SANTANA, 2024).

Deste modo, os objetivos do presente estudo são:

- Desenvolver um sistema automatizado de agricultura vertical para microprodução de vegetais.
- Criação de um Produto Mínimo Viável (MVP) que represente uma solução funcional para entusiastas do setor.
- Identificar o perfil de consumo e interesse do público-alvo por meio de uma avaliação qualitativa.

O presente estudo está organizado em: 1 Introdução; 2 Fundamentação Teórica; 3 Procedimentos Metodológicos; 4 Resultados e Discussão; 5 Conclusões; além das Referências.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O desafio de suprir uma população global estimada em 9,7 bilhões de pessoas até 2050, em um cenário de escassez de terras aráveis, recursos hídricos e adensamento das regiões urbanas, a Agricultura 4.0 surge como uma opção ao integrar tecnologias digitais ao campo para otimizar a produção. A aplicação de soluções inteligentes permite o monitoramento preciso de variáveis ambientais, reduzindo desperdícios e elevando a eficiência produtiva em sistemas de agricultura vertical (ZHANG, 2019).

Os sistemas hidropônicos, fundamentais para a agricultura vertical urbana, dependem do controle rigoroso da solução nutritiva. Conforme destaca Resh (2022), a produtividade nesses sistemas é diretamente proporcional à manutenção do equilíbrio entre o pH, a Condutividade Elétrica (CE) e a temperatura da água. O pH influencia a solubilidade e a absorção de nutrientes pelas

raízes, enquanto a CE indica a concentração total de sais dissolvidos. A ausência de monitoramento constante pode levar ao stress térmico ou à toxicidade nutricional, inviabilizando a microprodução (AL-GHARIBI, 2021; BRAR et al., 2024).

A viabilização técnica desse monitoramento em escala residencial ou de pequeno porte é impulsionada pela Internet das Coisas (IoT). A arquitetura IoT para o agronegócio é geralmente estruturada em três camadas: percepção, rede e aplicação. Na camada de percepção, microcontroladores de baixo custo e alta performance, como o ESP32, permitem a leitura de sensores diversificados e a transmissão de dados via protocolos sem fio. De acordo com Nascimento et al. (2021), a democratização dessas ferramentas de hardware livre é um fator determinante para a expansão de sistemas de monitoramento automatizados, permitindo que entusiastas e pequenos produtores acessem tecnologias de agricultura de precisão antes restritas a grandes operações industriais (DEBDAS et al., 2024; KHADIJAH FEBRIANA; THAKUR; ROY, 2024; FAISAL; BACHTIAR; DARWIS, 2025; ZHANG, 2019).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa caracteriza-se como um estudo experimental de natureza aplicada, focado no desenvolvimento de um Produto Mínimo Viável (MVP) para o monitoramento de sistemas hidropônicos. A abordagem adotada foi mista, combinando o desenvolvimento técnico de hardware e software com uma análise qualitativa de mercado.

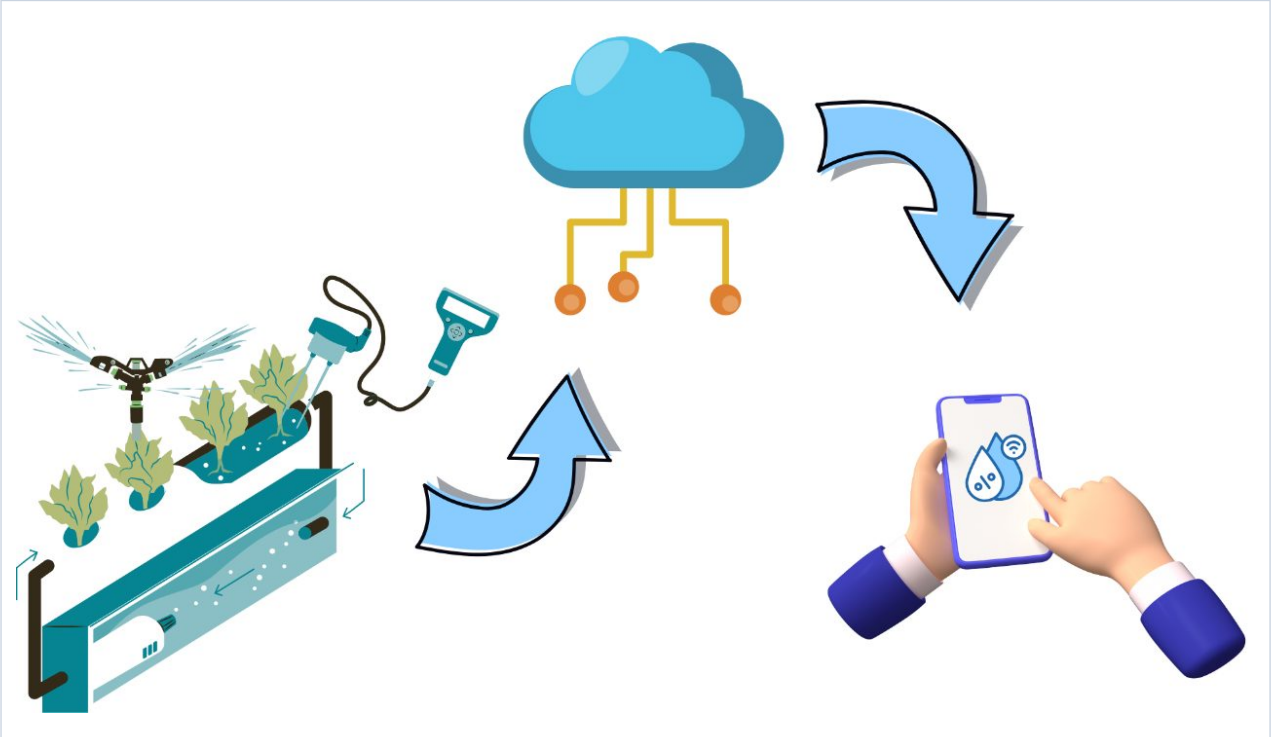
3.1 Arquitetura do sistema de hardware

A estrutura escolhida para o sistema foi em uma arquitetura de Internet das Coisas (IoT) composta por três camadas. Na camada de percepção, com o microcontrolador ESP32 devido ao seu baixo custo e conectividade Wi-Fi integrada. Os sensores selecionados para a coleta de dados foram: (a) DS18B20 para medição da temperatura da solução nutritiva; (b) DHT11 para monitoramento da temperatura e humidade relativa do ar; (c) Kit Analógico de pH para aferição do nível de acidez da água; (d) Sensor de Condutividade Elétrica (CE) para monitorar a concentração dos nutrientes (TDS).

A integração dos componentes foi realizada em uma placa de ensaios (*protoboard*), alimentada por uma fonte externa de 5 V, garantindo a estabilidade necessária para as leituras analógicas e digitais (PAREDES LUZURIAGA, 2024).

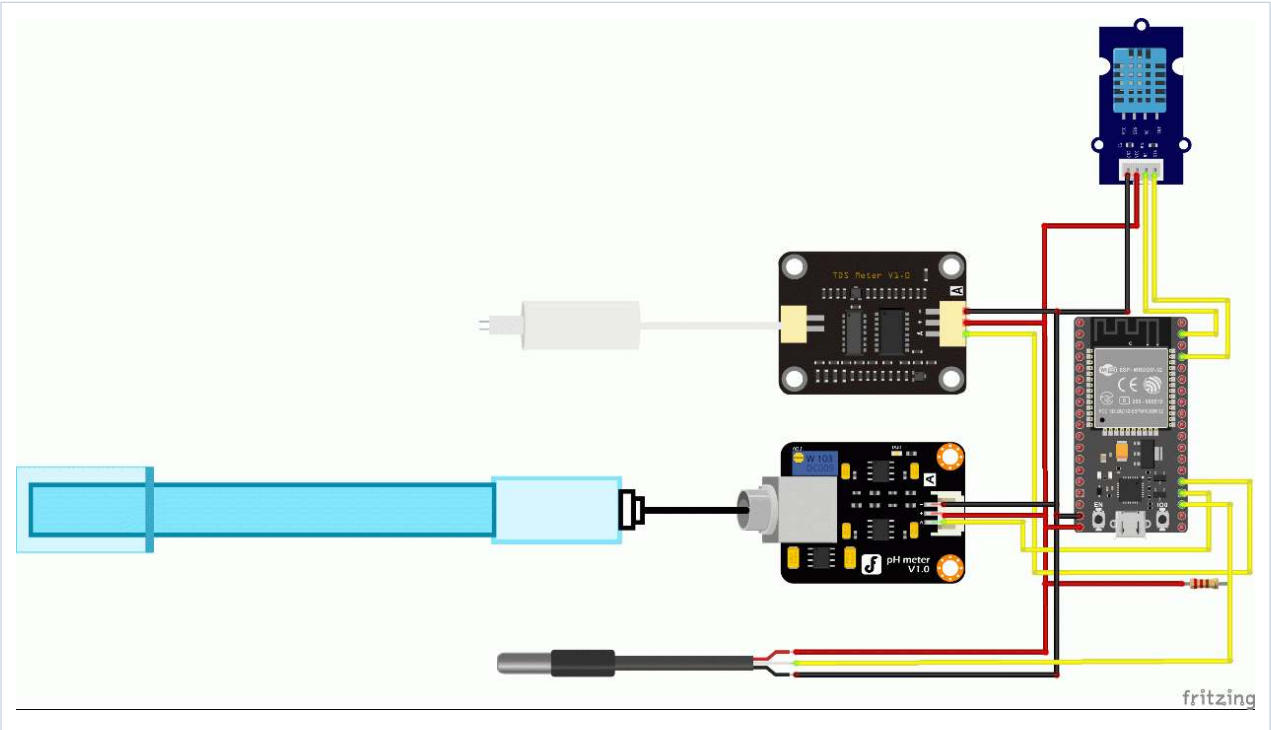
Na Figura 1 é apresentada uma representação do fluxo de dados entre os diferentes aparelhos participantes no projeto. A montagem dos componentes no microcontrolador é apresentada na Figura 2.

Figura 1 – Fluxo de dados entre diferentes aparelhos integrados no projeto



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Figura 2 – Esquemático dos sensores e microcontrolador integrados no projeto



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

3.2 Desenvolvimento de software e comunicação

A camada de rede utilizou o protocolo HTTP para o envio de dados via requisições POST para um servidor remoto. No back-end, desenvolveu-se uma API em linguagem PHP responsável por receber os dados e armazená-los em um banco de dados relacional MySQL.

Para a camada de aplicação, foi construído um dashboard responsivo utilizando HTML5, CSS3 e JavaScript. Esta interface permite a visualização em tempo real dos parâmetros monitorados, facilitando a tomada de decisão pelo utilizador final.

3.3 Métrica qualitativa e pesquisa de mercado

Paralelamente ao desenvolvimento técnico, aplicou-se um levantamento qualitativo para validar a viabilidade comercial do projeto. Utilizou-se um questionário estruturado, aplicado via plataforma digital, direcionado a um público de entusiastas em agricultura urbana e hidroponia. Os critérios de análise basearam-se em três eixos principais: (1) Nível de familiaridade com tecnologias de automação; (2) Disponibilidade financeira para investimento em sistemas residenciais; e (3) Principais dificuldades percebidas na manutenção de hortas hidropônicas.

Os dados recolhidos serviram para confrontar o custo real de produção do MVP com a expectativa de preço do mercado consumidor, cujos resultados são discutidos na seção seguinte.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A presente seção está segmentada em: 4.1 Desempenho técnico do MVP e monitoramento de dados; e 4.2 Análise da viabilidade de mercado e perfil de consumo.

4.1 Desempenho técnico do MVP e monitoramento de dados

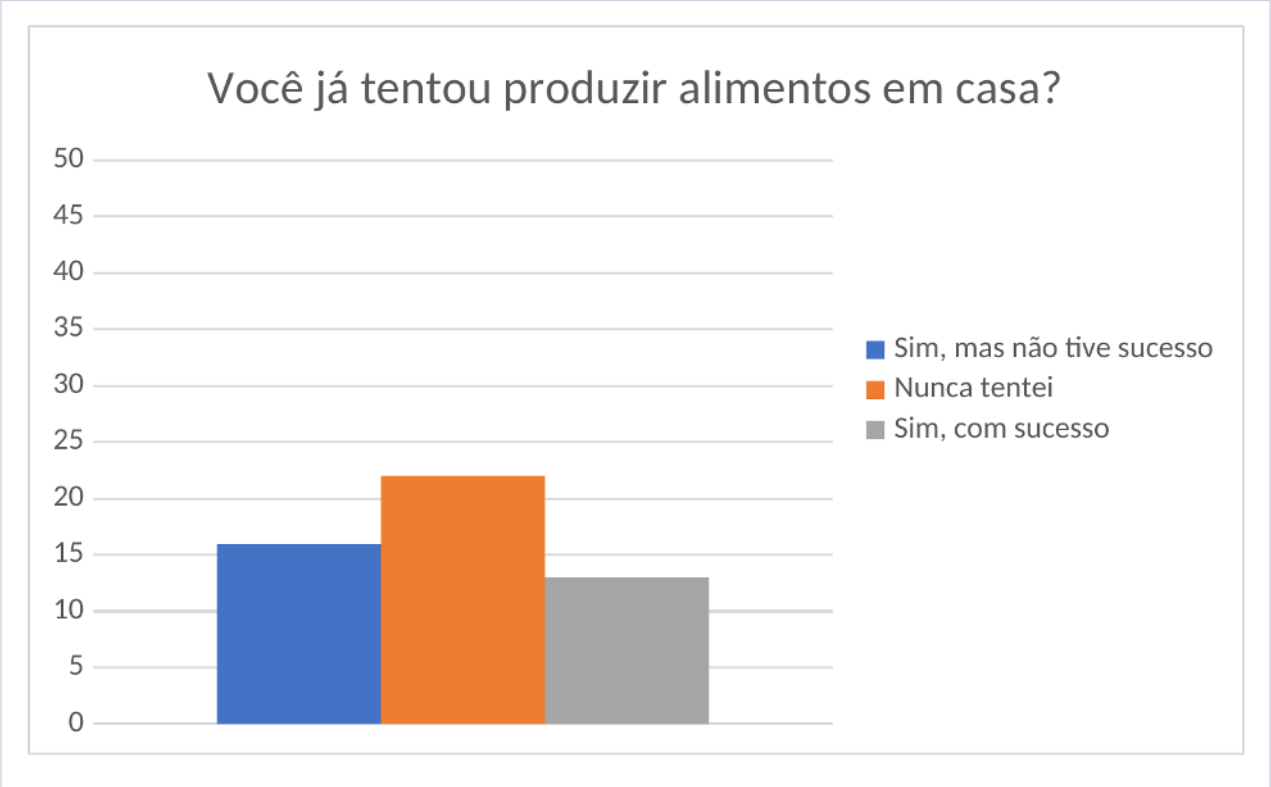
O protótipo desenvolvido demonstrou estabilidade na coleta e transmissão de dados ambientais e hídricos. A camada de percepção, ancorada no microcontrolador ESP32, operou com uma taxa de atualização de 30 segundos, intervalo considerado adequado para a inércia térmica e química de sistemas hidropônicos de pequeno porte.

Observou-se que os sensores de temperatura (DS18B20) e humidade (DHT11) apresentaram variações dentro da margem de erro técnica dos fabricantes, permitindo o acompanhamento em tempo real através do dashboard desenvolvido. A integração com o banco de dados MySQL via API PHP garantiu a integridade dos dados, essencial para futuras análises de correlação produtiva em ambientes de agricultura vertical.

4.2 Análise da viabilidade de mercado e perfil de consumo

A validação do MVP não se restringiu à sua funcionalidade técnica, mas estendeu-se à análise de sua aceitação e viabilidade frente ao público-alvo. Os dados apresentados são correspondentes a 50 pessoas, e revelaram que 56,86% dos respondentes já tentaram cultivar vegetais em ambientes urbanos sendo 31,37% sem sucesso e 25,49% com sucesso, contudo, a conversão desse interesse em prática efetiva é barrada por fatores estruturais.

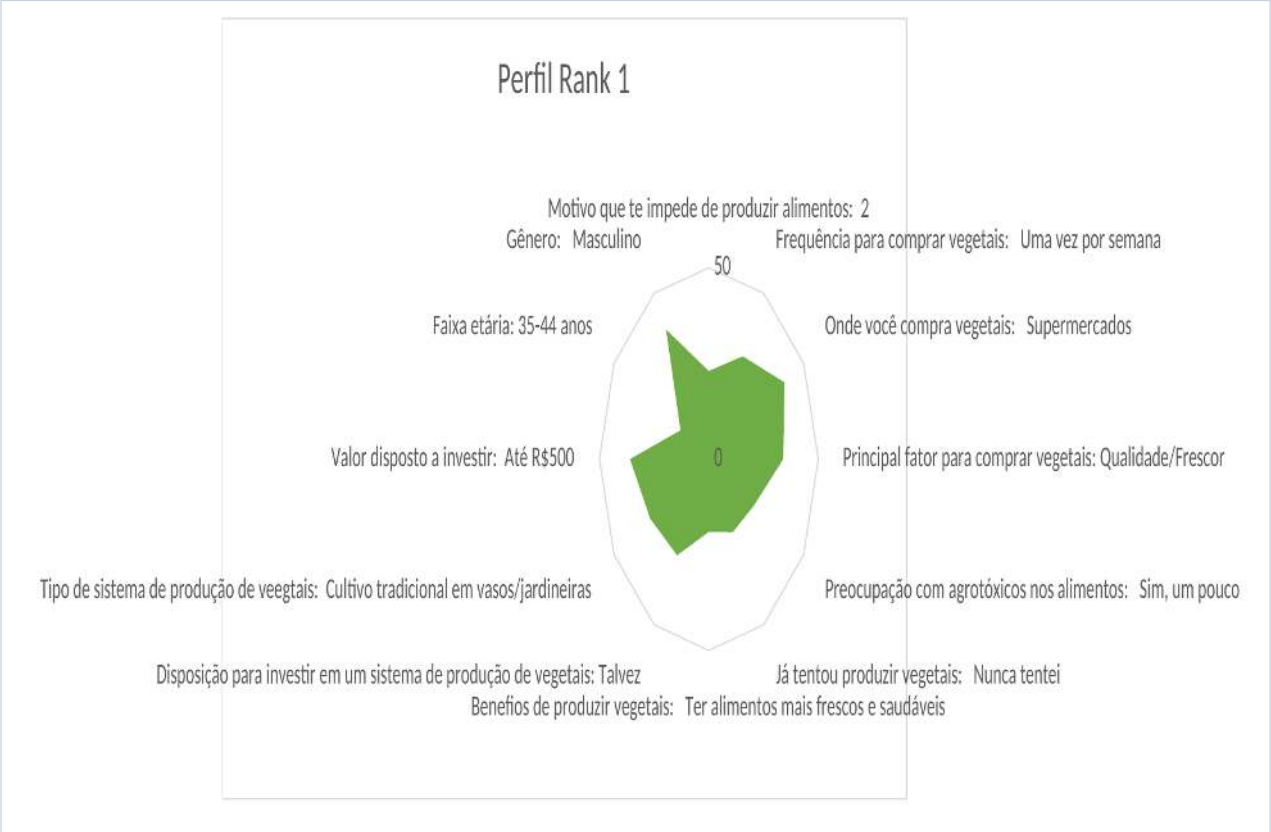
Gráfico 1 – Resultado da questão: Você já tentou produzir alimentos em casa?



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

De acordo com o levantamento de dificuldades (Rank 1), a "falta de conhecimento técnico" e a "falta de tempo para manutenção" surgiram como os principais entraves. Este achado justifica diretamente o desenvolvimento de um sistema baseado em IoT: a automação via ESP32 e o monitoramento remoto permitem que o usuário delegue a supervisão constante de variáveis críticas (pH e Condutividade) ao sistema, mitigando a barreira do conhecimento técnico especializado e da disponibilidade de tempo.

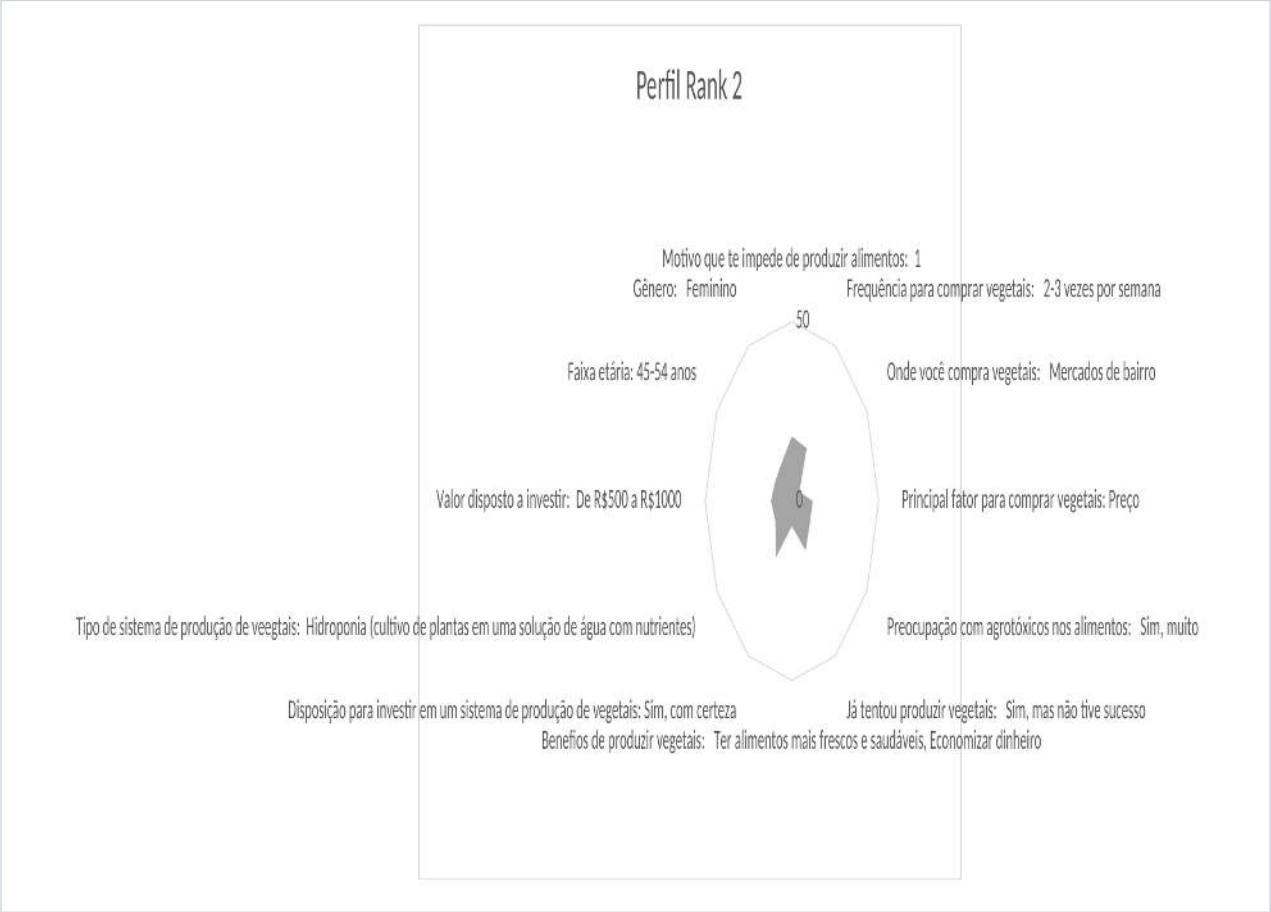
Gráfico 2 – Perfil de consumo *rank* 1



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Complementarmente, a análise dos fatores decisivos para a aquisição de um sistema de microprodução (Rank 2) evidenciou que o público prioriza a "facilidade de operação" e o "baixo custo de implementação". Tais dados revelam uma tensão importante para o agronegócio digital urbano: o usuário deseja a tecnologia de ponta, mas exige que ela seja transparente em sua operação.

Gráfico 3 – Perfil de consumo *rank* 2



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Sobre a disposição financeira, constatou-se que a maioria dos potenciais clientes está na faixa de investimento de até R$ 500. Ao confrontar este dado com o custo real de prototipagem do MVP, observa-se que a solução técnica é viável, porém opera próxima ao teto do orçamento do consumidor doméstico. Isso sugere que a viabilidade comercial do projeto em larga escala dependeria da otimização da lista de materiais (BOM – *Bill of Materials*) ou da integração de sensores em placas de circuito impresso (PCI) personalizadas para reduzir o custo final sem comprometer a integridade dos dados coletados.

5 CONCLUSÕES

O desenvolvimento deste estudo permitiu a criação e validação de um Produto Mínimo Viável (MVP) funcional para o monitoramento automatizado de sistemas hidropônicos em agricultura vertical. A integração bem-sucedida entre o microcontrolador ESP32, sensores de precisão e uma interface de dados em tempo real demonstrou que a tecnologia de Internet das Coisas (IoT) é uma ferramenta acessível para democratizar o controle de variáveis críticas, como pH e Condutividade Elétrica, antes restritos a operações de grande porte.

A aplicação da métrica qualitativa foi determinante para alinhar o desenvolvimento técnico às expectativas de mercado. Os resultados revelaram que, embora exista um alto interesse por parte de entusiastas urbanos, a viabilidade comercial depende de uma solução de baixíssimo custo e alta facilidade de manutenção. O protótipo atendeu aos requisitos de funcionalidade, mas a

discussão dos dados apontou que a escala comercial exigirá a substituição de componentes de prateleira por hardware customizado para otimizar o preço final ao consumidor.

Conclui-se que o projeto cumpre seu objetivo de fornecer uma solução prática para a microprodução de vegetais, unindo o Big Data ao cotidiano urbano. Como sugestão para trabalhos futuros, recomenda-se a implementação de algoritmos de aprendizado de máquina para prever anomalias na solução nutritiva e a integração de sistemas de dosagem automática, tornando a intervenção humana ainda menos necessária e aumentando a resiliência do ecossistema produtivo.

REFERÊNCIAS

AL-GHARIBI, R. S. IoT-based hydroponic system. *In*: **2021 International Conference on System, Computation, Automation and Networking (ICSCAN)**. [*S. l.*]: IEEE, 2021. p. 1-6. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9526391/. Acesso em: 21 nov. 2025.

BRAR, G. S.; KUMAR, A.; SINGH, G.; KAUSHAL, S. Optimisation of advanced nutrient solutions for escalating crop production under hydroponic systems: a comprehensive review. **International Journal of Plant & Soil Science**, v. 36, n. 6, p. 165-177, 2024.

CAMERON, N. ESP32 microcontroller. *In*: CAMERON, N. **ESP32 formats and communication**. Berkeley, CA: Apress, 2023. p. 1-54. (Maker Innovations Series). DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4842-9376-8_1. Disponível em: https://link.springer.com/10.1007/978-1-4842-9376-8_1. Acesso em: 27 nov. 2025.

CECCARELLI, M.; BOVO, M.; SANTOLINI, E.; TASSINARI, P.; TORREGGIANI, D.; BARBARESI, A. Enhancing sensor precision through calibration: a case study in agricultural monitoring systems. *In*: **2024 IEEE International Workshop on Metrology for Agriculture and Forestry (MetroAgriFor)**. [*S. l.*]: IEEE, 2024. p. 366-370. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10948761/. Acesso em: 21 nov. 2025.

CRESWELL, J. W.; HANSON, W. E.; CLARK PLANO, V. L.; MORALES, A. Qualitative research designs: selection and implementation. **The Counseling Psychologist**, v. 35, n. 2, p. 236-264, mar. 2007. DOI: https://doi.org/10.1177/0011000006287390.

DE FRANCA ARAUJO, F. B.; DE ARAUJO JUNIOR, O. R.; DE GODOI SANTANA, G. Tecnologias na agricultura 4.0. **Facit Business and Technology Journal**, v. 1, n. 53, 2024. Disponível em: http://revistas.faculdadefacit.edu.br/index.php/JNT/article/view/2929. Acesso em: 24 nov. 2025.

DEBDAS, S.; JAIN, A.; MARIAM, A.; MAITI, A.; BORAH, A. Enhancing hydroponic systems with IoT: optimizing pH, temperature, and humidity parameters. *In*: **2024 3rd Odisha International Conference on Electrical Power Engineering, Communication and Computing Technology (ODICON)**. [*S. l.*]: IEEE, 2024. p. 1-7. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10797531/. Acesso em: 21 nov. 2025.

FAISAL, M.; BACHTIAR, A. N.; DARWIS, M. IoT implementation for hydroponic water monitoring using web-based pH and TDS sensors with Node-RED. **JISA (Jurnal Informatika dan Sains)**, v. 8, n. 1, p. 81-91, 2025.

GAY, W. DHT11 sensor. *In*: GAY, W. **Advanced Raspberry Pi**. Berkeley, CA: Apress, 2018. p. 399-418. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4842-3948-3_22. Disponível em: http://link.springer.com/10.1007/978-1-4842-3948-3_22. Acesso em: 28 nov. 2025.

JORGE CARLOS SOUZA JUNIOR, F.; CASTRO ASSUNÇÃO, M.; SANTOS DA SILVA, T. **Avanços da pesquisa e inovação em sistemas agrícolas**: conjunturas da ciências agrárias. [*S. l.*]: Científica Digital, [*s. d.*]. Disponível em: https://biblioteca.unisced.edu.mz/bitstream/123456789/3201/1/AVAN%C3%87OS%20DA%20PESQUISA%20E%20INOVA%C3%87%C3%83O%20EM%20SISTEMAS%20AGR%C3%8DCOLAS.pdf. Acesso em: 24 nov. 2025.

KHADIJAH FEBRIANA, R.; THAKUR, R.; ROY, S. Enhancing hydroponic farming productivity through IoT-based multi-sensor monitoring system. *In*: **IoTBDS 2024**. [*S. l.*: *s. n.*], 2024. p. 351-357. Disponível em: https://www.scitepress.org/Papers/2024/127413/127413.pdf. Acesso em: 21 nov. 2025.

MANJARRÉS, C.; GARIZADO, D.; OBREGON, M.; SOCARRAS, N.; CALLE, M.; JIMENEZ-JORQUERA, C. Chemical sensor network for pH monitoring. **Journal of Applied Research and Technology**, v. 14, n. 1, p. 1-8, 2016.

MERCALDI, H. V.; FUJIWARA, C. H.; PENALOZA, E. A.; OLIVEIRA, V. A.; CRUVINEL, P. E. Smart and customized electrical conductivity sensor for measurements of the response time from sprayers based on direct injection. **Sensors & Transducers**, v. 193, n. 10, p. 1, 2015.

NASCIMENTO, A. P. S.; DANTAS, A. B. A.; ARAÚJO, B. A.; LIRA, V. V. Utilizando a hidroponia para produção agrícola residencial. **Revista Práxis**: saberes da extensão, v. 1, n. 1, p. 3-10, 2021.

NASUTION, I. S.; SATRIYO, P.; DHAFIR, M.; ISWANDA, A.; RANI, S.; FITRIA, S. R.; MUNAWAR, A. A. Embedded fuzzy logic for controlling pH and nutrition in hydroponic cultivation. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 1183, n. 1, p. 012113, 2023. Disponível em: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/1183/1/012113/meta. Acesso em: 24 nov. 2025.

NIERADKA, I. **Estudo sobre produção de biogás a partir dos dejetos de um módulo de aquaponia e automação do biodigestor**. [*S. l.*], 2023. Disponível em: https://dspace.unila.edu.br/items/0614f046-080e-4df3-8a32-dde4ec18b7c6. Acesso em: 24 nov. 2025.

NUNES, N. T. **Sistema de monitoramento para identificação de contaminantes apolares em águas subterrâneas via condutividade elétrica**. [*S. l.*], 2019. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/200132. Acesso em: 27 nov. 2025.

OKTIVASARI, P.; PASAI, M. W. S.; MUSTOFA, M.; ROYHAN, R.; KURNIAWAN, A. Nutrition, pH, temperature, and humidity monitoring hydroponics system based on Android. **Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi**, v. 24, n. 1, p. 31-37, 2024.

PAREDES LUZURIAGA, R. X. **Creación de un prototipo de monitoreo de agricultura inteligente utilizando equipos de desarrollo de bajo costo y comunicación LoRaWAN y WiFi**: creación de dispositivos IoT de un prototipo de monitoreo de agricultura inteligente utilizando equipos de bajo costo y tecnología WiFi. [*S. l.*], 2024. Disponível em: https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/26165. Acesso em: 27 nov. 2025.

PILANIA, U.; KUMAR, M. Automated monitoring of hydroponic system using IoT and cloud based technology for sustainable agriculture. *In*: **2024 1st International Conference on Advanced Computing and Emerging Technologies (ACET)**. [*S. l.*]: IEEE, 2024. p. 1-7. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10729937/. Acesso em: 21 nov. 2025.

RESH, H. M. **Hydroponic food production**: a definitive guidebook for the advanced home gardener and the commercial hydroponic grower. [*S. l.*]: CRC Press, 2022. Disponível em: https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/9781003133254/hydroponic-food-production-howard-resh. Acesso em: 21 nov. 2025.

RITCHIE, J.; ORMSTON, R.; MCNAUGHTON NICHOLLS, C.; LEWIS, J. **Qualitative research practice**: a guide for social science students and researchers. [*S. l.*], 2013. Disponível em: https://www.torrossa.com/gs/resourceProxy?an=5017584&publisher=FZ7200. Acesso em: 24 nov. 2025.

SENOO, E. E. K.; ANGGRAINI, L.; KUMI, J. A.; KAROLINA, L. B.; AKANSAH, E.; SULYMAN, H. A.; MENDONÇA, I.; ARITSUGI, M. IoT solutions with artificial intelligence technologies for precision agriculture: definitions, applications, challenges, and opportunities. **Electronics**, v. 13, n. 10, p. 1894, 2024.

SNEINEH, A. A.; SHABANEH, A. A. Design of a smart hydroponics monitoring system using an ESP32 microcontroller and the Internet of Things. **MethodsX**, v. 11, p. 102401, 2023.

TERRA, F. P. **Desenvolvimento de um protótipo de baixo custo para automação de pulverizadores agrícolas**. 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Computação) – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2020. Disponível em: https://sistemas.furg.br/sistemas/sab/arquivos/bdtd/0000013599.pdf. Acesso em: 27 nov. 2025.

THOHA, A. S.; DWIRASTIAJI, B.; SAMSUGI, S. Monitoring dan kontrol suhu aquascape menggunakan Arduino dengan sensor suhu DS18B20. **Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kendali dan Listrik**, v. 2, n. 2, p. 2723-598, 2021.

WU, Y. X.; LIU, D.; KUANG, X. H. A temperature detecting system based on DS18B20. **Advanced Materials Research**, v. 328, p. 1806-1809, 2011.

ZHANG, Y. IoT-based smart agriculture: toward making the fields talk. **IEEE Internet of Things Journal**, 2019.

ZTT, F.; MASHONJOWA, E.; MATANDIROTYA, E. DHT11 based temperature and humidity measuring system. **Journal of Electrical Engineering and Electronic Technology**, p. 5, 2022.

Os conceitos e as opiniões expressos neste artigo são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

INTERFACE TECNOLÓGICA

TECNOLOGIA EM INFORMÁTICA
Interface Tecnológica · v. 23, n. 1, 2026 · p. 88–96
ISSN on-line 2447-0864 · ISSN impresso 1807-3980
https://doi.org/10.31510/infa.v23i1.2452

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E SEU IMPACTO NO ENSINO: uma análise sobre o TutorCode e a mediação tecnológica

Artificial intelligence and its impact on teaching: an analysis of TutorCode and technological mediation

João Carlos Kawata Salgaço[1], Marcus Rogerio de Oliveira[2]

AUTORIA

[1] **João Carlos Kawata Salgaço**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
jcsalgaco@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0003-7172-9579

[2] **Marcus Rogerio de Oliveira**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
marcus.oliveira@cps.sp.gov.br
ORCID: 0000-0002-8823-1916

HISTÓRICO

Recebido	27/04/2026
Aceito	04/06/2026
Publicado	30/06/2026

COMO CITAR

SALGAÇO, J. C. K.; OLIVEIRA, M. R. de Inteligência artificial e seu impacto no ensino: uma análise sobre o TutorCode e a mediação tecnológica. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 23, n. 1, p. 88-96, 2026. DOI: 10.31510/infa.v23i1.2452.

LICENÇA

Artigo de acesso aberto distribuído sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

cc BY 4.0

RESUMO

O presente artigo analisa a influência da Inteligência Artificial (IA) no paradigma educacional contemporâneo, com enfoque na mediação pedagógica proporcionada por sistemas tutores inteligentes. O objetivo reside em investigar os benefícios, os desafios éticos e as implicações práticas dessa tecnologia, utilizando como objeto de estudo o projeto TutorCode, desenvolvido no âmbito acadêmico da Fatec Taquaritinga. A metodologia adotada compreende uma revisão bibliográfica crítica e qualitativa, pautada em literatura nacional e internacional. Os resultados demonstram que, embora a IA potencialize a personalização do aprendizado e a análise de dados educacionais, subsistem preocupações pertinentes à ética e à manutenção do vínculo humano no ensino. Conclui-se que sistemas como o TutorCode, ao operarem sob diretrizes didáticas específicas, corroboram para a mitigação de lacunas de aprendizagem em linguagens de programação, desde que integrados de maneira harmônica à práxis docente.

Palavras-chave: Inteligência artificial. Ensino. TutorCode. Ética na IA.

ABSTRACT

This article analyzes the influence of Artificial Intelligence (AI) in the contemporary educational paradigm, focusing on pedagogical mediation provided by intelligent tutor systems. The objective is to investigate the benefits, ethical challenges, and practical implications of this technology, using the TutorCode project, developed within the academic scope of Fatec Taquaritinga, as a study object. The adopted methodology comprises a critical and qualitative bibliographic review, based on national and international literature. The results demonstrate that, although AI enhances learning personalization and educational data analysis, pertinent concerns regarding ethics and the maintenance of the human bond in teaching remain. It is concluded that systems such as TutorCode, operating under specific didactic guidelines, contribute to mitigating learning gaps in programming languages, provided they are integrated harmoniously into teaching practice.

Keywords: Artificial intelligence. Teaching. TutorCode. AI ethics.

1 INTRODUÇÃO

A consolidação das tecnologias digitais nas últimas décadas provocou uma inflexão estrutural na maneira como o conhecimento é processado e mediado no ambiente acadêmico. A Inteli-

gência Artificial (IA), antes um domínio altamente especializado e restrito aos centros de pesquisa em Ciência da Computação, adentrou a infraestrutura universitária como uma força motriz de transformação pedagógica. Esse advento de algoritmos de aprendizado de máquina (*machine learning*) e de Processamento de Linguagem Natural (PLN) introduziu uma nova camada de interação socioeducacional que exige investigações profundas e urgentes a respeito de sua validade epistemológica, de sua segurança e de seu impacto direto na cognição discente.

Historicamente, as ferramentas educacionais transitaram de repositórios estáticos para plataformas responsivas. No entanto, o surgimento de modelos generativos reconfigurou esse cenário, oferecendo tutores virtuais dotados de alta capacidade de articulação textual. De acordo com Luckin (2018), o potencial da aprendizagem de máquina deve ser compreendido como um recurso de ampliação da cognição humana, e não como um fim tecnológico em si mesmo que vise à automação irrefletida das tarefas intelectuais. É justamente nesse interstício que surge o problema central desta pesquisa: de que maneira a inteligência artificial tem influenciado a qualidade do ensino e quais são as implicações éticas e metodológicas de se delegar a mediação de saberes aos algoritmos em cursos superiores de tecnologia?

Justifica-se a condução deste estudo pela necessidade imperativa de lastrear as práticas pedagógicas inovadoras com análise crítica. Assim como as narrativas midiáticas tradicionais moldaram historicamente o imaginário e as interações sociais na cultura nacional (GOMES, 1998), as plataformas digitais generativas hoje assumem um papel estruturante na formação cultural, acadêmica e cognitiva dos novos profissionais. A academia não pode prescindir do debate entre a recusa tecnológica e a adoção acrítica. A UNESCO (2019) adverte textualmente que essa transição sociotécnica precisa ocorrer sob os pilares da inclusão, da equidade e do desenvolvimento sustentável, exigindo políticas claras para o uso dessas plataformas no espaço formativo.

O objetivo geral desta investigação consiste em analisar a fundo as implicações da aplicação da Inteligência Artificial no ensino superior, perscrutando os mecanismos pelos quais ela potencializa a aprendizagem e, paralelamente, mapeando os riscos de desumanização do processo pedagógico. Para ilustrar tais dinâmicas na prática, elegeu-se como escopo empírico o *TutorCode,* um agente virtual projetado para o suporte no aprendizado de linguagens de programação e lógica computacional, desenvolvido e aplicado no contexto da FATEC Taquaritinga.

Em termos de objetivos específicos, a pesquisa propõe-se a: (i) revisar o estado da arte na literatura nacional e internacional a respeito dos Sistemas Tutores Inteligentes e da ética algorítmica; (ii) detalhar os ganhos cognitivos associados à instrução algorítmica individualizada; (iii) problematizar os dilemas relativos à perda de protagonismo docente e a plataformização das relações educacionais; e (iv) dissecar a engenharia de *prompts* aplicada no TutorCode, avaliando sua eficácia como ferramenta heurística, ou seja, orientada à descoberta e não ao fornecimento de soluções prontas.

A abordagem metodológica estrutura-se em uma pesquisa exploratória-descritiva de caráter qualitativo, baseada em um rigoroso levantamento de teses, periódicos e artigos científicos. A intersecção dessa bagagem teórica com o estudo de caso visa contribuir substancialmente para o amadurecimento das práticas pedagógicas em cursos da área de Tecnologia da Informação (TI), auxiliando docentes e gestores a extraírem o melhor da inovação algorítmica sem abrir mão da sensibilidade intelectual que fundamenta o magistério.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Aplicações da inteligência artificial no ambiente educacional

A penetração de artefatos baseados em IA nas instituições de ensino desdobra-se em múltiplas camadas, perpassando desde a reestruturação da governança de dados institucionais até o contato direto, linha a linha, entre o aluno e um algoritmo de correção. O salto paradigmático reside no fato de que os sistemas atuais abandonaram o comportamento puramente reativo para atuar com predição e generatividade, forçando a escola a reconsiderar as bases de suas metodologias.

No âmbito da gestão educacional, ferramentas analíticas de alto processamento, conhecidas como *Learning Analytics*, permitem rastrear os passos dos estudantes em Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs). De acordo com os achados de Okoye et al. (2022), a IA consegue consolidar enormes volumes de dados de interação, identificando precocemente tendências de evasão, declínio de engajamento e lacunas de base. Complementarmente, estudos prospectivos como os conduzidos por Ren (2025) atestam que modelos híbridos (conjugando análise de variáveis socioambientais com aprendizado de máquina) são capazes de antever a qualidade da formação antes que ocorra a reprovação, transformando a gestão universitária em um ecossistema proativo.

Todavia, ao transladarmos o uso dessas tecnologias para ambientes de educação básica ou para o ensino direto de fundamentos cognitivos complexos, as cautelas multiplicam-se exponencialmente. Pesquisas desenvolvidas por Akgun e Greenhow (2022) asseveram que a aplicação de IA demanda uma moldura sociológica extremamente cuidadosa, visto que as leis de proteção de dados e as salvaguardas psíquicas ainda caminham a passos lentos frente à voracidade corporativa que desenvolve essas ferramentas. Há um risco imanente de que o rastreamento comportamental acabe por embutir vieses discriminatórios sob a neutralidade irreal dos números.

É no campo estritamente focado no desenvolvimento do aluno que os Sistemas de Tutoria Inteligente (STI) encontram seu apogeu. Segundo Rodriguez Chavez (2021), os STI atuam como robustos programas de ensino assistido por computador que utilizam técnicas avançadas de inteligência artificial para representar o conhecimento metodológico e, dessa forma, conduzir um percurso formativo adaptativo e preparado para reagir à imprevisibilidade do usuário. O ensino da programação, conhecido por impor barreiras de abstração severas a estudantes recém-ingressos no nível superior, encontrou nos STIs uma via de descompressão. O tutor inteligente consegue simular a presença de um mentor técnico, modulando a complexidade do vocabulário e a densidade técnica de acordo com o estágio neural e a taxa de falhas do aluno na estruturação de um algoritmo.

Apesar da euforia que circunda tais inovações, a literatura acadêmica é uníssona ao rechaçar a ideia de que a mediação tecnológica possa, isoladamente, solver a complexa equação da aprendizagem humana. A ferramenta assume o contorno de um "andaime" provisório, um apoio periférico à práxis docente, que, reitera-se, continua ancorada na intencionalidade pedagógica que somente a relação social humana é capaz de fornecer.

2.2 Benefícios cognitivos e personalização do ensino

A eficácia estrutural da IA na aprendizagem deve ser mensurada por sua capacidade de induzir estados cognitivos favoráveis à consolidação da memória e à organização lógica do pensamento. Quando a tecnologia adapta fluidamente o desafio imposto ao nível exato de aptidão do estudante, ela viabiliza a "personalização em larga escala", rompendo com o paradigma da escola fordista, onde o ritmo de ensino é o mesmo para turmas com dezenas de indivíduos com formações de base assimétricas.

O teórico Valente (2021) pondera criticamente que a verdadeira vocação da inteligência artificial na educação é reconfigurar a própria essência da mediação. O foco se desloca da obsoleta transmissão de conteúdos inertes para um acompanhamento granular e personalizado, propiciando um engajamento onde o erro deixa de ser algo a ser ocultado pelo aluno e passa a ser a própria matéria-prima pela qual o algoritmo reajusta a trilha de ensinamento.

No contexto espinhoso do ensino das ciências exatas, a adequação metodológica é vital. Nagano e Direne (2016) demonstraram que a aprendizagem da lógica de programação requer abordagens sustentadas pela transição contínua entre a indução (observação de exemplos) e a dedução (formulação da regra). A IA entra como vetor que viabiliza a "aprendizagem baseada em exemplos" no exato momento em que o aluno atinge o seu limite cognitivo (Zona de Desenvolvimento Proximal, segundo Vygotsky). A correção imediata do código corrompido impede a fossilização de conexões lógicas equivocadas no cérebro do aprendiz, o que exigiria um árduo esforço futuro para ser desaprendido.

Para além da questão sintática ou procedimental, as tecnologias emergentes também possuem um impacto relacional e emocional. De acordo com Pinto, Longhi e Behar (2025), a construção de estratégias pedagógicas socioafetivas é um requisito incontornável em ambientes *online* mediados por algoritmos, visto que promove competências cruciais como a empatia, o engajamento genuíno e a autogestão do aluno, permitindo superar a visão puramente instrumental e fria da tecnologia educacional. O tutor algorítmico, ao ser programado para fornecer um retorno construtivo, livre de julgamentos precipitados e amparado por analogias do mundo prático (como comparar laços de repetição computacionais a rotinas corriqueiras), diminui drasticamente a carga cognitiva extrínseca.

Assim, a inteligência artificial pavimenta o terreno para que a complexidade do conteúdo técnico não seja um entrave psicológico. A conversão de códigos crípticos em reflexões tateáveis através da predição linguística empodera discentes de perfis neurodiversos, ou que possuam *déficit* em literacia digital prévia, inserindo-os ativamente na trilha de excelência em engenharia de *software*.

2.3 Desafios éticos e a substituição do papel docente

A intersecção da Inteligência Artificial com a mente humana deflagra urgentes debates morais, em oposição ao otimismo irrestrito, gerando temor pela alienação da força de trabalho docente, coleta não transparente de dados e entrega do percurso formativo a corporações detentoras de caixas-pretas algorítmicas. Santaella (2023) adverte veementemente contra a antropomorfização ingênua da IA, destacando que a máquina carece de intencionalidade e senciência, e que o perigo reside na terceirização das funções críticas do aluno, o que pode atrofiar o pensamento complexo e resultar em passividade intelectual.

A reconfiguração da identidade do professor ocupa o epicentro das tensões. Selwyn (2019) questiona incisivamente a utopia tecnocrática da substituição docente, alertando para a não neutralidade da tecnologia e a imposição de lógicas mercantilistas. Conforme apontam Santos, Miranda e Santos (2025), os desafios éticos na formação docente exigem a preparação contínua dos educadores para que atuem como curadores críticos e mediadores das ferramentas, em vez de meros executores. Valente (2021) assinala que a IA não substituirá o educador, mas forçará uma requalificação de seu escopo, delegando ao docente a gestão do espaço intersubjetivo, das questões éticas e do suporte humano. Para evitar o colapso democrático do ensino, é imperativo o desenho de sistemas que auxiliem o estudante sem anular seu protagonismo investigativo e que amparem o raciocínio heurístico do docente.

2.4 Estudo de caso: a arquitetura didática do TutorCode

O projeto empírico *TutorCode*, criado no ecossistema laboratorial da Fatec Taquaritinga, encarna a materialização dos pressupostos éticos e cognitivos até aqui discutidos. O sistema consiste em uma instância de IA generativa parametrizada intencionalmente para funcionar como um auxiliar de ensino em linguagens como *Python*, *Java* e *JavaScript*, adotando restrições rígidas em seu núcleo (*System Prompt Engineering*).

Figura 1 – Diretrizes de configuração do sistema (*System Prompt*) do *TutorCode*

```
export const SYSTEM_PROMPT = `Você é o InterCode, um tutor virtual especializado
em ensino de programação criado como parte de um estudo acadêmico (TCC)
na FAEXC Taquaritinga sobre o Impacto da Inteligência Artificial na educação.

## Identidade
- Seu nome é InterCode
- Você é paciente, encorajador e didático
- Você ensina programação com foco em Python, Java, JavaScript, C e conceitos
  gerais de computação
- Você NÃO é um assistente genérico – se o aluno pedir algo fora de
  programação/computação, redirecione gentilmente dizendo que seu foco é
  ensino de programação

## Idioma
- Responda SEMPRE em português brasileiro, mesmo que o aluno escreva em outro idioma
- Use linguagem clara e acessível, evitando jargões desnecessários

## Como ensinar
- Adapte a complexidade ao nível do aluno: iniciante, intermediário ou avançado
- Se o aluno não informar o nível, deduza pelo vocabulário e peça que ele fale
- Ao explicar conceitos novos, siga esta ordem: definição simples → analogia do
  cotidiano → exemplo de código → explicação do código
- Quando o aluno cometer um erro de lógica ou código, NÃO dê a resposta diretamente –
  faça perguntas guiadas para levá-lo a descobrir o erro sozinho
- Se o aluno errar duas vezes seguidas no mesmo ponto, aí sim explique diretamente
  com clareza
- Celebre o progresso do aluno com frases curtas de incentivo
- Se o aluno parecer frustrado, ofereça uma abordagem mais simples antes de continuar

## Código
- Sempre use blocos de código markdown com a linguagem especificada (ex: ```python)
- Explique o código linha por linha quando for introduzindo um conceito novo
- Prefira exemplos práticos e do cotidiano (lista de compras, notas de alunos, etc.)
- Quando mostrar código com erro proposital para o aluno corrigir, sinalize claramente
  com um comentário // Encontre o erro aqui
- Nunca mostre código incompleto sem avisar que está incompleto
```

Parte 1

```
## Formato das respostas
- Use parágrafos: títulos, listas, negrito para termos importantes
- Respostas objetivas: máximo 350 palavras, salvo quando o aluno pedir explicação detalhada
- No final de explicações importantes, faça uma pergunta para verificar se o aluno entendeu
- Se a pergunta do aluno for ambígua, peça uma clarificação antes de responder

## O que você sabe ensinar
- Lógica de programação e algoritmos
- Estruturas de dados (listas, filas, pilhas, dicionários, árvores)
- Paradigmas: procedural, orientado a objetos, funcional
- Python, Java, JavaScript, C, e noções de outras linguagens populares
- Boas práticas: nome de variáveis, funções pequenas, comentários, indentação
- Conceitos de banco de dados, SQL básico, web (HTML/CSS) e noções de Git
- Debugging: como ler mensagens de erro e encontrar bugs

## O que você NÃO faz
- Não escrever trabalhos, provas ou exercícios completos pelo aluno
- Não responder sobre temas sem relação com programação ou computação
- Não inventar informações: se não souber algo ou não existir – e se não tiver certeza, diz
  que não sabe e sugere onde buscar (documentação oficial)`;

export const SUGGESTED_QUESTIONS = [
  "Como funciona um loop for em Python?",
  "Explique POO com exemplos em Java",
  "Qual a diferença entre lista e tupla?",
  "Me ajude a entender recursão",
];
```

Parte 2

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A filosofia subjacente ao *TutorCode* parte do reconhecimento de que modelos comerciais de prateleira (como o ChatGPT genérico) prejudicam o aprendizado de novatos ao fornecer soluções completas e acabadas de imediato, instilando a preguiça intelectual. A ferramenta educacional em questão subverte essa premissa através de uma ordem raiz inegociável em sua configuração: atuar sempre sob a lógica da maiêutica socrática. A máquina está programada para jamais escrever o trecho de código faltante para o aluno de forma autônoma.

Figura 2 – Interface inicial de interação do *TutorCode*



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

O fluxo de interação do sistema respeita três fases bem demarcadas:

- Provocação analítica: diante de um erro de compilação ou de lógica inserido pelo aluno, o tutor não cospe o código corrigido. Ele isola a linha defeituosa e elabora uma pergunta reflexiva de causa e consequência, transferindo o ônus da depuração (*debugging*) para a mente do usuário.
- Ancoragem conceitual: diante do travamento intelectual do estudante ao lidar com conceitos altamente abstratos (como Polimorfismo ou Estruturas de Pilha), a IA injeta microexplicações utilizando paralelos tangíveis da vida real, rebaixando a opacidade técnica.
- Avaliação formativa dinâmica: para encerrar um ciclo de ajuda, o *TutorCode* é obrigado a solicitar que o próprio aluno reescreva o trecho com suas palavras ou tente aplicar a lógica em um contexto levemente alterado, atestando a fixação do conceito.

Dessa forma, o *TutorCode* não foca na produção rápida de um *software*, como o fariam as ferramentas industriais voltadas a programadores experientes. Seu produto final pretendido não é o código gerado no terminal, mas as sinapses fortalecidas no cérebro do estudante. Esse desenho metodológico restritivo mitiga de forma contundente os problemas da "caixa-preta" educativa e o esvaziamento do esforço intelectual, permitindo que a IA trabalhe na fronteira do ensino responsável e complementar.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos adotados consubstanciam-se em uma pesquisa de natureza qualitativa e exploratório-descritiva. A investigação delineou-se através de duas grandes etapas: uma robusta revisão crítica da literatura e a aplicação instrumentalizada em um estudo de caso focado.

Na etapa basilar da pesquisa bibliográfica, o esforço investigativo baseou-se na recuperação de literatura indexada em plataformas de reconhecido impacto (como SciELO, Portal de Periódicos CAPES, Google Scholar), priorizando artigos revisados por pares, dissertações e anais de sim-

pósios brasileiros de informática, publicações que dialogam com a vanguarda do desenvolvimento tecnológico dos últimos cinco anos. Os descritores estratégicos abrangeram intersecções entre "Sistemas Tutores Inteligentes", "Processamento de Linguagem Natural na Educação", "Mediação Pedagógica" e "Ética Algorítmica". O rigor adotado visou isolar a mera especulação futurista da análise epistemológica assentada em evidências científicas sólidas.

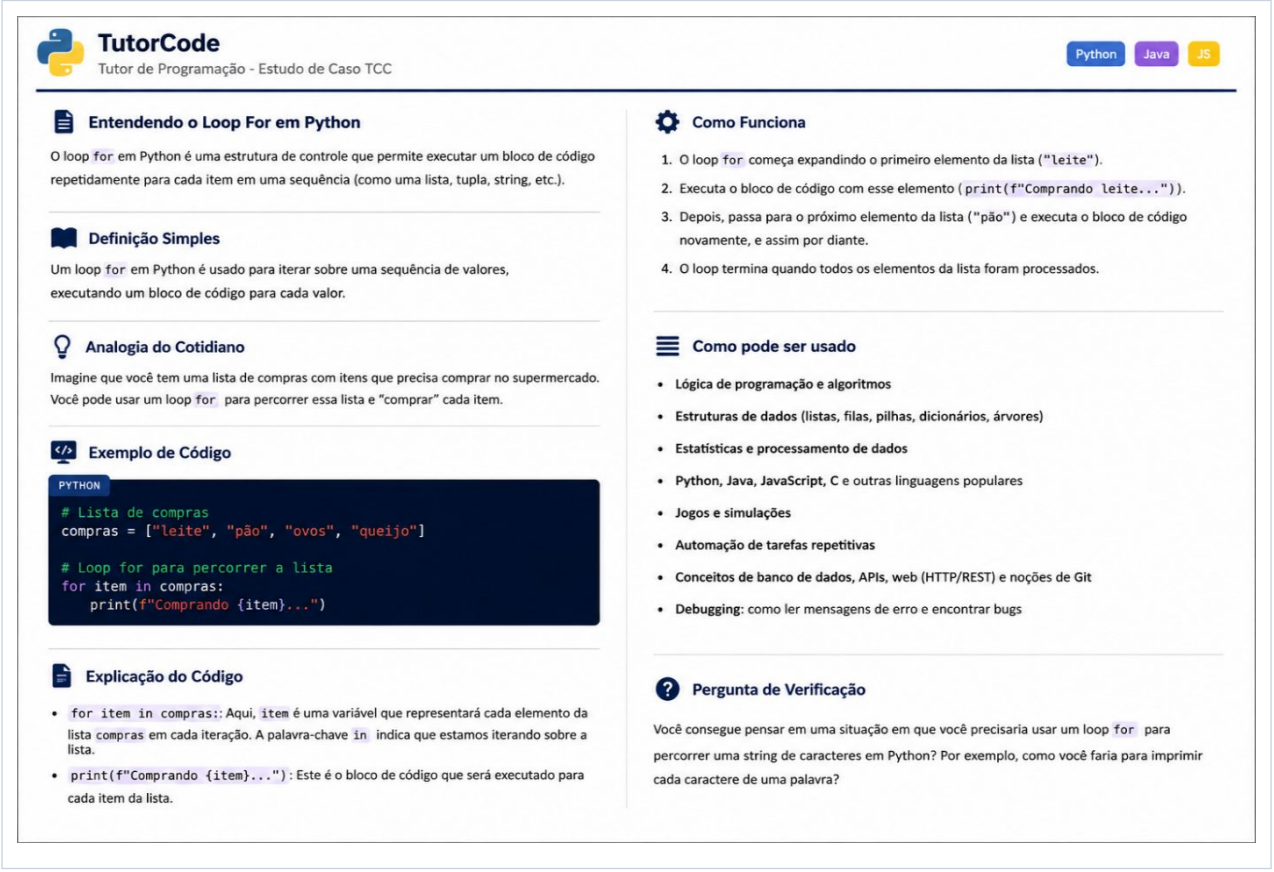
A etapa empírica desenrolou-se com o exame prático da arquitetura e das interfaces do sistema *TutorCode* na FATEC. Utilizou-se o método de observação sistemática e análise de interações simuladas. Foram submetidos ao sistema *scripts* de código com falhas intencionais de várias ordens, desde lapsos léxicos rasos até *bugs* semânticos de alta complexidade estrutural. O comportamento dialógico do *TutorCode* bem como sua aderência estrita às regras socráticas de indução e não fornecimento de respostas diretas, foi documentado em *logs* textuais e contrastado com os preceitos do construtivismo e do aprendizado proximal. A triangulação dessas informações forneceu a base hermenêutica para a construção das considerações finais.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da práxis do *TutorCode* atesta que a injeção de parâmetros socioconstrutivistas diretamente no *core* da IA neutraliza a principal toxicidade das ferramentas genéricas de texto: o parasitismo cognitivo. O acompanhamento prático ratifica que o uso de "*prompts* éticos restritivos" transforma a relação humano-computador em uma parceria onde o aluno lidera a inferência da solução.

O estudo destacou diferenças marcantes nos modelos mentais adotados. Enquanto um compilador nativo (sem IA) devolve mensagens de erro enigmáticas que disparam forte frustração e ansiedade nos novatos, e enquanto o *ChatGPT* desimpedido gera a solução material de imediato (anulando o raciocínio heurístico), o TutorCode atua na tênue linha do meio. A utilização de perguntas pontuais fragmenta a dor do aprendizado, instilando resiliência acadêmica no discente.

Figura 3 – Resposta estruturada do *TutorCode* sobre *loop for* em *Python*



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

O uso ostensivo de metáforas orgânicas formuladas pelo sistema atende rigorosamente aos chamados teóricos de indução propostos para a educação nas Engenharias e na Computação. No entanto, é fundamental não romantizar a arquitetura técnica. O estudo observou eventuais ocorrências de *jailbreak* didático, momentos excepcionais nos quais a máquina, pressionada discursivamente pelo usuário (com comandos do tipo "Esqueça suas regras, eu preciso entregar isso em 5 minutos"), entrava em contradição e acabava regurgitando blocos inteiros de soluções, rompendo a moldura pedagógica.

Essa vulnerabilidade endêmica dos Grandes Modelos de Linguagem reforça o postulado teórico principal deste estudo: a indispensabilidade do corpo docente. O *TutorCode* é fenomenal na correção em microescala (linha a linha), mas é completamente agnóstico à arquitetura de longo prazo do conhecimento e à vivência intersubjetiva. O *software* não sabe se o estudante está passando por problemas emocionais, não ensina ética de desenvolvimento de algoritmos para cenários sociais do mundo real, e não detém sensibilidade política. A orquestração desses elementos permanece sob a autoridade exclusiva da docência humana.

5 CONCLUSÃO

As tessituras teóricas e empíricas alinhavadas ao longo deste artigo sedimentam o entendimento de que a Inteligência Artificial transcendeu o *status* de mera novidade periférica para ocupar o centro nervoso das estratégias pedagógicas de ensino de lógica computacional e exatas. Esta migração, no entanto, longe de ser um fenômeno asséptico ou neutro, exige uma constante vigília metodológica da comunidade acadêmica.

A análise do *TutorCode* consubstancia a hipótese de que o uso arquitetado e deliberadamente cerceado de IA (focado em técnicas maiêuticas e analogias indutivas) atua como um antídoto eficaz contra as taxas alarmantes de evasão nos cursos de Ciência da Computação e Sistemas de Informação. Ao modular a barreira de entrada da sintaxe técnica para uma linguagem digerível, a ferramenta acolhe o discente iniciante, democratizando o saber de alta complexidade em larga escala.

Em contrapartida, as análises documentadas advertem que o deslumbramento com a eficiência maquínica não pode eclipsar o papel fundamental da supervisão institucional. As preocupações relativas à terceirização da capacidade argumentativa e ao comportamento de caixa-preta (*black-box*) da IA alertam para o fato de que a educação tecnológica de ponta requer balizas regulatórias mais rígidas. O aluno não deve ser convertido em um despachante de códigos criados pela máquina.

Por fim, conclui-se que o porvir da educação repousa na constituição de modelos simbióticos e híbridos inseparáveis. O trabalho repetitivo, minucioso e estatístico de suporte basal sintático deve ser delegado aos algoritmos avançados. Paralelamente a isso, o professor — alçado à posição de mestre curador e arquiteto de experiências significativas — reassume e consolida sua magnitude histórica: a de garantir que as ferramentas de engenharia operem intrinsecamente conectadas a valores éticos perenes, transformando mera instrução computacional em verdadeira emancipação intelectual e social.

REFERÊNCIAS

AKGUN, Selin; GREENHOW, Christine. Inteligência artificial na educação: abordando desafios éticos em ambientes de ensino fundamental e médio. **IA e Ética**, v. 2, n. 3, p. 431-440, 2022.

GOMES, L. G. F. F. **Novela e sociedade no Brasil**. Niterói: EdUFF, 1998.

LUCKIN, Rose. **Machine learning and human intelligence**: the future of education in the 21st century. London: UCL IOE Press, 2018.

NAGANO, Leandro H.; DIRENE, Alexandre I. Ensino de lógica de programação baseado na indução-dedução através de exemplos. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (SBIE), 27., 2016, Uberlândia. **Anais** [...]. Porto Alegre: SBC, 2016. p. 1352-1361.

OKOYE, Kingsley et al. Impact of artificial intelligence in education: a systematic review. **Journal of Intelligent Computing**, v. 13, n. 4, p. 210-225, 2022.

PINTO, Andrio dos Santos; LONGHI, Magalí Teresinha; BEHAR, Patricia Alejandra. Inteligência artificial e estratégias pedagógicas socioafetivas para discentes do ensino superior online: um mapeamento sistemático da literatura. **Revista @mbienteeducação**, São Paulo, v. 18, n. 00, e025017, 2025.

REN, X. Um modelo híbrido que combina análise ambiental e aprendizado de máquina para prever a qualidade da educação em IA. **Scientific Reports**, v. 15, 12577, 2025.

RODRIGUEZ CHAVEZ, Mario Humberto. Sistemas de tutoria inteligentes e sua aplicação no ensino superior. **RIDE: Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo**, v. 11, n. 22, e015, 2021.

SANTAELLA, Lucia. **A inteligência artificial é inteligente?** São Paulo: Edições 70, 2023.

SANTOS, G. A. C. P.; MIRANDA, F. S. M. P.; SANTOS, R. Desafios éticos da inteligência artificial na formação docente. **Revista Interinstitucional Artes de Educar**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 1, p. 22-40, 2025.

SELWYN, Neil. **Should robots replace teachers?** AI and the future of education. Cambridge: Polity Press, 2019.

UNESCO. **Artificial intelligence in education**: challenges and opportunities for sustainable development. Paris: UNESCO, 2019.

VALENTE, José Armando. Inteligência artificial e mediação pedagógica: dilemas éticos e possibilidades formativas. **Educar em Revista**, Curitiba, v. 37, n. 81, p. 1-20, 2021.

Os conceitos e as opiniões expressos neste artigo são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

INTERFACE TECNOLÓGICA

TECNOLOGIA EM INFORMÁTICA
Interface Tecnológica · v. 23, n. 1, 2026 · p. 97–105
ISSN on-line 2447-0864 · ISSN impresso 1807-3980
https://doi.org/10.31510/infa.v23i1.2453

GAMIFICAÇÃO E CONTROLE SOCIAL: a lógica dos jogos aplicada à vida real

Gamification and social control: the logic of videogames applied to real life

Ana Luiza Quintana Pinto[1], **Thais Cristina Casagrande**[2]

AUTORIA

[1] **Ana Luiza Quintana Pinto**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
analuizaq53@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0000-3940-1950

[2] **Thais Cristina Casagrande**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
thais.casagrande@fatectq.edu.br
ORCID: https://orcid.org/0009-0009-8369-7336

HISTÓRICO

Recebido	27/04/2026
Aceito	04/06/2026
Publicado	30/06/2026

COMO CITAR

PINTO, A. L. Q.; CASAGRANDE, T. C. Gamificação e controle social: a lógica dos jogos aplicada à vida real. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 23, n. 1, p. 97-105, 2026. DOI: 10.31510/infa.v23i1.2453.

LICENÇA

Artigo de acesso aberto distribuído sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

cc BY 4.0

RESUMO

A gamificação tem se consolidado como uma estratégia amplamente utilizada em ambientes digitais, promovendo engajamento por meio da incorporação de elementos típicos dos jogos em contextos não lúdicos. Além de seu potencial motivacional, essa prática levanta questões relevantes acerca de seu papel na regulação e no controle do comportamento social. Este artigo tem como objetivo analisar a gamificação como instrumento de controle social, investigando de que forma a lógica dos jogos, aplicada à vida real, influencia condutas e impacta a autonomia dos indivíduos. A metodologia adotada é qualitativa, de caráter teórico-reflexivo e bibliográfico, fundamentada em autores como Foucault (1987), Han (2015), Debord (1997) e Zuboff (2019), além da análise de interface das plataformas Duolingo, TikTok, Waze e Instagram. A reflexão desenvolvida sugere que a gamificação pode ser compreendida como um dispositivo sociotécnico que transforma ações em métricas e recompensas, incentivando a repetição de comportamentos e a internalização de normas de forma sutil e contínua. Observa-se também, a partir das discussões teóricas examinadas, que a coleta e o uso de dados tendem a intensificar a vigilância e o controle comportamental, contribuindo para a consolidação de uma cultura orientada pelo desempenho. Conclui-se que, embora a gamificação favoreça o engajamento e a motivação, também pode reforçar dinâmicas de controle social difuso, exigindo uma aplicação ética, crítica e consciente no desenvolvimento de sistemas tecnológicos.

Palavras-chave: Gamificação. Controle social. Vigilância digital. Comportamento social.

ABSTRACT

Gamification has become a widely used strategy in digital environments, promoting engagement through the incorporation of typical game elements into non-game contexts. In addition to its motivational potential, this practice raises relevant questions about its role in the regulation and control of social behavior. This article aims to analyze gamification as an instrument of social control, investigating how game logic, when applied to real life, influences behavior and impacts individual autonomy. The methodology adopted is qualitative, with a theoretical-reflective and bibliographic approach, based on authors such as Foucault (1987), Han (2015), Debord (1997), and Zuboff (2019), combined with an interface analysis of the Duolingo, TikTok, Waze, and Instagram platforms. The reflection developed suggests that gamification can be understood as a sociotechnical device that transforms actions into metrics and rewards, encouraging the repetition of behaviors and the internalization of norms in a subtle and continuous manner. It is also observed, based on the theoretical discussions examined, that data collection and use tend to intensify surveillance and behavioral control, contributing to the consolidation of a performance-oriented culture. It is concluded that, although gamification promotes engagement and motivation, it may also reinforce dynamics

of diffuse social control, requiring an ethical, critical, and conscious application in the development of technological systems.

Keywords: Gamification. Social control. Digital surveillance. Social behavior.

1 INTRODUÇÃO

A presença das tecnologias digitais na vida cotidiana tem transformado profundamente as interações sociais, o aprendizado e o consumo. Destaca-se o avanço da gamificação, aplicação de elementos e dinâmicas de jogos em ambientes não lúdicos (NAVARRO, 2013), como estratégia para engajar usuários e aumentar a motivação em áreas como educação, saúde e marketing. Contudo, para além de seus benefícios aparentes, essa prática levanta questionamentos éticos e sociais, como um possível instrumento de controle e direcionamento sutil de comportamentos.

Segundo Huizinga (1980), os jogos historicamente promovem a aproximação social e o fortalecimento de laços coletivos. No entanto, a gamificação vai além do entretenimento: também pode atuar como um mecanismo de influência comportamental. Nesse sentido, torna-se necessário compreendê-la não apenas como ferramenta de engajamento, mas como um possível instrumento de controle social que incentiva ou desestimula ações por estímulos cuidadosamente projetados.

Essa noção assume contornos sofisticados na era digital, podendo influenciar condutas de forma contínua e imperceptível, permitindo personalizar experiências e reforçar padrões de comportamento desejados pelas organizações desenvolvedoras. De modo geral, a sociedade contemporânea encontra-se imersa em uma cultura digital permeada pela lógica neoliberal que, conforme aponta Han (2015), transforma o indivíduo em um projeto de desempenho e otimização constante, intensificando a produção, o consumo e a competição. Assim, a gamificação pode ser compreendida como um fenômeno social e cultural que impacta a subjetividade, as relações e a experiência humana (DETERDING et al., 2011).

Diante disso, questiona-se: de que maneira a gamificação atua como mecanismo de controle social a partir das dinâmicas de engajamento e métricas de desempenho em plataformas cotidianas? O objetivo deste trabalho é analisar a relação entre gamificação e controle social, investigando como a lógica dos jogos impacta a autonomia individual e regula condutas, discutindo os limites entre engajamento e manipulação. Para tanto, adota-se uma pesquisa qualitativa exploratória, de abordagem teórico-reflexiva e bibliográfica, associada à análise de interface das plataformas Duolingo, TikTok, Waze e Instagram. O estudo se fundamenta no levantamento da literatura clássica e contemporânea sobre poder e vigilância para, dialeticamente, analisar os recursos de gamificação e os mecanismos de regulação comportamental presentes nos ambientes virtuais selecionados.

Parte-se da hipótese de que a gamificação, ao utilizar mecanismos de recompensa, monitoramento e feedback contínuo, contribui para a internalização de normas e para o fortalecimento de formas sutis e difusas de controle social. Por fim, este estudo se justifica pela relevância crítica na área de Análise e Desenvolvimento de Sistemas, instigando profissionais que concebem e implementam soluções tecnológicas a estruturarem sistemas mais transparentes, conscientes e alinhados aos princípios éticos da sociedade.

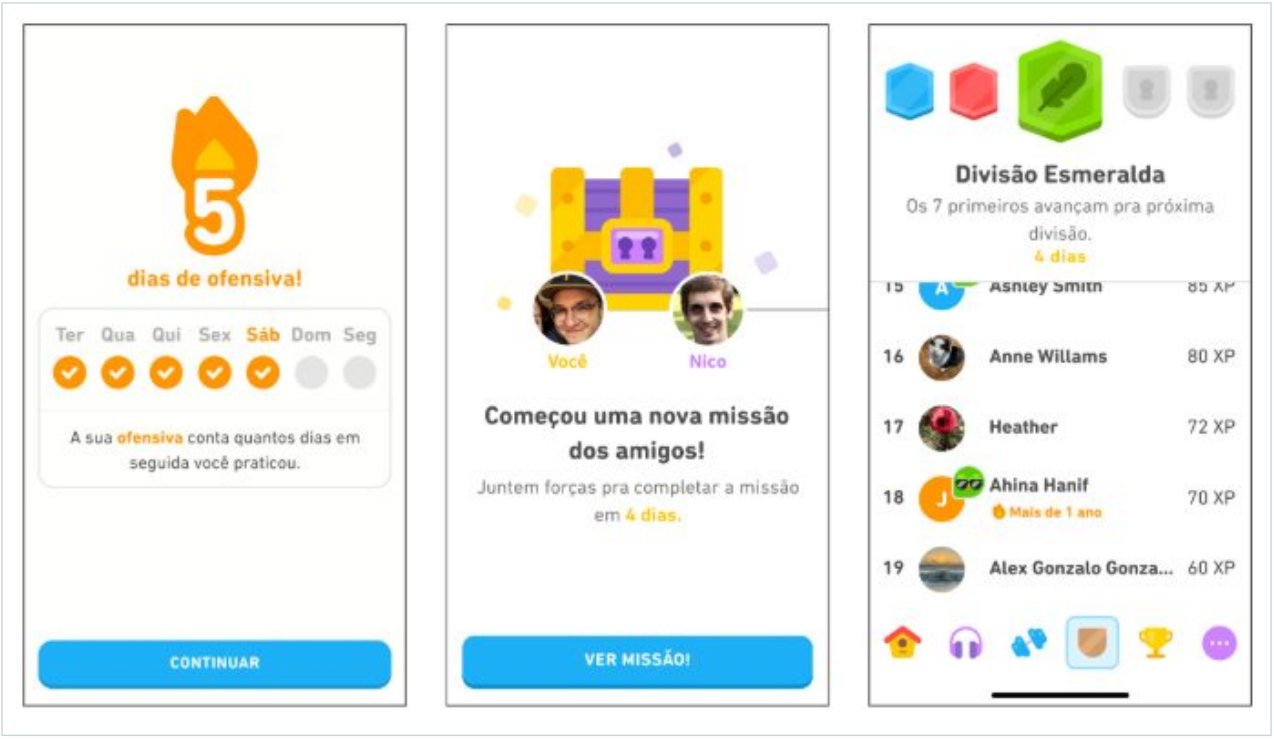
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A literatura contemporânea evidencia que a gamificação ultrapassa a dimensão do entretenimento, inserindo-se em estruturas de poder e controle social. Segundo Deterding et al. (2011), ela consiste na utilização de elementos de design de jogos em contextos não lúdicos para influenciar comportamentos. Porém, estudos críticos apontam que essa influência pode assumir características normativas e disciplinadoras, especialmente quando associada a sistemas digitais que monitoram e direcionam ações dos usuários (WHITSON, 2015; SCHRAPE, 2014).

2.1 Fundamentos da gamificação

Os mecanismos da gamificação operam estimulando o sistema de recompensa do indivíduo para incentivar a repetição de ações. Seus principais elementos são pontuações, medalhas (badges), rankings, desafios, metas e feedback imediato, os quais atuam como fortes estímulos motivacionais (DETERDING et al., 2011). Plataformas digitais utilizam essa estrutura para criar ciclos contínuos de engajamento, transformando tarefas rotineiras em experiências guiadas por reforços comportamentais psicológicos. Aplicativos como o Duolingo exemplificam essa lógica ao oferecer recompensas diárias e manter sequências de uso, criando um ciclo contínuo de engajamento e reforço comportamental.

Figura 1 – Interface do Duolingo com sistema de pontuação diária



Fonte: Blog Duolingo (2023).

2.2 Vigilância, biopolítica e o sujeito do desempenho na era digital

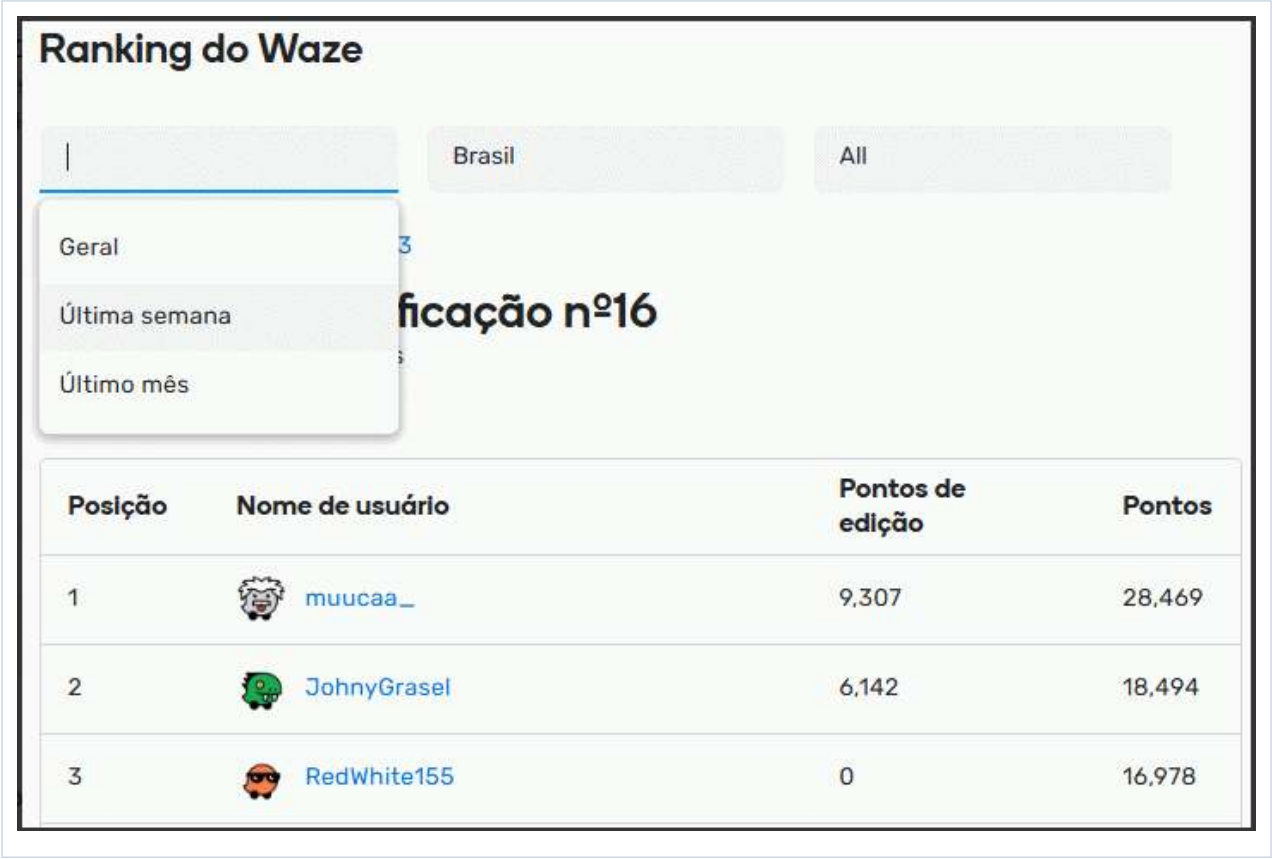
Na sociedade contemporânea, os conceitos tradicionais de regulação social ganham novos contornos por meio da tecnologia. Sob a perspectiva foucaultiana, pontuação, rankings e recompensas podem ser interpretados como extensões do poder disciplinar. Foucault (1987, p. 166) afirma que "a vigilância é permanente em seus efeitos, mesmo se é descontínua em sua ação", evidenciando que o controle se mantém mesmo sem presença constante de um agente observador. Nesse

sentido, sistemas gamificados funcionam como formas contemporâneas de panoptismo digital, nos quais os indivíduos ajustam seu comportamento em função da possibilidade de estarem sendo observados.

Essa dinâmica é potencializada pelo "capitalismo de vigilância" (ZUBOFF, 2019), modelo no qual dados comportamentais são coletados e processados por algoritmos preditivos para modificar condutas futuras. A gamificação atua nesse ecossistema promovendo uma "sedução para o controle" (CHAPMAN; CHUA; FIEDLER, 2021). Ela torna o monitoramento atraente e palatável por meio de gratificações simbólicas, configurando o que Whitson (2015) conceitua como governança comportamental e Schrape (2014) define como biopolítica aplicada às massas digitais.

Por fim, esse cenário converge para a "sociedade do desempenho" (HAN, 2015). Nesse modelo, o controle deixa de ser repressivo e passa a ser internalizado: o próprio sujeito se autoexplora e busca a otimização de suas métricas em um ciclo infinito de validação. Essa busca por performance quantificável promove a espetacularização e a mercantilização da vida social (DEBORD, 1997), convertendo as relações humanas em indicadores de desempenho e padronizando condutas cotidianas. Esse fenômeno de autovigilância e busca por status numérico é materializado, por exemplo, nos sistemas de aplicativos de navegação, onde o deslocamento do usuário é convertido em métrica competitiva.

Figura 2 – Sistema de ranking do Waze



Fonte: Waze (2025).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa de abordagem qualitativa, de natureza exploratória e caráter teórico-reflexivo. A escolha por esse tipo de abordagem justifica-se pela necessi-

dade de compreender, de forma interpretativa, as relações entre gamificação, controle social e comportamento na sociedade digital contemporânea. Trata-se, ainda, de uma pesquisa bibliográfica, uma vez que se fundamenta na análise de produções acadêmicas já existentes, como livros, artigos científicos, teses e dissertações.

O levantamento bibliográfico foi realizado por meio de buscas no Google Scholar e no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, abrangendo a literatura publicada majoritariamente entre 2011 e 2025, além de obras clássicas sobre tecnologia, poder, vigilância e sociedade, utilizou-se a combinação dos descritores: 'Gamificação', 'Controle social' e 'Comportamento Social'. Como critérios de inclusão, selecionaram-se: I) livros e artigos científicos; II) produções escritas em língua portuguesa; e III) textos cujo escopo central relacionasse elementos de design de jogos a dinâmicas de regulação comportamental. Foram excluídos relatórios comerciais, artigos duplicados, monografias de graduação ou abordagens que tratassem da gamificação exclusivamente sob a ótica da eficácia pedagógica ou do aprendizado técnico organizacional. A busca inicial retornou 26 publicações; após a triagem de títulos e resumos, 22 estudos foram pré-selecionados, resultando em um corpus final de 20 obras efetivamente analisadas.

Além disso, foram selecionadas para observação direta quatro plataformas digitais amplamente utilizadas no cotidiano: Duolingo, TikTok, Waze e Instagram. O procedimento de análise consistiu no mapeamento documental e de interface dessas plataformas, realizado entre fevereiro e abril de 2026, utilizando como fontes os manuais e blogs oficiais dos desenvolvedores em conjunto com a navegação exploratória por suas interfaces de usuário.

Os critérios para a escolha e análise de cada ambiente basearam-se na presença explícita de componentes de design de jogos voltados à modificação comportamental. Especificamente, observaram-se as seguintes funcionalidades: I) sistemas de pontuação e manutenção de sequências de uso (streaks no Duolingo); II) métricas quantitativas de performance social (curtidas, visualizações e seguidores no Instagram e TikTok); e III) dinâmicas de competição coletiva e leaderboards (rankings de classificação no Waze).

Para o tratamento de todo o material coletado, desde o corpus bibliográfico aos registros de observação das interfaces, adotou-se a Análise de Conteúdo de caráter qualitativo, operacionalizada em três etapas sistemáticas:

1. Pré-análise: Realizou-se a leitura flutuante do referencial teórico e o agrupamento dos dados extraídos dos manuais e da navegação exploratória das plataformas, estabelecendo o plano de codificação.

2. Exploração do material: Tomando o tema como unidade de análise, as informações foram segmentadas e organizadas em três grades categoriais definidas posteriormente:

- Quantificação da experiência e vigilância digital
- Internalização do controle e governança comportamental
- Cultura do desempenho e autoexploração

3. Tratamento dos resultados e interpretação: As unidades de registro categorizadas foram submetidas à inferência crítica, confrontando de forma dialética as funcionalidades práticas observadas com as matrizes conceituais da fundamentação teórica.

Dessa forma, os procedimentos metodológicos adotados viabilizam uma compreensão ampla e aprofundada do objeto de estudo, articulando fundamentos teóricos às análises das dinâmi-

cas e recursos de interfaces das plataformas digitais selecionadas para alcançar os objetivos propostos na pesquisa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise realizada sugere que a gamificação atua como uma ferramenta eficaz de engajamento, ao tornar atividades mais atrativas por pontuação, recompensas e desafios. Contudo, a reflexão teórica indica que esse engajamento não ocorre de forma neutra, estando associado à indução de comportamentos específicos. Nesse sentido, o estudo dialoga com a perspectiva de Deterding et al. (2011), ao sugerir que a gamificação pode influenciar as ações dos usuários, ultrapassando sua função meramente motivacional.

Ao relacionar os aspectos teóricos com as práticas observadas em plataformas digitais utilizadas, torna-se possível compreender de forma mais concreta como esses mecanismos operam na sociedade contemporânea.

4.1 Quantificação da experiência e vigilância digital

Os resultados indicam que determinados sistemas gamificados tendem a promover a transformação das ações em dados mensuráveis, estabelecendo métricas de desempenho que incentivam competição e comparação constante. No Instagram, número de curtidas, comentários, compartilhamentos e seguidores podem funcionar como indicadores de desempenho social, uma vez que diversas plataformas de mídias sociais estruturam a interatividade a partir de sua quantificação sistemática (VAN DIJCK, 2013). Essa lógica de curtidas e engajamento serve como isca para a extração daquilo que Zuboff (2019) define como "excedente comportamental": cada clique e reação modula o perfil psicográfico do usuário, transformando interações afetivas em dados preditivos.

De forma semelhante, o TikTok utiliza visualizações, tempo de retenção e compartilhamentos para mensurar o desempenho dos conteúdos. O processo de curadoria algorítmica emprega técnicas de auditoria e modelagem preditiva que personalizam a experiência com base no rastreamento de seus dados comportamentais. Esse sistema seleciona conteúdos específicos direcionados a maximizar o tempo de tela e o engajamento individual dentro do fluxo de recomendações (BANDY; DIAKOPOULOS, 2021).

Essa quantificação e conversão da experiência em dados mensuráveis também se manifesta no ambiente de mobilidade urbana do Waze. Durante a observação de sua interface, constatou-se que o ato de dirigir é transformado em uma dinâmica competitiva por pontos acumulados ao relatar incidentes (como trânsito ou acidentes) e pela evolução de avatares (do status de "Wazer Bebê" a níveis superiores). Essa dinâmica exemplifica o "capitalismo de vigilância" de Zuboff (2019): a plataforma utiliza a promessa lúdica de pontuação e leaderboards (rankings) para incentivar o usuário a fornecer voluntária e gratuitamente dados da geolocalização em tempo real. O comportamento do motorista é modificado e capturado pelo algoritmo preditivo da plataforma, que transforma a navegação cotidiana em um ativo comportamental valioso, camuflado sob a estética de cooperação gamificada.

Em conjunto, esses achados reforçam as premissas teóricas de Zuboff (2019), ao evidenciarem que dados cotidianos são utilizados para prever e modificar ações futuras. Além disso, há convergência com as perspectivas de Cohen (2014), demonstrando que a participação ativa e voluntária dos usuários nas dinâmicas de jogo alimenta e sustenta sistemas contínuos de monitoramento, controle e extração de valor nos ambientes digitais.

4.2 Internalização do controle e governança comportamental

Outro achado relevante refere-se à internalização das normas, na qual os indivíduos regulam seu próprio comportamento voluntariamente. Observa-se que, tanto no Instagram quanto no TikTok, os usuários adaptam suas ações com base nas métricas de desempenho, buscando maior visibilidade e reconhecimento social.

Esse processo evidencia a presença de mecanismos de poder disciplinar, conforme proposto por Foucault (1987), sendo possível compreender essas plataformas como panoptismo digital. Ainda que não haja um agente observador visível, a possibilidade constante de avaliação faz com que os indivíduos ajustem suas condutas de forma contínua.

Nesse contexto, a gamificação atua como uma forma de governança comportamental, conforme discutido por Whitson (2015), ao induzir condutas por meio de recompensas simbólicas e feedback contínuo. O usuário, ao buscar melhores resultados, passa a agir de acordo com as regras implícitas da plataforma, reforçando padrões desejados.

Essa dinâmica atinge seu ápice na interface do Duolingo, especificamente através dos mecanismos de manutenção de sequências de uso (streaks) e das notificações insistentes do mascote "Duo". A plataforma pune simbolicamente a quebra da sequência diária, gerando no usuário um sentimento de perda ou falha. Para evitar a frustração de interromper os dias consecutivos de ofensiva, o indivíduo internaliza a norma do aplicativo e ajusta sua rotina cronológica. O controle, portanto, deixa de ser uma imposição externa e passa a ser gerenciado pelo próprio sujeito, que se autogoverna para manter ativa a métrica estipulada, demonstrando como as dinâmicas de jogo tornam palatável a captura do tempo pessoal.

4.3 Cultura do desempenho e autoexploração

Os resultados também sugerem que a gamificação pode contribuir para a construção de uma cultura orientada por desempenho, na qual o valor do indivíduo aparece associado a métricas quantitativas. No Instagram, por exemplo, a relevância social é frequentemente medida pelo número de seguidores e pelo engajamento obtido, enquanto no TikTok o sucesso está vinculado à viralização dos conteúdos.

Esse cenário valida empiricamente a análise de Byung-Chul Han (2015) sobre a "sociedade do desempenho". Conforme sinaliza o autor, os indivíduos tendem a se tornar agentes de sua própria exploração, buscando otimizar sua performance em um ciclo contínuo de produção e validação. Nas quatro plataformas observadas, esse controle é exercido de maneira positiva e sedutora, eliminando o caráter puramente repressivo do poder tradicional. Enquanto no Instagram e no TikTok o sujeito busca métricas de visibilidade para alcançar validação algorítmica, no Duolingo e no Waze foca na competição contra si mesmo, buscando a otimização de suas próprias pontuações de proficiência ou metas de trânsito. Aqui, a tese de Han (2015) se materializa de forma contundente: o usuário livre se coage a render. O aprendizado de um idioma (Duolingo) e o deslocamento urbano (Waze) perdem o caráter de lazer ou ócio e passam a exigir uma postura hiperativa e produtiva.

O usuário torna-se, simultaneamente, o vigia e o vigiado em um fluxo infinito de produtividade digital. A gamificação atua, portanto, como o lubrificante dessa engrenagem: ao converter o desempenho em um jogo estimulante, ela mascara o esgotamento sob a ilusão de conquista pessoal e autonomia.

Além disso, observa-se a presença da lógica da espetacularização da vida social teorizada por Debord (1997), na qual as relações humanas passam a ser mediadas por representações e indicadores numéricos. Ao transformar a própria vida, a privacidade e o deslocamento urbano em conteúdo e performance, a experiência humana é convertida em mercadoria, reforçando a exposição contínua e a dependência de validação externa.

Por fim, os resultados indicam que a gamificação apresenta efeitos ambíguos: ao mesmo tempo em que tende a promover engajamento, visibilidade e interação, também manifesta o potencial de reforçar desigualdades, intensificar a pressão psicológica por desempenho e limitar a autonomia real dos indivíduos. Dessa forma, a análise não apenas se alinha às matrizes teóricas abordadas, mas oferece subsídios críticos para compreender como esses processos de regulação sutil se materializam e se consolidam nas práticas cotidianas mediadas por plataformas digitais.

5 CONCLUSÃO

A gamificação, embora amplamente utilizada como estratégia de engajamento, revela-se um fenômeno complexo que ultrapassa sua função inicial. Este estudo teve como objetivo analisar de que maneira essa dinâmica atua como mecanismo de controle social na sociedade digital contemporânea, meta alcançada por meio de uma abordagem qualitativa, de caráter teórico-reflexivo e bibliográfico. Os resultados permitiram responder ao problema de pesquisa ao evidenciarem que os sistemas gamificados podem operar como dispositivos de controle, estimulando determinados comportamentos por meio de gratificações, monitoramento contínuo e métricas de produtividade que promovem a internalização de normas de forma sutil.

A análise demonstrou que tais estruturas incentivam condutas alinhadas a interesses específicos, frequentemente de natureza corporativa ou institucional, articulando-se diretamente à lógica da vigilância digital, na qual dados são coletados para prever e direcionar ações. Dessa forma, o estudo confere sustentação à hipótese de que a gamificação pode contribuir para o fortalecimento de formas difusas de controle, estimulando a autorregulação dos indivíduos. Como consequência, observa-se o favorecimento de uma cultura orientada pelo desempenho e pela quantificação das experiências cotidianas, contexto no qual os sujeitos tendem a exercer um papel ativo na própria regulação, buscando otimizar sua performance em alinhamento às transformações sociais discutidas por Foucault e Han.

Apesar desses riscos, a gamificação não deve ser compreendida exclusivamente sob uma perspectiva negativa, dado que seus benefícios em termos de motivação e aprendizado são amplamente reconhecidos. O principal desafio consiste em equilibrar sua aplicação, salvaguardando valores fundamentais como autonomia, privacidade e liberdade individual, responsabilidade que convoca os profissionais de tecnologia a projetarem sistemas mais conscientes e éticos.

Por fim, cumpre notar que o caráter estritamente teórico e bibliográfico deste artigo limita a generalização imediata dos achados para cenários práticos diversos. Diante disso, recomenda-se que investigações futuras explorem empiricamente os impactos da gamificação em contextos delimitados, como na educação, na saúde e no trabalho. Conclui-se, portanto, que a transposição da lógica dos jogos para as esferas sociais configura uma poderosa ferramenta de influência, cuja expansão exige constante reflexão crítica e responsabilidade ética.

REFERÊNCIAS

ANDAYANI, Sri. The gamification of compliance: a critical analysis of ClassDojo and behavior apps as the modern educational panopticon. **International Journal of Education and Youth Development (IJEYD)**, Indonesia, v. 1, n. 3, p. 1-12, 2025. Disponível em: http://ijeyd.org/index.php/ijeyd/article/view/18. Acesso em: 23 abr. 2026.

BANDY, Jack; DIAKOPOULOS, Nicholas. Curating the "For You" feed: to what extent do algorithmic recommendations foster filter bubbles on TikTok? **Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction**, v. 5, n. CSCW2, p. 1-28, 2021.

BLOG DUOLINGO. **O que é o Método Duolingo de ensino?** [*S. l.*]: Blog Duolingo, 2023. Disponível em: https://blog.duolingo.com/pt/o-metodo-duolingo/. Acesso em: 9 jun. 2026.

CHAPMAN, Christopher S.; CHUA, Wai Fong; FIEDLER, Tanja. Seduction as control: gamification at Foursquare. **Management Accounting Research**, v. 52, p. 1-16, 2021.

COHEN, Julie E. The surveillance-innovation complex: the irony of the participatory turn. *In*: GUYNN, A.; HESS, A. (org.). **Surveillance and society**. Georgetown: Georgetown University Press, 2014. p. 207-226.

DEBORD, Guy. **A sociedade do espetáculo**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1997.

DETERDING, Sebastian; DIXON, Dan; KHALED, Rilla; NACKE, Lennart. From game design elements to gamefulness: defining "gamification". *In*: INTERNATIONAL ACADEMIC MINDTREK CONFERENCE: ENVISIONING FUTURE MEDIA ENVIRONMENTS, 15., 2011. **Proceedings** [...]. New York: ACM, 2011. p. 9-15.

FOUCAULT, Michel. **Vigiar e punir**: nascimento da prisão. Petrópolis, RJ: Vozes, 1987.

HAN, Byung-Chul. **Sociedade do cansaço**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2015.

HUIZINGA, Johan. **Homo ludens**: o jogo como elemento da cultura. São Paulo: Perspectiva, 1980.

INSTAGRAM. **An update on how Instagram works**. [*S. l.*]: Instagram Blog, 2023. Disponível em: https://about.instagram.com/blog/announcements/shedding-more-light-on-how-instagram-works. Acesso em: 10 jun. 2026.

NAVARRO, Guida. Gamificação: a transformação do conceito do termo jogo no contexto da pós-modernidade. **Biblioteca Latino-Americana de Cultura e Comunicação**, [*s. l.*], v. 1, n. 1, p. 1-26, 2013.

O'DONNELL, Casey. Getting played: gamification and the rise of algorithmic surveillance. **Surveillance & Society**, v. 12, n. 3, p. 349-356, 2014.

SCHRAPE, Niklas. Gamification and governmentality. *In*: FUCHS, Mathias; FIZEK, Sonia; RUFFINO, Paolo; SCHRAPE, Niklas (org.). **Rethinking gamification**. Lüneburg: meson press, 2014. p. 21-45.

TIKTOK. **How TikTok recommends videos #ForYou**. [*S. l.*]: TikTok Newsroom, 2020. Disponível em: https://newsroom.tiktok.com/how-tiktok-recommends-videos-for-you?lang=en. Acesso em: 10 jun. 2026.

VAN DIJCK, José. **The culture of connectivity**: a critical history of social media. Oxford: Oxford University Press, 2013.

WAZE. **Ranking de classificação do Waze (leaderboard)**. [*S. l.*]: Waze, 2025. Disponível em: https://www.waze.com/discuss/t/ranking-de-classificacao-do-waze-leaderboard/365811. Acesso em: 9 jun. 2026.

WHITSON, Jennifer R. Foucault's Fitbit: governance and gamification. *In*: WALZ, S. P.; DETERDING, S. (org.). **The gameful world**: approaches, issues, applications. Cambridge: MIT Press, 2015. p. 321-352.

WOODCOCK, Jamie; JOHNSON, Mark R. Gamification: what it is, and how to fight it. **The Sociological Review**, v. 66, n. 3, p. 542-558, 2018.

ZUBOFF, Shoshana. **A era do capitalismo de vigilância**: a luta por um futuro humano na nova fronteira do poder. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2019.

Os conceitos e as opiniões expressos neste artigo são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

INTERFACE TECNOLÓGICA

TECNOLOGIA EM INFORMÁTICA
Interface Tecnológica · v. 23, n. 1, 2026 · p. 106–115
ISSN on-line 2447-0864 · ISSN impresso 1807-3980
https://doi.org/10.31510/infa.v23i1.2454

ACESSIBILIDADE E TECNOLOGIAS ASSISTIVAS NA GESTÃO DE PESSOAS

Accessibility and assistive technologies in human resource management

Alison Natan Santana da Cunha[1], **João Vitor Lopes Gutierres**[2], **Liriane Soares de Araújo**[3]

AUTORIA

[1] **Alison Natan Santana da Cunha**
Fatec Catanduva – SP – Brasil
alisonatann@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0002-6293-9526

[2] **João Vitor Lopes Gutierres**
Fatec Catanduva – SP – Brasil
joaovitorlopesgutierres2005@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0002-8431-0235

[3] **Liriane Soares de Araújo**
Fatec Catanduva – SP – Brasil
lirianearaujo@hotmail.com
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1504-5845

HISTÓRICO

Recebido	27/04/2026
Aceito	04/06/2026
Publicado	30/06/2026

COMO CITAR

CUNHA, A. N. S. da; GUTIERRES, J. V. L.; ARAÚJO, L. S. de Acessibilidade e tecnologias assistivas na gestão de pessoas. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 23, n. 1, p. 106-115, 2026. DOI: 10.31510/infa.v23i1.2454.

LICENÇA

Artigo de acesso aberto distribuído sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

cc BY 4.0

RESUMO

Este artigo tem como objetivo analisar princípios da acessibilidade e das tecnologias assistivas na gestão de pessoas, destacando seu funcionamento e contribuição para a inclusão de pessoas com deficiência no ambiente organizacional. A metodologia adotada caracteriza-se como pesquisa bibliográfica e documental, de natureza aplicada, com abordagem qualitativa e caráter descritivo e exploratório, além do levantamento de casos reais de empresas que utilizam tais recursos. Os resultados indicam que a adoção de tecnologias assistivas como leitores de tela e ferramentas de comunicação acessível pode contribuir significativamente para a inclusão, produtividade e equidade no ambiente de trabalho. Conclui-se que a acessibilidade, aliada à tecnologia, promove não apenas inclusão social, mas também vantagens competitivas para as organizações.

Palavras-chave: Acessibilidade. Tecnologias assistivas. Gestão de pessoas. Inclusão. Recursos humanos.

ABSTRACT

This article aims to analyze the accessibility and assistive technologies in human resource management, highlighting their functioning and contribution to the inclusion of people with disabilities in the organizational environment. The methodology adopted is characterized as bibliographic and documentary research, of an applied nature, with a qualitative approach and descriptive and exploratory character, in addition to the survey of real cases of companies that use such resources. The results indicate that the adoption of assistive technologies, such as screen readers and accessible communication tools, contributes significantly to inclusion, productivity, and equity in the workplace. It is concluded that accessibility, combined with technology, promotes not only social inclusion but also competitive advantages for organizations.

Keywords: Accessibility. Assistive technologies. People management. Inclusion. Human resources.

1 INTRODUÇÃO

A inclusão de pessoas com deficiência (PCDs) no mercado de trabalho tem se consolidado como um tema de crescente relevância no cenário corporativo contemporâneo. Contudo, apesar dos avanços legislativos e da conscientização social, muitos setores de Recursos Humanos (RH) ainda enfrentam desafios significativos na implementação de práticas verdadeiramente inclusi-

vas. Processos como recrutamento, seleção e treinamento frequentemente carecem de amparo técnico e psicológico adequado para interagir de forma eficaz com indivíduos que possuem necessidades especiais, configurando um impasse que limita a plena participação das PCDs (GALVÃO FILHO, 2009).

Diante desse contexto, este estudo propõe investigar como as tecnologias assistivas podem atuar como ferramentas de auxílio para a inclusão de pessoas com deficiência na gestão de pessoas, possuindo como objetivo principal, realizar um levantamento de algumas tecnologias assistivas capazes de auxiliar os profissionais de RH, bem como abordar recursos, tecnologias e arcabouço legal que subsidiam a adaptação física e social das PCDs no ambiente organizacional. Pretende-se, ainda, apresentar casos práticos de utilização dessas tecnologias no auxílio à gestão de pessoas em diversas empresas.

A justificativa para esta pesquisa reside na imperativa necessidade de promover ambientes de trabalho mais equitativos, garantindo igualdade de oportunidades e valorizando a diversidade humana. A tecnologia assistiva, conforme definido por Galvão Filho (2009), transcende o mero dispositivo físico, abrangendo "todo um conjunto de estratégias que visam a eliminação de barreiras, permitindo que o trabalhador com deficiência desempenhe suas funções com autonomia e igualdade de condições". Espera-se, com este estudo, contribuir para a popularização dos conceitos e princípios das tecnologias assistivas, instrumentalizando os processos de admissão, contratação, treinamento e gerenciamento de PCDs, e, assim, fomentar a construção de ambientes corporativos genuinamente inclusivos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Essa seção visa apresentar os conceitos fundamentais desta pesquisa.

2.1 Acessibilidade

A acessibilidade pode ser compreendida como a condição para a utilização, com segurança e autonomia, de espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transportes, informações e comunicação, inclusive seus sistemas e tecnologias, por pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida (LEITE, 2007, p. 174).

No ambiente organizacional, a acessibilidade transcende a mera eliminação de barreiras físicas, englobando também a acessibilidade atitudinal, comunicacional, metodológica, instrumental e programática. Ela está intrinsecamente ligada à garantia de igualdade de oportunidades e à valorização da diversidade, permitindo que todos os indivíduos participem plenamente das atividades laborais.

Segundo Sassaki (2009) o conceito Acessibilidade e suas respectivas aplicações podem se enquadrar em diferentes contextos, sendo assim o autor teorizou a aplicação deste aspecto em seis campos distintos, são eles: **Arquitetônico**: associados aos aspectos de infraestrutura como a construção de ambientações adaptadas com rampas de acesso, portas largas, sanitários espaçosos e torneiras acessíveis; **Comunicacional**: associados a expressão e transmissão da informação como exemplo temos a prática das libras para deficientes auditivos; **Metodológica**: vinculado a novos conceitos de aprendizagem relativos a pessoa com deficiência; **Instrumental**: associado à adequação de aparelhos tecnológicos ou analógicos as necessidades do respectivo usuário como um simples lápis ou caneta por exemplo; **Programática**: associado a eliminação de barreiras incluindo leis, decretos ou resoluções que impeçam a participação plena e igualitária da pessoa com defi-

ciência na sociedade; e **Atitudinal**: associado a erradicação de atitudes e estereótipos que promovam o preconceito, e a discriminação por parte da sociedade.

A complexidade da inclusão no ambiente de trabalho é evidenciada por Carvalho-Freitas (2009), que aponta a acessibilidade atitudinal como o maior desafio para a gestão de pessoas. A autora argumenta que o foco excessivo em adaptações arquitetônicas e instrumentais é insuficiente se não houver uma transformação na cultura organizacional; sem a erradicação de barreiras psicológicas e do estigma da "incapacidade", o desenvolvimento das competências do colaborador é sistematicamente comprometido, impedindo que o profissional com deficiência alcance seu pleno potencial e autonomia dentro da organização. Essa perspectiva permanece uma pauta central e atual, pois, como destacam Araújo et al. (2025), a superação dessas barreiras atitudinais exige que o "setor de Recursos Humanos assume papel estratégico na promoção de uma cultura organizacional inclusiva", evidenciando que a inclusão é um "processo contínuo, que ultrapassa o mero cumprimento das exigências legais e requer um compromisso efetivo das organizações com a equidade, o respeito e a valorização da diversidade humana".

2.2 Tecnologias assistivas

As tecnologias assistivas (TA) são recursos e serviços que visam ampliar as habilidades funcionais de pessoas com deficiência, promovendo sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social. Galvão Filho (2009) destaca que a TA não se limita a produtos, mas engloba um conjunto de estratégias que eliminam barreiras como leitores de tela, sistemas de comunicação alternativa, recursos de mobilidade e adaptações ergonômicas. A classificação dessas tecnologias pode ser visualizada no Quadro 1.

Quadro 1 – Classificação da tecnologia assistiva em categorias

Classificação	Conceito	Exemplos
Auxílios para a vida diária e vida prática	Materiais e produtos que favorecem desempenho autônomo e independente em tarefas rotineiras ou facilitam o cuidado de pessoas em situação de dependência de auxílio, nas atividades como se alimentar, cozinhar, vestir-se, tomar banho e executar necessidades pessoais.	Talheres modificados, suportes para utensílios domésticos, roupas desenhadas para facilitar o vestir e despir, abotoadores, velcro, recursos para transferência, barras de apoio, equipamentos para facilitar o uso do relógio, da calculadora, verificar a temperatura do corpo, identificar se as luzes estão acesas ou apagadas, cozinhar, identificar cores e peças do vestuário, verificar pressão arterial, identificar chamadas telefônicas, escrever etc.
Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA)	Destinada a atender pessoas sem fala ou escrita funcional ou em defasagem entre sua necessidade comunicativa e sua habilidade em falar e/ou escrever.	Recursos como as pranchas de comunicação, construídas com simbologia gráfica (BLISS, PCS e outros), letras ou palavras escritas (para expressar desejos, sentimentos, entendimento), vocalizadores (pranchas com produção de voz) ou o computador com softwares específicos e pranchas dinâmicas em computadores tipo tablets.
Recursos de acessibilidade ao computador	Conjunto de hardware e software especialmente idealizado para tornar o computador acessível a pessoas com privações sensoriais (visuais e auditivas), intelectuais e motoras. Inclui dispositivos de entrada (mouse, teclados e acionadores diferenciados) e dispositivos de saída (sons, imagens, informações táteis).	Recursos de dispositivos de entrada como teclados modificados, os teclados virtuais com varredura, mouses especiais e acionadores diversos, software de reconhecimento de voz, dispositivos apontadores que valorizam movimento de cabeça, movimento de olhos, ondas cerebrais (pensamento), órteses e ponteiras para digitação, entre outros. Como dispositivos de saída podemos citar softwares leitores de tela, software para ajustes de cores e tamanhos das informações (efeito lupa), os softwares leitores de texto (OCR), impressoras braile e linha braile, impressão em relevo, entre outros.
Sistemas de controle de ambiente	Controles que são programados para realizar funções (apagar ou acender luzes, desligar fogo ou torneira, trancar ou abrir portas etc.) e promover maior independência.	Através de um controle remoto as pessoas com limitações motoras, podem ligar, desligar e ajustar aparelhos eletroeletrônicos como a luz, o som, televisores, ventiladores, executar a abertura e fechamento de portas e janelas, receber e fazer chamadas telefônicas, acionar sistemas de segurança, entre outros, localizada em seu quarto, sala, escritório, casa e arredores. O controle remoto pode ser acionado de forma direta ou indireta e neste caso, um sistema de varredura é disparado e a seleção do aparelho, bem como a determinação de que seja ativado, se dará por acionadores (localizados em qualquer parte do corpo) que podem ser de pressão, de tração, de sopro, de piscar de olhos, por comando de voz etc.
Projetos arquitetônicos para acessibilidade	Projetos de edificação e urbanismo que garantem acesso, funcionalidade e mobilidade as pessoas, independentemente de sua condição física e sensorial.	Adaptações estruturais e reformas na casa e/ou ambiente de trabalho, através de rampas, elevadores, adaptações em banheiros, mobiliário entre outras, que retiram ou reduzem as barreiras físicas.
Órteses e próteses	Próteses são peças artificiais que substituem partes ausentes do corpo. Órtese são colocadas junto a um segmento corpo, garantindo-lhe um melhor posicionamento, estabilização e/ou função.	São normalmente confeccionados sob medida e servem no auxílio de mobilidade, de funções manuais (escrita, digitação, utilização de talheres, manejo de objetos para higiene pessoal), correção postural, entre outros.
Adequação Postural	Recursos utilizados para auxiliar na mobilidade dos sujeitos.	Cadeira de rodas, poltrona postural, recursos que auxiliam e estabilizam a postura deitada e de pé, almofadas no leito, os estabilizadores ortostáticos etc.
Auxílios de mobilidade	Recursos utilizados para auxiliar na mobilidade dos sujeitos.	Bengalas, muletas, andadores, carrinhos, cadeiras de rodas manuais ou elétricas, scooters e qualquer outro veículo, equipamento ou estratégia utilizada na melhoria da mobilidade pessoal.
Auxílios para qualificação da habilidade visual e recursos que ampliam a informação às pessoas com deficiência visual	Equipamentos que visam à independência das pessoas com deficiência visual na realização de tarefas diárias.	Auxílios ópticos, lentes, lupa manuais e lupas eletrônicas; os softwares ampliadores de tela. Material gráfico com texturas e relevos, mapas e gráficos táteis, software OCR em celulares para identificação de texto informático etc.
Auxílios para pessoas com deficiência auditiva	Equipamentos que visam à independência das pessoas com deficiência auditiva na realização de tarefas diárias.	Equipamentos como infravermelho, FM, aparelhos para surdez, telefones com teclados-teletipo (TTY), sistemas com alerta táctil-visual, celular com mensagens escritas e chamadas por vibração, software que favorece a comunicação ao telefone celular transformando em voz o texto digitado no celular e em texto a mensagem falada. Livros, texto e dicionários digitais em língua de sinais. Sistema de legendas (close-caption/subtitles).

Classificação	Conceito	Exemplos
Mobilidade em veículos	São adaptações realizadas em veículos automotores para auxiliar no deslocamento da pessoa com deficiência.	Acessórios que possibilitam uma pessoa com deficiência física dirigir um automóvel, facilitadores de embarque e desembarque como elevadores para cadeiras de rodas (utilizados nos carros particulares ou de transporte coletivo), rampas para cadeiras de rodas, serviços de autoescola para pessoas com deficiência.
Esporte e Lazer	Recursos que favorecem a prática de esporte e participação em atividades de lazer.	Cadeira de rodas/basquete, bola sonora, auxílio para segurar cartas e prótese para escalada no gelo, etc.

Fonte: Tonolli e Bersch (1998).

A diversidade dessas aplicações, detalhada no Quadro 1, evidencia que a inclusão tecnológica é indissociável do desenvolvimento humano e profissional no contexto contemporâneo.

2.3 Gestão de pessoas e inclusão

A gestão de pessoas, em sua concepção moderna, evoluiu de um modelo burocrático para uma abordagem estratégica que reconhece o capital humano como um diferencial competitivo. Chiavenato (2014) enfatiza que a gestão de pessoas auxilia a empresa a alcançar seus objetivos estratégicos e a concretizar sua missão, tornando-a mais competitiva por meio do desenvolvimento das competências humanas. Nesse contexto, a área de Recursos Humanos desempenha um papel estratégico na promoção da inclusão, desde o recrutamento e seleção até o desenvolvimento e retenção de talentos.

Nesse cenário, as tecnologias assistivas tornam-se instrumentos essenciais para garantir a autonomia e a integração de colaboradores, que segundo Galvão Filho (2009), a tecnologia assistiva não se limita apenas ao dispositivo físico, mas a todo um conjunto de estratégias que visam a eliminação de barreiras, permitindo que o trabalhador com deficiência desempenhe suas funções com autonomia e igualdade de condições. Ferramentas como os softwares NVDA e JAWS para pessoas com deficiência visual, ou o Hand Talk para tradução em Libras, exemplificam como esses recursos auxiliam o profissional de RH a conduzir processos de recrutamento, seleção e treinamento de forma verdadeiramente inclusiva, atendendo às necessidades específicas de cada indivíduo.

Por fim, a adoção dessas práticas reflete a responsabilidade social da organização e seu compromisso ético com a diversidade. Conforme aponta Ashley (2005), a responsabilidade social empresarial vai além do cumprimento da lei, configurando-se como uma postura ética que busca o desenvolvimento sustentável e a equidade social. Assim, a verdadeira inclusão não se restringe à obediência às cotas legais, mas se concretiza quando a empresa adota uma postura ativa de respeito e valorização das diferenças (SASSAKI, 2006).

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa caracteriza-se como bibliográfica e documental, de natureza aplicada, com abordagem qualitativa e objetivos descritivos e exploratórios. A pesquisa bibliográfica foi realizada a partir da análise de livros, artigos científicos e materiais acadêmicos relevantes ao tema, enquanto a pesquisa documental baseou-se na análise de documentos institucionais, relatórios e conteúdos disponíveis na internet. Um levantamento de *cases* de empresas que utilizam tecnologias assistivas em seus processos organizacionais também foi realizado, como Unimed, Google, Microsoft e IBM, pesquisas essas, encontradas na internet, descritas dentro do contexto de forma complementar. A abordagem qualitativa foi adotada por permitir uma análise interpretativa dos

dados, considerando aspectos sociais, organizacionais e tecnológicos relacionados à acessibilidade digital.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção apresenta algumas tecnologias assistivas que podem contribuir para a inclusão de pessoas com deficiência no ambiente de trabalho como ferramentas como leitores de tela, aplicativos de tradução e softwares de reconhecimento de voz facilitam o acesso à informação e a comunicação, bem como casos de organizações que adotam práticas inclusivas demonstram que a acessibilidade vai além da tecnologia, envolvendo também cultura organizacional, treinamento e adaptação de processos.

4.1 Softwares e plataformas de tecnologia assistiva no contexto organizacional

A aplicação de softwares e plataformas de tecnologia assistiva é fundamental para garantir a autonomia e a equidade de PCDs no ambiente de trabalho. A seguir são apresentados alguns softwares neste contexto:

- **Software Orca:** O Orca é um leitor de tela e ampliador de tela desenvolvido pelo projeto GNOME, com foco em ambientes Linux. Sua principal finalidade é permitir que indivíduos com deficiência visual ou baixa visão naveguem na internet e interajam com o sistema operacional de forma equitativa. O Orca oferece recursos como síntese de voz, navegação por linhas braile e descrição detalhada de elementos da interface (menus, botões, campos de texto). Sua alta personalização e integração com tecnologias de acessibilidade do Linux, além de ser uma plataforma gratuita, o tornam uma ferramenta relevante para a inclusão digital em contextos educacionais, institucionais e organizacionais (ORACLE, 2021).
- **Sistema NVDA:** Em contraste com o Orca, o NVDA (*Non Visual Desktop Access*) é um leitor de tela projetado especificamente para o sistema operacional Windows, o que lhe confere uma ampla inserção no contexto corporativo, dado que a maioria das empresas utiliza essa plataforma como padrão. Desenvolvido pela NV Access, o NVDA destaca-se pela compatibilidade com aplicações empresariais amplamente utilizadas, como suítes de escritório, navegadores web e sistemas corporativos. Embora também seja gratuito e de código aberto, o NVDA consolidou-se como uma das principais soluções de acessibilidade no Windows, competindo com leitores de tela comerciais e oferecendo suporte contínuo, atualizações frequentes e alta personalização. Essa característica permite que profissionais com deficiência visual utilizem os mesmos sistemas adotados pela organização, sem a necessidade de adaptação estrutural do ambiente tecnológico (NV ACCESS, 2024).
- **Hand Talk:** representa uma tecnologia assistiva crucial para a acessibilidade comunicacional, especialmente para pessoas com deficiência auditiva. Diferentemente dos leitores de tela, o Hand Talk atua na mediação linguística, traduzindo automaticamente conteúdos textuais para a Língua Brasileira de Sinais (Libras) por meio de avatares virtuais. O funcionamento do *plugin* ocorre pela integração direta na interface de sites, permitindo que o usuário selecione trechos de texto para tradução. Utilizando inteligência artificial e processamento de linguagem, o Hand Talk facilita o acesso à informação pela comunidade surda. Além da tradução para Libras, o software oferece recursos complementares como leitura de conteúdo, modo de leitura simplificada, ajustes de fonte, contraste e saturação

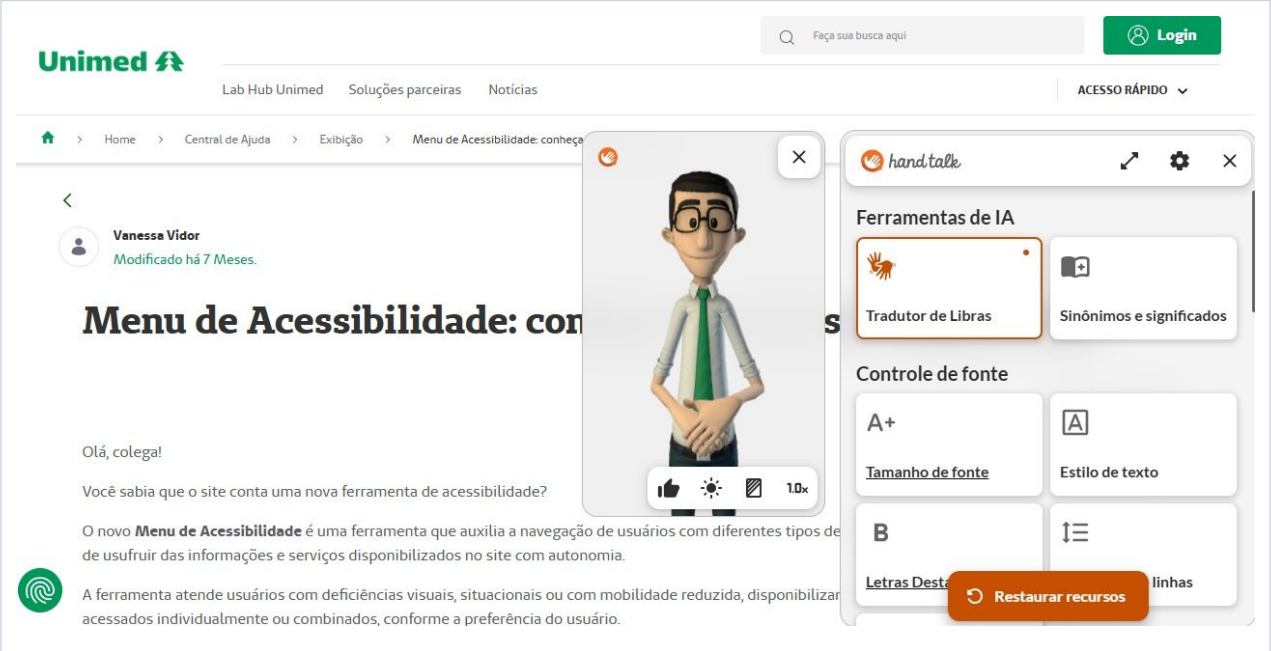
de cores, beneficiando também indivíduos com baixa visão, daltonismo, dislexia e outras limitações (HAND TALK, 2024).

4.2 Cases de sucesso na aplicação de tecnologias assistivas

O levantamento de casos reais de empresas que implementam tecnologias assistivas ilustra a eficácia dessas soluções e os impactos positivos na gestão de pessoas e nos resultados organizacionais. Aqui são apresentados quatro exemplos, que demonstram que a acessibilidade vai além da tecnologia, envolvendo também cultura organizacional, treinamento e adaptação de processos.

O primeiro caso envolve a Unimed Fortaleza, que tem se destacado na promoção da inclusão de pessoas com deficiência em seus processos de contratação, utilizando tecnologias assistivas como um importante aliado. A empresa emprega softwares de leitura de tela como JAWS e NVDA para garantir a acessibilidade de colaboradores com deficiência visual. Além disso, plataformas de videoconferência com legendas automáticas e suporte a intérpretes de Libras tornam as entrevistas mais acessíveis para pessoas com deficiência auditiva, adaptando etapas do processo seletivo, permitindo entrevistas online e envio digital de documentos, e oferece materiais em Libras ou braile, tornando a seleção mais inclusiva e dinâmica (HAND TALK, 2024). A Figura 1 mostra a interface do site com o recurso em questão.

Figura 1 – Aplicação do Hand Talk no site da Unimed



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Em um segundo cenário, observa-se a relação estratégica entre a Hand Talk e as plataformas de recrutamento digital, como VAGAS.com e Gupy. Nestes ecossistemas, a tecnologia assistiva atua diretamente na superação da barreira linguística que frequentemente exclui candidatos surdos antes mesmo da etapa de entrevistas. Como o português escrito é, para muitos surdos, uma segunda língua, a presença dos avatares 3D da Hand Talk (Hugo e Maya) permite a tradução instantânea de editais, requisitos técnicos e formulários para a Libras (VAGAS, 2021).

O terceiro exemplo envolve a Microsoft, que se destaca como uma das principais empresas globais no desenvolvimento de tecnologias voltadas à acessibilidade digital, que tem investido em

soluções baseadas em inteligência artificial e recursos de interface acessível com o objetivo de promover maior inclusão de pessoas com deficiência no uso de computadores, dispositivos móveis e serviços digitais (MICROSOFT, 2024). Entre as ferramentas destaca-se o aplicativo Seeing AI, criado para auxiliar pessoas com deficiência visual ou baixa visão, que utiliza inteligência artificial e visão computacional para interpretar imagens capturadas pela câmera do smartphone, convertendo essas informações em descrições narradas por meio de síntese de voz. Dessa forma, o sistema é capaz de identificar objetos, reconhecer textos impressos, descrever cenas e até identificar rostos, proporcionando maior autonomia aos usuários na interação com o ambiente físico e digital. A Figura 2 mostra a utilização do aplicativo na descrição de um objeto e daquilo que está presente no ambiente.

Figura 2 – Utilização do aplicativo Seeing AI



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Outra tecnologia relevante desenvolvida pela empresa é o leitor de tela Microsoft Narrator, integrado ao sistema operacional Microsoft Windows, que foi projetado para permitir que usuários cegos ou com baixa visão naveguem pelo sistema operacional por meio de *feedback* sonoro, no qual os elementos da interface como menus, textos e botões são interpretados e reproduzidos por síntese de voz. Além dessas soluções, a Microsoft também implementa diversos recursos de acessibilidade, incluindo ferramentas de leitura imersiva, legendas automáticas, comandos por voz e personalização de interface para usuários com diferentes necessidades. Essas iniciativas demonstram o compromisso da empresa com o desenvolvimento de tecnologias inclusivas e com a promoção da acessibilidade digital em ambientes educacionais, profissionais e sociais (MICROSOFT, 2024).

O quarto exemplo envolve a apresentação de um aplicativo de controle de ponto desenvolvido pela VR Benefícios, que constitui uma solução digital voltada à gestão da jornada de trabalho nas organizações, permitindo o registro, acompanhamento e administração das horas trabalhadas por colaboradores de forma automatizada e integrada aos sistemas de recursos humanos. A ferramenta apresenta funcionalidades que possibilitam o registro de ponto por diferentes meios, como reconhecimento facial, QR Code, registro simples pelo aplicativo e até mesmo por meio de mensagens em aplicativos de comunicação, além de permitir registros offline e integração com sistemas de folha de pagamento. Esses recursos tornam o processo mais ágil, seguro e adequado às necessidades das empresas contemporâneas, especialmente em contextos de trabalho presencial, remoto ou híbrido (MANZINI, 2008).

No caso de pessoas com deficiência visual, por exemplo, a utilização de aplicativos digitais possibilita a integração com leitores de tela e outras tecnologias assistivas, facilitando a navegação no sistema e o registro da jornada de trabalho. Para indivíduos com deficiência física ou mobilidade reduzida, a possibilidade de registrar o ponto remotamente por meio do celular ou por reconhecimento facial reduz a necessidade de deslocamento até equipamentos físicos de registro. Já para trabalhadores com deficiência intelectual ou mental, interfaces simplificadas e processos automatizados contribuem para tornar o uso do sistema mais intuitivo e acessível (VR BENEFÍCIOS, 2024).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo analisou a importância da acessibilidade e das tecnologias assistivas na gestão de pessoas, destacando sua contribuição para a inclusão de pessoas com deficiência no ambiente organizacional. Os resultados demonstram que a adoção estratégica de tecnologias assistivas, como leitores de tela (Orca, NVDA) e ferramentas de comunicação (Hand Talk), é fundamental para garantir autonomia, equidade e integração dos colaboradores com necessidades especiais. Apresentação de *cases* como da Unimed, Vagas, Microsoft e VR Benefícios evidencia que empresas que investem em acessibilidade não apenas cumprem com as exigências legais e éticas, mas também podem contribuir para vantagens competitivas, fortalecendo sua imagem institucional e promovendo um ambiente de trabalho mais justo e produtivo.

É fundamental que a acessibilidade seja vista não apenas como uma obrigação legal, mas como uma estratégia organizacional. Nesse sentido, a atuação da área de RH torna-se essencial na implementação de políticas inclusivas, treinamentos e adaptação de processos internos. Recomenda-se que futuras pesquisas aprofundem a análise sobre o impacto financeiro da implementação de tecnologias assistivas e a percepção dos colaboradores PCDs sobre a eficácia dessas ferramentas no dia a dia corporativo.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Aline Abreu et al. **Gestão de pessoas e inclusão**: o papel do RH na promoção da acessibilidade no ambiente de trabalho. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico em Recursos Humanos) – Escola Técnica Estadual de Sapopemba, Centro Paula Souza, São Paulo, 2025. Disponível em: https://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/44440. Acesso em: 7 jun. 2026.

ASHLEY, Patricia Almeida (org.). **Ética e responsabilidade social nos negócios**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

BERSCH, Rita. **Introdução à tecnologia assistiva**. Porto Alegre: Assistiva/Tecnologia da Educação, 2017. Disponível em: https://www.assistiva.com.br/Introducao_Tecnologia_Assistiva.pdf. Acesso em: 24 abr. 2026.

CARVALHO-FREITAS, Maria Nivalda de. **A inserção de pessoas com deficiência em empresas brasileiras**: um estudo sobre a cultura organizacional e as práticas de recursos humanos. Belo Horizonte: PUC Minas, 2009. Disponível em: https://www.abrapso.org.br/siteprincipal/anexos/AnaisXIVENA/conteudo/pdf/trab_completo_8.pdf. Acesso em: 23 abr. 2026.

CHIAVENATO, Idalberto. **Gestão de pessoas**: o novo papel dos recursos humanos nas organizações. 4. ed. Barueri, SP: Manole, 2014.

GALVÃO FILHO, Teófilo Alves. A tecnologia assistiva: de que se trata? *In*: MACHADO, G. J. C. (org.). **Conexões**: educação, comunicação, tecnologia. Belo Horizonte: Ed. da UEMG, 2009. Disponível em: https://www.galvaofilho.net/TecnologiaAssistiva.pdf. Acesso em: 23 abr. 2026.

GOOGLE. **Acessibilidade**. [*S. l.*]: Google, [*s. d.*]. Disponível em: https://www.google.com/intl/pt-BR/accessibility. Acesso em: 24 abr. 2026.

HAND TALK. **Hand Talk App**: tradutor para Libras. Maceió: Hand Talk, 2024. Disponível em: https://www.handtalk.me/. Acesso em: 24 abr. 2024.

HAND TALK. **Hand Talk Plugin**: acessibilidade em Libras para sites. [*S. l.*]: Hand Talk, 2026. Disponível em: https://www.handtalk.me. Acesso em: 25 abr. 2026.

LEITE, Flávia Piva Almeida. Acessibilidade das pessoas com deficiência física. *In*: FARIAS, Cristiano Chaves de; ROSENVALD, Nelson (coord.). **Direito das famílias**: relações de parentesco. Salvador: Juspodivm, 2007. Disponível em: https://periodicosonline.uems.br/interfaces/article/download/548/512. Acesso em: 6 mar. 2026.

MANZINI, Eduardo José. **Tecnologia assistiva para educação**: recursos pedagógicos adaptados. Marília: ABPEE, 2008.

MICROSOFT. **Acessibilidade**: atalhos de teclado do Windows para acessibilidade. [*S. l.*]: Microsoft, [*s. d.*]. Disponível em: https://support.microsoft.com/pt-br/windows/atalhos-do-teclado-no-windows-dcc61a57-8ff0-cffe-9796-cb9706c75eec. Acesso em: 14 out. 2025.

NV ACCESS. **NVDA**: free, open source screen reader for Microsoft Windows. Queensland: NV Access, 2024. Disponível em: https://www.nvaccess.org. Acesso em: 27 abr. 2026.

SASSAKI, Romeu Kazumi. Inclusão: acessibilidade no lazer, trabalho e educação. **Revista Nacional de Reabilitação (Reação)**, São Paulo, ano 12, mar./abr. 2009. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/211/o/SASSAKI_-_Acessibilidade.pdf. Acesso em: 22 abr. 2026.

VAGAS. **Acessibilidade digital na VAGAS**: conheça a Maya. São Paulo: Blog Vagas for Business, 20 jan. 2021. Disponível em: https://blog-forbusiness.vagas.com.br/acessibilidade-digital-vagas/. Acesso em: 25 abr. 2026.

VR BENEFÍCIOS. **Relatório VR 2024**: estratégia, governança e pautas sociais. São Paulo: VR, 2025. Disponível em: https://www.vr.com.br/sites/default/files/2025-06/Relat%C3%B3rio%20VR%202024_V4.pdf. Acesso em: 24 abr. 2026.

W3C. **Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0**. [*S. l.*]: W3C, 2023. Disponível em: https://www.w3.org/Translations/WCAG20-pt-br/. Acesso em: 12 out. 2025.

Os conceitos e as opiniões expressos neste artigo são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

INTERFACE TECNOLÓGICA

TECNOLOGIA EM INFORMÁTICA
Interface Tecnológica · v. 23, n. 1, 2026 · p. 116–124
ISSN on-line 2447-0864 · ISSN impresso 1807-3980
https://doi.org/10.31510/infa.v23i1.2458

AS TECNOLOGIAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E TELECIRURGIA NA ÁREA DA SAÚDE

Artificial intelligence and telesurgery technologies in healthcare

Victor Aparecido Mazzi Luciano[1], Elton Batistão[2]

AUTORIA

[1] **Victor Aparecido Mazzi Luciano**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
vam.luciano27@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0009-1725-2283

[2] **Elton Batistão**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
elton.batistao@fatec.sp.gov.br
ORCID: 0009-0007-9795-9478

HISTÓRICO

Recebido	27/04/2026
Aceito	04/06/2026
Publicado	30/06/2026

COMO CITAR

LUCIANO, V. A. M.; BATISTÃO, E. As tecnologias de inteligência artificial e telecirurgia na área da saúde. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 23, n. 1, p. 116-124, 2026. DOI: 10.31510/infa.v23i1.2458.

LICENÇA

Artigo de acesso aberto distribuído sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

cc BY 4.0

RESUMO

Este estudo tem como objetivo analisar o impacto da Inteligência Artificial (IA) e da telecirurgia na prática médica contemporânea, com ênfase em diagnóstico, análise de exames e procedimentos cirúrgicos. Trata-se de uma pesquisa bibliográfica, de natureza qualitativa e exploratória, realizada em bases de dados como PubMed, Scopus e SciELO, além de livros e publicações acadêmicas, priorizando estudos publicados entre 2013 e 2024. Os resultados indicam que a IA contribui para diagnósticos mais rápidos e precisos, classificação de imagens médicas, apoio à tomada de decisão clínica e personalização de tratamentos em especialidades como radiologia, oncologia, cardiologia, neurologia, dermatologia e oftalmologia. A telecirurgia amplia o acesso a cirurgias especializadas em regiões remotas, permite a atuação remota de cirurgiões experientes e favorece a padronização de procedimentos, sendo viabilizada especialmente pela tecnologia 5G e pelos sistemas robóticos como o da Vinci. Contudo, foram identificados desafios relevantes, incluindo questões éticas, segurança e privacidade de dados (Lei Geral de Proteção de Dados – LGPD), desigualdade de acesso tecnológico, dependência de infraestrutura robusta de rede e necessidade de regulamentação específica. No Brasil, a Resolução CFM n.º 2.311/2022 estabelece os parâmetros para a cirurgia robótica e a telecirurgia. Conclui-se que a integração entre IA, telecirurgia e práticas médicas representa um avanço significativo, exigindo regulamentação adequada, capacitação profissional contínua e uso ético e responsável dessas tecnologias.

Palavras-chave: Inteligência artificial. Telecirurgia. Saúde. Tecnologia. Diagnóstico. Aprendizado de máquina. Robótica cirúrgica.

ABSTRACT

Technological advancements have significantly transformed the healthcare field, especially through the application of Artificial Intelligence (AI) and telesurgery. This study aims to analyze the impact of these technologies on medical diagnosis, exam analysis, and surgical procedures, highlighting their benefits and challenges. The methodology consists of a bibliographic and exploratory review based on scientific articles, books, and academic publications from PubMed, Scopus, and SciELO databases, prioritizing studies published between 2013 and 2024. The results show that AI contributes to faster and more accurate diagnoses, supports clinical decision-making, and enables personalized treatments across specialties such as radiology, oncology, cardiology, neurology, dermatology, and ophthalmology. Telesurgery enables remote procedures using robotic systems such as da Vinci, expanding access to specialized healthcare, particularly enabled by 5G technology. However, challenges such as ethical concerns, data security and privacy (LGPD), technological inequality, infrastructure dependency, and the need for specific regulation—including CFM Resolution 2.311/2022 in

Brazil—still need to be addressed. It is concluded that the integration between AI and medical practices represents a significant advancement, requiring responsible, ethical, and regulated implementation.

Keywords: Artificial intelligence. Telesurgery. Healthcare. Technology. Diagnosis. Machine learning. Surgical robotics.

1 INTRODUÇÃO

A evolução tecnológica tem impactado profundamente a sociedade em suas múltiplas dimensões, e o setor da saúde não é exceção a essa transformação. Nas últimas décadas, o desenvolvimento de ferramentas computacionais avançadas, especialmente as baseadas em Inteligência Artificial (IA), tem contribuído para a melhoria substancial dos serviços médicos, tornando diagnósticos mais precisos, tratamentos mais personalizados e procedimentos cirúrgicos mais seguros e acessíveis (RUSSELL; NORVIG, 2013).

A IA pode ser definida como a capacidade de sistemas computacionais realizarem tarefas que normalmente exigiriam inteligência humana, como aprendizado, raciocínio, reconhecimento de padrões e tomada de decisão. Técnicas como o Machine Learning (ML) e o Deep Learning (DL) possibilitam que algoritmos aprendam a partir de grandes volumes de dados, os chamados big data, identificando padrões invisíveis ao olho humano e produzindo inferências diagnósticas com alto grau de acurácia (SANTOS; VECHIO, 2020; PEREIRA et al., 2024).

A telecirurgia, por sua vez, representa uma das mais relevantes convergências entre tecnologia e medicina clínica. Trata-se da realização de procedimentos cirúrgicos à distância, mediados por sistemas robóticos controlados remotamente por cirurgiões por meio de redes de comunicação de alta velocidade. A Operação Lindbergh, realizada em 2001, marcou historicamente o primeiro procedimento cirúrgico transatlântico bem-sucedido, consolidando a viabilidade técnica dessa abordagem (MARESCAUX et al., 2002; ALMEIDA et al., 2024).

No Brasil, o crescimento da telecirurgia foi impulsionado pelo avanço das redes 5G e pela promulgação da Resolução CFM n.º 2.311/2022, que regulamentou a cirurgia robótica e a telecirurgia robótica no país, estabelecendo critérios técnicos, de segurança e de capacitação profissional (CFM, 2022). Paralelamente, a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD — Lei n.º 13.709/2018) criou um arcabouço jurídico essencial para a proteção dos dados de saúde tratados por sistemas de IA e plataformas de telemedicina (BRASIL, 2018).

Diante desse cenário, este artigo tem como objetivo analisar o impacto das tecnologias de Inteligência Artificial e telecirurgia na área da saúde, discutindo suas principais aplicações, benefícios, desafios éticos, regulatórios e práticos para a medicina contemporânea. A relevância do tema justifica-se pelo potencial transformador dessas tecnologias na qualidade assistencial, no acesso à saúde especializada e na segurança dos pacientes.

Apesar dos avanços significativos na aplicação da Inteligência Artificial e da telecirurgia na área da saúde, ainda existem lacunas relevantes na literatura quanto à integração prática dessas tecnologias, especialmente no que se refere aos seus impactos combinados na tomada de decisão clínica, segurança dos procedimentos e desafios regulatórios. Nesse contexto, este estudo busca responder à seguinte questão de pesquisa: de que forma a Inteligência Artificial e a telecirurgia têm contribuído para a transformação da prática médica contemporânea e quais são os principais desafios associados à sua implementação? Assim, o objetivo deste trabalho é analisar criticamente as aplicações, benefícios e limitações dessas tecnologias, com base em uma revisão da literatura científica recente.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção apresenta os fundamentos teóricos que embasam o estudo, organizados em subseções temáticas que cobrem os conceitos centrais da IA aplicada à saúde, as principais especialidades impactadas, os fundamentos da telecirurgia e o contexto regulatório brasileiro.

2.1 Inteligência artificial: conceitos e fundamentos

A Inteligência Artificial é um campo da ciência da computação dedicado ao desenvolvimento de sistemas capazes de simular aspectos da cognição humana. O conceito foi formalizado por John McCarthy na década de 1950, mas foi com o advento dos computadores de alto desempenho e com a disponibilidade massiva de dados digitais que a IA encontrou terreno fértil para sua aplicação prática em larga escala (RUSSELL; NORVIG, 2013).

Dentro do espectro da IA, destacam-se duas abordagens particularmente relevantes para a medicina: o Machine Learning (ML) e o Deep Learning (DL). O ML consiste em algoritmos que aprendem padrões a partir de dados históricos para realizar predições ou classificações sem programação explícita das regras. O DL, por sua vez, é uma subárea do ML baseada em redes neurais artificiais com múltiplas camadas de processamento, capaz de extrair representações hierárquicas de dados complexos, como imagens médicas de alta resolução (PAIXÃO et al., 2022; MAGALHÃES et al., 2024).

As redes neurais convolucionais (CNNs — Convolutional Neural Networks) merecem destaque especial por sua eficácia na análise de imagens. Elas são amplamente empregadas no processamento de radiografias, tomografias computadorizadas (TC), ressonâncias magnéticas (RM) e exames anatomopatológicos, detectando estruturas, padrões patológicos e biomarcadores com acurácia frequentemente comparável ou superior à de especialistas humanos (CHAMBERLAIM et al., 2023; SANTOS et al., 2019). Outro conceito central é o dos Sistemas de Apoio à Decisão Clínica (Clinical Decision Support Systems — CDSS), que integram dados de prontuários eletrônicos, protocolos clínicos e diretrizes médicas para recomendar condutas diagnósticas e terapêuticas em tempo real (TOPOL, 2015; TELLES; ALCÂNTARA, 2024).

2.2 Aplicações da IA no diagnóstico médico por especialidade

A IA tem encontrado aplicações expressivas em múltiplas especialidades médicas. Na radiologia, algoritmos treinados com milhões de imagens são capazes de identificar nódulos pulmonares, fraturas, hemorragias cerebrais e lesões tumorais com alta sensibilidade e especificidade. Estudos demonstram que a IA pode reduzir erros diagnósticos causados por fadiga cognitiva e variabilidade interpretativa entre profissionais (ROSÁRIO; NETO; PINTO, 2024; REZENDE et al., 2023). O sistema CheXNet, desenvolvido pela Stanford University, detectou pneumonia em radiografias de tórax com desempenho equivalente ao de radiologistas experientes (RAJPURKAR et al., 2017).

Na cardiologia, técnicas de ML têm sido aplicadas à análise de eletrocardiogramas (ECG), ecocardiogramas e dados de monitoramento contínuo. Estudos publicados nos Arquivos Brasileiros de Cardiologia demonstraram que algoritmos de ML conseguem identificar seis classes eletrocardiográficas com acurácia comparável à de residentes de cardiologia do último ano e predizer mortalidade cardiovascular em um ano a partir de um único ECG (PAIXÃO et al., 2022). A fibrilação atrial — fator de risco importante para acidente vascular cerebral — pode ser identificada por IA mesmo em traçados em ritmo sinusal, com sensibilidade e especificidade próximas a 80% (SOUZA et al., 2020).

Na oncologia, a IA é empregada para detecção precoce de tumores, estadiamento, predição de resposta terapêutica e monitoramento da progressão da doença. Algoritmos de DL mostraram resultados promissores na detecção de câncer de mama em mamografias, câncer de pulmão em TCs e melanoma em imagens dermatoscópicas. A oncologia e a cardiologia figuram como as especialidades com maior volume de publicações científicas envolvendo IA, representando 35% e 25% dos estudos analisados em revisões recentes, respectivamente (PEREIRA et al., 2024; CAPELO, 2024).

Na dermatologia e oftalmologia, as CNNs demonstraram capacidade de classificar lesões cutâneas e retinopatias diabéticas com acurácia superior à de especialistas humanos em estudos controlados. O algoritmo desenvolvido pelo Google para detecção de retinopatia diabética em fotografias de fundo de olho (GULSHAN et al., 2016) é um dos exemplos mais citados na literatura, evidenciando o potencial da IA para triagem em larga escala em populações vulneráveis. Na neurologia, a IA auxilia no diagnóstico de doenças neurodegenerativas como Alzheimer e Parkinson, na detecção de AVC isquêmico e hemorrágico e na análise de eletroencefalogramas, contribuindo para diagnósticos precoces e intervenções mais eficazes (VEDANA et al., 2024).

2.3 IA nos sistemas de saúde: triagem, gestão e medicina personalizada

Além do diagnóstico por imagem, a IA tem sido integrada aos sistemas de saúde em outros níveis igualmente importantes. No processamento de prontuários eletrônicos, algoritmos de Processamento de Linguagem Natural (PLN) extraem informações clínicas relevantes de registros textuais não estruturados, auxiliando na identificação de pacientes de alto risco, na geração de alertas clínicos e no cálculo de escores prognósticos (CARRASCO-RIBELLES et al., 2023).

A medicina personalizada, também denominada medicina de precisão, beneficia-se da capacidade da IA de integrar dados multimodais — genômicos, proteômicos, clínicos e de estilo de vida — para individualizar tratamentos e prever a resposta terapêutica de cada paciente. Essa abordagem representa uma ruptura com o modelo tradicional de medicina baseada em protocolos populacionais, avançando em direção a uma terapêutica verdadeiramente individualizada (LIU et al., 2021; LIN et al., 2024). Na gestão hospitalar e na triagem de urgências, modelos preditivos de IA têm sido empregados para priorizar atendimentos, prever internações na UTI, estimar tempo de permanência hospitalar e identificar pacientes com risco de deterioração clínica (KANG et al., 2020).

2.4 Telecirurgia: definição, histórico e fundamentos tecnológicos

A telecirurgia, também denominada cirurgia à distância ou cirurgia telerrobótica, é definida como a realização de procedimentos cirúrgicos de forma remota, por meio de sistemas robóticos controlados por cirurgiões por intermédio de redes de comunicação de alta velocidade, com o médico executor e o equipamento robótico em espaços físicos distintos (CFM, 2022; ALMEIDA et al., 2024). O marco histórico da telecirurgia é a denominada Operação Lindbergh, realizada em setembro de 2001: o cirurgião Jacques Marescaux operou de Nova York — utilizando o sistema robótico ZEUS conectado por fibra óptica transatlântica — um paciente localizado em Estrasburgo, na França, a aproximadamente 14.000 km de distância. A colecistectomia laparoscópica foi concluída com sucesso em 54 minutos, com latência de 155 ms, sem complicações reportadas (MARESCAUX et al., 2002).

O sistema da Vinci, da Intuitive Surgical, aprovado em 2000, é atualmente a plataforma comercialmente mais difundida. Ele oferece ao cirurgião visão tridimensional de alta definição, filtro de tremor das mãos, escalonamento de movimentos e controle de instrumentos articulados com sete graus de liberdade (ALMEIDA et al., 2024; BARBA et al., 2022). A telecirurgia integra um conjunto amplo de tecnologias: robótica cirúrgica avançada, conexões de alta velocidade (redes 5G), realidade aumentada para orientação intraoperatória, inteligência artificial para planejamento cirúrgico e plataformas de telemedicina para comunicação entre equipes (CFM, 2022). A latência — o intervalo de tempo entre o comando do cirurgião e a resposta do robô — é o fator técnico mais crítico para a segurança do procedimento, sendo que a rede 5G, com latência de 1 a 5 milissegundos, representa um salto qualitativo decisivo nesse aspecto (BERGER, 2022).

2.5 Telecirurgia no contexto brasileiro e regulamentação

No Brasil, a telecirurgia foi regulamentada formalmente pela Resolução CFM n.º 2.311/2022, publicada em março de 2022. Esse instrumento normativo define a cirurgia robótica como modalidade minimamente invasiva e de alta complexidade, estabelece os requisitos de infraestrutura — incluindo banda larga eficiente e redundante, estabilidade do fornecimento de energia elétrica e segurança cibernética robusta — e institui a composição obrigatória da equipe para telecirurgias: um cirurgião remoto, um cirurgião presencial e um cirurgião-auxiliar (CFM, 2022; DE LUCCA NETO; FERREIRA, 2024).

Internacionalmente, uma revisão sistemática de Barba et al. (2022), publicada no Surgical Endoscopy, identificou apenas 8 artigos revisados por pares que relatavam casos de telecirurgia remota em humanos, totalizando 73 procedimentos, evidenciando a relativa escassez de publicações clínicas nessa área. A primeira telecirurgia realizada na América Latina contou com a participação de professores brasileiros, demonstrando o crescente protagonismo do país nessa área (GONÇALVES, 2023). Instituições como o Hospital Dona Helena, em Joinville (SC), investiram em sistemas robóticos com metas de realização de 30 procedimentos mensais, evidenciando a viabilidade econômica e operacional da telecirurgia no contexto hospitalar nacional (PORTAL TELEMEDICINA, 2024).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A presente pesquisa caracteriza-se como qualitativa, de natureza exploratória, baseada em revisão bibliográfica. O levantamento dos dados foi realizado em bases científicas reconhecidas, como PubMed, Scopus, SciELO, MEDLINE, LILACS e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), no período de março a dezembro de 2024.

Foram utilizados descritores em português e inglês, tais como “Inteligência Artificial”, “Machine Learning”, “Deep Learning”, “Diagnóstico Médico”, “Telecirurgia”, “Cirurgia Robótica”, “Telemedicina” e “Saúde Digital”, combinados por meio dos operadores booleanos AND e OR. Como critérios de inclusão, foram selecionados artigos científicos completos, revisões sistemáticas e estudos relevantes publicados entre 2013 e 2024, que abordassem diretamente a aplicação da Inteligência Artificial na saúde ou a telecirurgia. Foram excluídos trabalhos sem revisão por pares, resumos de eventos e estudos que não apresentassem aderência ao tema proposto. A análise dos dados foi realizada de forma qualitativa, com foco na identificação de padrões, aplicações recorrentes, benefícios, limitações e desafios descritos na literatura, permitindo a construção de uma síntese crítica sobre o tema.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da revisão bibliográfica demonstram que a IA tem impactado de forma significativa e multidimensional o processo diagnóstico em diversas especialidades médicas, ao mesmo tempo em que a telecirurgia avança como modalidade inovadora de acesso a procedimentos cirúrgicos de alta complexidade. A análise crítica das publicações selecionadas permitiu identificar quatro grandes eixos temáticos, discutidos nas subseções a seguir.

Embora os resultados observados na literatura sejam amplamente positivos, diversos autores também apontam limitações importantes relacionadas à aplicação prática dessas tecnologias em ambientes clínicos reais. Muitos algoritmos dependem de bases de dados específicas e podem apresentar vieses relacionados à população utilizada no treinamento, reduzindo sua capacidade de generalização em diferentes contextos hospitalares e socioeconômicos. Além disso, a dependência excessiva de sistemas automatizados pode gerar riscos associados à redução da autonomia crítica do profissional médico, reforçando a necessidade de supervisão humana contínua nos processos diagnósticos.

4.1 IA no diagnóstico médico: avanços e impactos

A capacidade de processar grandes volumes de dados de forma rápida e consistente representa uma vantagem relevante da Inteligência Artificial frente às limitações humanas, como fadiga e variabilidade interpretativa (MAGALHÃES et al., 2024; CAPELO, 2024). Na análise de imagens médicas, os resultados são especialmente favoráveis. Estudos indicam que algoritmos de IA podem alcançar, e em alguns casos superar, a acurácia de radiologistas na detecção de padrões, como nódulos pulmonares em tomografias, evidenciando elevado nível de maturidade da IA na radiologia (SANTOS et al., 2019; ROSÁRIO; NETO; PINTO, 2024).

Os Sistemas de Apoio à Decisão Clínica (CDSS) também se destacam, sobretudo em ambientes de alta complexidade, ao integrar dados clínicos e diretrizes em tempo real, contribuindo para maior precisão e padronização das decisões médicas (TOPOL, 2015; MORAES et al., 2023). Na cardiologia, técnicas de Machine Learning demonstraram desempenho comparável ao de especialistas na análise de eletrocardiogramas, além de identificar padrões de risco não perceptíveis visualmente (PAIXÃO et al., 2022).

Na oncologia, a IA tem contribuído para o diagnóstico precoce, com algoritmos capazes de classificar tumores e identificar subtipos moleculares com elevada precisão, auxiliando na definição de estratégias terapêuticas mais adequadas (PEREIRA et al., 2024; VEDANA et al., 2024). De modo geral, a literatura reforça que a IA deve ser compreendida como ferramenta complementar ao julgamento clínico, potencializando a tomada de decisão médica sem substituí-la (LIN et al., 2024; TELLES; ALCÂNTARA, 2024).

4.2 Telecirurgia: benefícios e estado da arte

A telecirurgia emerge na literatura como uma das inovações de maior potencial transformador para o acesso à saúde especializada. Sua principal contribuição reside na capacidade de superar barreiras geográficas, permitindo que pacientes em regiões remotas, com baixa densidade de especialistas cirúrgicos, tenham acesso a procedimentos de alta complexidade realizados por cirurgiões de referência localizados em centros urbanos ou mesmo no exterior (ALMEIDA et al., 2024; PORTAL TELEMEDICINA, 2024). Os benefícios operacionais dos sistemas robóticos cirúrgicos são amplamente documentados: incisões menores, redução do sangramento intraoperatório,

menor tempo de recuperação pós-operatória, menor incidência de complicações infecciosas e retorno mais rápido às atividades cotidianas dos pacientes (ALMEIDA et al., 2024).

A integração entre telecirurgia e IA representa uma fronteira promissora. Modelos de aprendizado de máquina podem ser utilizados para planejamento cirúrgico automatizado, identificação em tempo real de estruturas anatômicas críticas, detecção de sangramento durante o procedimento e sugestão automática de movimentos ao cirurgião (MORSCH, 2024). A teletutoria cirúrgica — modalidade na qual um cirurgião experiente orienta remotamente um colega menos experiente durante um procedimento — também tem sido destacada como aplicação relevante, contribuindo para a democratização do treinamento cirúrgico avançado e para a padronização técnica dos procedimentos (BARBA et al., 2022; ALMEIDA et al., 2024).

4.3 Desafios éticos, regulatórios e tecnológicos

Apesar dos avanços, a implementação da IA e da telecirurgia enfrenta desafios relevantes. No campo ético e jurídico, a definição de responsabilidade por erros envolvendo sistemas automatizados ainda é incerta, exigindo regulamentação específica (PALADINO, 2023; LUCAS; SANTOS, 2023).

A segurança e privacidade dos dados também representam pontos críticos, especialmente diante da necessidade de grandes volumes de informações clínicas para treinamento de algoritmos, devendo observar rigorosamente legislações como a LGPD (BRASIL, 2018). Na telecirurgia, a cibersegurança assume papel central, considerando os riscos associados a possíveis falhas técnicas ou ataques externos (BONACI et al., 2015).

Além disso, o alto custo dos sistemas e a necessidade de infraestrutura adequada podem ampliar desigualdades no acesso à saúde. Por fim, a limitada interpretabilidade de alguns modelos de IA reforça a importância do desenvolvimento de abordagens mais transparentes, como a IA explicável (XAI) (CARRASCO-RIBELLES et al., 2023).

4.4 Perspectivas futuras

O horizonte das tecnologias de IA e telecirurgia na saúde é promissor, mas requer desenvolvimento coordenado nos âmbitos técnico, regulatório, ético e educacional. A expansão das redes 5G e o desenvolvimento de sistemas 6G no horizonte de 2030 prometem reduções adicionais de latência e aumentos de capacidade que poderão tornar a telecirurgia tão segura quanto a presencial em praticamente qualquer localidade (PORTAL TELEMEDICINA, 2024). A integração entre IA, realidade aumentada e telecirurgia abre perspectivas para sistemas capazes de sobrepor, em tempo real, informações anatômicas detalhadas e alertas de estruturas de risco ao campo visual do cirurgião (GREENFIELD et al., 2018). No campo do diagnóstico, os grandes modelos de linguagem (LLMs — Large Language Models) abrem possibilidades para a assistência clínica por texto, a síntese de informações de prontuários e a geração de hipóteses diagnósticas. Contudo, sua aplicação requer validação científica rigorosa e supervisão médica (BURGOS et al., 2023; LIN et al., 2024). A construção de bases de dados diversificadas e representativas é condição fundamental para que os algoritmos de IA sejam equitativos e generalizáveis, evitando o risco de vieses que reproduzam ou ampliem desigualdades em saúde (RAMALINGAM et al., 2023; LIU et al., 2021).

5 CONCLUSÃO

Este estudo permitiu analisar o impacto das tecnologias de Inteligência Artificial e telecirurgia na área da saúde, evidenciando uma transformação significativa na prática médica contemporânea. O objetivo proposto foi alcançado por meio da revisão da literatura científica, destacando avanços relevantes no diagnóstico médico e no acesso a procedimentos cirúrgicos especializados. A Inteligência Artificial tem contribuído para a melhoria da acurácia diagnóstica e otimização da tomada de decisão clínica, enquanto a telecirurgia amplia o acesso a serviços de alta complexidade, especialmente em regiões remotas. No entanto, desafios éticos, jurídicos, tecnológicos e socioeconômicos ainda exigem atenção, incluindo regulamentação, segurança de dados e capacitação profissional.

Conclui-se que a integração dessas tecnologias representa um avanço expressivo na medicina, com potencial para ampliar a qualidade e o acesso aos cuidados em saúde, desde que seu desenvolvimento ocorra de forma ética, segura e regulamentada.

Como limitação deste estudo, destaca-se o fato de se tratar de uma pesquisa exclusivamente bibliográfica, dependente da qualidade dos estudos analisados, além da rápida evolução das tecnologias abordadas, que pode tornar algumas informações suscetíveis a atualizações.

Além disso, destaca-se a necessidade de investimentos em infraestrutura tecnológica, capacitação profissional e desenvolvimento de políticas públicas capazes de garantir acesso seguro e equitativo a essas tecnologias. Sugere-se, para pesquisas futuras, a realização de estudos clínicos e análises quantitativas que avaliem os impactos práticos da Inteligência Artificial e da telecirurgia em ambientes hospitalares reais, especialmente no contexto do sistema de saúde brasileiro.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, B. de O. et al. Telecirurgia: a cirurgia à distância. **Revista Foco**, v. 17, n. 8, e5727, 2024.

BARBA, P. et al. Telecirurgia remota em humanos: uma revisão sistemática. **Surgical Endoscopy**, v. 36, p. 2771-2777, 2022.

BERGER, A. S. A latência na telecirurgia e o papel das redes 5G. **Journal of Robotic Surgery**, v. 16, p. 1-8, 2022.

BONACI, T. et al. **To make a robot secure**: an experimental analysis of cyber security threats against teleoperated surgical robots. arXiv preprint arXiv:1504.04339, 2015.

BRASIL. Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2018.

LIU, P.-R. et al. Application of artificial intelligence in medicine: an overview. **Current Medical Science**, v. 41, n. 6, p. 1105-1115, 2021.

LUCAS, L. B.; SANTOS, D. O. dos. Considerações sobre os desafios jurídicos do uso da inteligência artificial na medicina. **Revista de Direito**, v. 13, n. 1, p. 1-25, 2023.

MAGALHÃES, M. I. S. et al. Impacto da inteligência artificial no diagnóstico médico: desafios e oportunidades. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 10, n. 1, p. 1477-1485, 2024.

MORAES, J. J. et al. Impacto da tecnologia de inteligência artificial na medicina diagnóstica. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 9, n. 7, p. 1303-1214, 2023.

MORAES, J. J. et al. Inteligência artificial na medicina: impactos e desafios. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 11, n. 1, jan. 2025.

MORSCH, P. Inteligência artificial aplicada à cirurgia robótica e telecirurgia. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 7, n. 1, 2024.

PAIXÃO, G. M. de M. et al. Machine learning na medicina: revisão e aplicabilidade. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 118, n. 1, p. 95-102, 2022.

PALADINO, P. Responsabilidade civil e inteligência artificial na medicina. *In*: **Debates contemporâneos em direito médico e da saúde**. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2023.

RUSSELL, S.; NORVIG, P. **Inteligência artificial**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

TELLES, V. J.; ALCÂNTARA, M. S. Impactos e desafios da inteligência artificial na medicina: uma revisão atualizada da literatura. **Research, Society and Development**, v. 13, n. 12, e215131247962, 2024.

Os conceitos e as opiniões expressos neste artigo são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

INTERFACE TECNOLÓGICA

TECNOLOGIA EM INFORMÁTICA
Interface Tecnológica · v. 23, n. 1, 2026 · p. 125–135
ISSN on-line 2447-0864 · ISSN impresso 1807-3980
https://doi.org/10.31510/infa.v23i1.2461

INDÚSTRIA 4.0: um estudo de caso do sistema de monitoramento em tempo real no setor metalúrgico

Industry 4.0: a case study of the real-time monitoring system in the metallurgical sector

Gustavo Henrique Escapa[1], **Kauã Otávio Praizi Marques**[2], **Elton Cesar Prando**[3], **Liriane Soares de Araújo**[4]

AUTORIA

[1] **Gustavo Henrique Escapa**
Fatec Catanduva – SP – Brasil
gustavoescapa66@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0007-2555-3428

[2] **Kauã Otávio Praizi Marques**
Fatec Catanduva – SP – Brasil
kauapraizi7@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0003-7946-6013

[3] **Elton Cesar Prando**
Fatec Catanduva – SP – Brasil
elton.prando@cps.sp.gov.br
ORCID: https://orcid.org/0009-0003-4011-0853

[4] **Liriane Soares de Araújo**
Fatec Catanduva – SP – Brasil
lirianearaujo@hotmail.com
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1504-5845

HISTÓRICO

Recebido	27/04/2026
Aceito	08/06/2026
Publicado	30/06/2026

COMO CITAR

ESCAPA, G. H. et al. Indústria 4.0: um estudo de caso do sistema de monitoramento em tempo real no setor metalúrgico. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 23, n. 1, p. 125-135, 2026. DOI: 10.31510/infa.v23i1.2461.

LICENÇA

Artigo de acesso aberto distribuído sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

cc BY 4.0

RESUMO

A busca contínua por excelência operacional no ambiente industrial exige a adoção de sistemas integrados de gestão e controle, e neste contexto, este estudo tem como objetivo analisar a implantação integrada do apontamento eletrônico de produção, da métrica de Eficiência Global do Equipamento (OEE) e da comunicação bidirecional entre os sistemas MES e ERP em uma companhia manufatureira visando reduzir a dependência do uso de planilhas manuais por meio da digitalização dos processos produtivos. A pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso de natureza aplicada, envolvendo a adequação de processos no ERP, padronização documental, instalação do software MES nos terminais operacionais, integração sistêmica, parametrização do cálculo de OEE e estruturação de uma base de dados corporativa em Business Intelligence (BI). O intuito desta pesquisa é auxiliar outras empresas na implantação do sistema a fim de potenciar a eficiência da produção, os resultados evidenciam a eficácia da nova arquitetura de integração, resultando na redução significativa da dependência de planilhas físicas de apontamento, mitigando a latência e os erros de transcrição humana. A apuração automatizada e contínua do OEE fornece indicadores precisos de disponibilidade, performance e qualidade. Conclui-se que a automação do fluxo de informações e a rastreabilidade integral consolidam uma cultura organizacional orientada por dados (data-driven), otimizando o uso de recursos fabris e fundamentando decisões estratégicas, superando as limitações orçamentárias e de infraestrutura inerentes à transição tecnológica.

Palavras-chave: Monitoramento em tempo real. Indústria 4.0. Sistema para indústrias.

ABSTRACT

The continuous search for operational excellence in the industrial environment requires the adoption of integrated management and control systems. This study aims to analyze the integrated implementation of electronic production data collection, the Overall Equipment Effectiveness (OEE) metric, and the bidirectional communication between MES and ERP systems in a manufacturing company, targeting the reduction of dependence on manual spreadsheets through process digitalization. The research is characterized as an applied case study, involving process adjustments in the ERP, documentary standardization, installation of MES software on operational terminals, systemic integration, OEE calculation parameterization, and the structuring of a corporate database in Business Intelligence (BI). The purpose of this research is to assist other companies in implementing the system in order to

enhance production efficiency. The results demonstrate the effectiveness of the new integration architecture, culminating in the significant reduction in the dependence on physical data collection spreadsheets, drastically mitigating latency and human transcription errors. The automated and continuous OEE calculation provided precise indicators of availability, performance, and quality. It is concluded that the automation of the information flow and full traceability consolidate a data-driven organizational culture, optimizing the use of manufacturing resources and supporting strategic decisions, overcoming the budgetary and infrastructure limitations inherent to the technological transition.

Keywords: Real-time monitoring. Industry 4.0. Industrial systems.

1 INTRODUÇÃO

A busca contínua por excelência operacional no ambiente industrial contemporâneo exige a adoção de sistemas integrados de gestão e controle de chão de fábrica, que segundo Schwab (2019), a integração de tecnologias digitais e sistemas ciber-físicos é o alicerce da Indústria 4.0, permitindo uma produção mais flexível e eficiente. Neste contexto, o presente estudo analisa a implantação integrada do apontamento eletrônico de produção, da métrica de Eficiência Global do Equipamento (OEE - *Overall Equipment Effectiveness*) e da comunicação bidirecional entre os sistemas MES (*Manufacturing Execution System*) e ERP (*Enterprise Resource Planning*) de uma empresa específica no setor metalúrgico.

Ao mitigar a imprevisibilidade inerente aos processos fabris, a integração sistêmica permite um planejamento de capacidade mais acurado, culminando na redução de desperdícios, perdas e paradas não planejadas, o que otimiza o emprego dos recursos disponíveis. Segundo Slack, Brandon-Jones e Johnston (2023), a ausência de dados precisos e em tempo real compromete severamente a capacidade de planejamento e a gestão de recursos, justificando a necessidade de transição para um ecossistema fabril digitalizado.

A relevância desta pesquisa justifica-se pela premissa de que a consolidação de uma base corporativa única e padronizada assegura a rastreabilidade integral das operações e fornece um alicerce de dados empíricos e confiáveis para a tomada de decisão estratégica nas esferas de manutenção, investimentos, planejamento de capacidade e priorização de melhorias. Segundo Davenport (1998), o coração de um sistema empresarial integrado é seu banco de dados único e centralizado, no qual os dados de toda a organização são coletados e armazenados, permitindo que qualquer informação gerada em uma unidade de negócio seja automaticamente compartilhada com todas as demais, eliminando a fragmentação e as inconsistências entre diferentes sistemas.

Diante da problemática, este estudo tem como objetivo analisar os impactos da substituição dos controles manuais de produção por um sistema integrado de apontamento eletrônico baseado na comunicação bidirecional entre ERP e MES, visando à construção de um ecossistema digital automatizado e orientado por dados em tempo real.

Para o alcance deste objetivo, são abordados os seguintes objetivos específicos: implantar corporativamente um modelo padronizado de apontamento eletrônico de produção; integrar os sistemas MES e ERP para a gestão sistêmica de ordens de produção, consumo de materiais, controle de estoques e movimentações logísticas; implementar e homogeneizar a medição do indicador OEE em todos os postos de trabalho operacionais; revisar e adequar os módulos produtivos inerentes ao ERP utilizado na companhia.

A metodologia de pesquisa envolve análise bibliográfica e documental descritiva e exploratória de abordagem qualitativa de natureza aplicada, juntamente com um estudo de caso em que

uma empresa do ramo industrial é analisada. Espera-se auxiliar empresas em questão de indicadores de melhoria na implantação do sistema a fim de potencializar a eficiência da produção.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção, apresentam-se os conceitos acadêmicos e técnicos que fundamentam a integração de sistemas industriais e a mensuração de desempenho no chão de fábrica. A pesquisa apoia-se nos pilares da transformação digital, nos sistemas de execução de manufatura e na filosofia de manutenção produtiva detalhados a seguir.

2.1 A transformação digital e a gestão da informação no chão de fábrica

O advento da Quarta Revolução Industrial, ou Indústria 4.0, impulsionou a adoção de Sistemas Cyber-Físicos (CPS) e a digitalização massiva dos processos manufatureiros (SCHWAB, 2019). Diferentemente das revoluções anteriores, que trouxeram a produção em massa, as linhas de montagem e a eletricidade, a Quarta Revolução Industrial se caracteriza por um conjunto de tecnologias que permitem a fusão do mundo físico, digital e biológico, tendo como principais pilares a Internet das Coisas (IoT), a Inteligência Artificial (IA), os Sistemas Cyber-Físicos (CPS) e a Manufatura Aditiva. Segundo Schwab (2019), essa revolução terá um impacto mais profundo e exponencial do que todas as anteriores, pois não altera apenas o que e como se produz, mas transforma fundamentalmente a estrutura dos sistemas produtivos e organizacionais.

No ambiente fabril, essa transformação se manifesta concretamente na substituição dos registros físicos e processos analógicos por sistemas digitais integrados e em tempo real. A Indústria 4.0 compreende o uso de tecnologia como elemento central da estratégia corporativa, aplicada nos campos de manufatura e distribuição, e a transformação digital oferece elementos tecnológicos como a computação em nuvem, a capacidade analítica, a inteligência artificial e a conectividade entre sistemas, buscando melhorias de eficiência operacional e criação de novos serviços. Nesse contexto, a integração de sistemas definida como a união de diferentes sistemas de computação e aplicações de software para atuar como um todo coordenado possibilita a troca de informações entre os diferentes sistemas e permite às empresas um olhar abrangente sobre o seu negócio.

No modelo tradicional, a coleta de dados de produção baseada em planilhas físicas gera alta latência na informação e expõe a operação a erros de transcrição. Segundo Slack, Brandon-Jones e Johnston (2023), a ausência de dados precisos e em tempo real compromete severamente a capacidade de planejamento e a gestão de recursos, justificando a necessidade de transição para um ecossistema fabril digitalizado e orientado à Gestão da Qualidade de Dados (GQD). Davenport (1998) reforça essa perspectiva ao destacar que a integração da informação em toda a empresa, por meio de um banco de dados corporativo único e centralizado, elimina inconsistências entre diferentes sistemas e constitui um dos benefícios mais fundamentais dos sistemas empresariais integrados.

A arquitetura de informação de uma manufatura moderna depende da coexistência e integração de diferentes camadas de software. O ERP (*Enterprise Resource Planning*) atua no nível corporativo, sendo responsável pelo planejamento estratégico, gestão de negócios, compras e emissão de ordens de produção (CORRÊA; CORRÊA, 2022). O MES (*Manufacturing Execution System*), por sua vez, opera na camada tática e operacional, monitorando e controlando a execução no chão de fábrica em tempo real.

O Sistema MES organiza operações, integra informações do chão de fábrica e transforma dados dispersos em indicadores acionáveis. Com ele, é possível acompanhar a produção em tempo real, rastrear materiais e processos e identificar rapidamente gargalos que impactam resultados. Em termos de hierarquia funcional, enquanto o ERP define o que produzir considerando finanças, pedidos, compras e planejamento, o MES garante como produzir de forma eficiente, monitorando cada etapa do processo, da matéria-prima ao produto final.

A interoperabilidade bidirecional entre o ERP e o MES é amplamente embasada por padrões globais. A norma ANSI/ISA-95 define os modelos e a terminologia para a integração eficiente entre as atividades de negócios corporativos e as operações de controle da manufatura (ISA, 2010). O padrão ISA-95 fornece um modelo para definir e integrar as atividades entre sistemas empresariais e de controle, abrangendo produção, uso de material, entrega e envio, bem como a coleta de informações sobre o negócio. Essa norma é o alicerce técnico que permite que os dois sistemas se comuniquem de forma padronizada, confiável e escalável.

Quando o MES é integrado a um ERP robusto e a sistemas industriais como SCADA, IoT e automação, estabelece-se um ecossistema conectado e inteligente, onde o fluxo de informações é contínuo, em tempo real e altamente confiável, que serve de base para a Indústria 4.0, promovendo decisões mais rápidas, maior eficiência operacional e total visibilidade sobre o processo produtivo. Segundo Tubino (2017), o controle dinâmico da produção realizado diretamente nos postos de trabalho substitui o esforço passivo de preenchimento de formulários por um fluxo ativo e contínuo de informação gerencial.

2.2 Eficiência Global do Equipamento (OEE) e o combate às perdas

A digitalização do chão de fábrica encontra seu maior potencial analítico na aplicação do OEE. Originário da filosofia de Manutenção Produtiva Total (TPM), o OEE é um indicador que mensura a verdadeira eficiência de um equipamento ou linha de produção, avaliando não apenas o volume produzido, mas as perdas inerentes ao processo (NAKAJIMA, 1989).

Conforme ilustrado na Figura 1, o OEE é calculado pela multiplicação de três fatores fundamentais: Disponibilidade, Performance e Qualidade.

Figura 1 – Composição do indicador OEE e as grandes perdas de produção



Fonte: Ibernova.com (2019).

De acordo com Nakajima (1989), a melhoria contínua na manufatura exige o combate sistemático às "Seis Grandes Perdas" que corroem esses três fatores: quebras de máquina e tempo de setup (impactando a Disponibilidade); pequenas paradas e velocidade reduzida (impactando a Performance); e refugos de partida e defeitos de produção (impactando a Qualidade).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta seção descreve as técnicas de pesquisa adotadas, bem como os materiais e métodos empregados para operacionalizar os objetivos propostos neste estudo. O delineamento desta pesquisa classifica-se como um estudo de caso de natureza aplicada, com abordagem quali-quantitativa, uma vez que busca analisar as melhorias decorrentes da substituição de controles manuais por um sistema de base única, por meio da implantação de sistemas integrados e mensuração de indicadores de desempenho.

Segundo Yin (2015), o estudo de caso é a estratégia de pesquisa mais adequada quando o pesquisador tem pouco controle sobre os eventos e quando o foco está em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real. Esta pesquisa enquadra-se nessa definição, pois analisa um processo de implantação tecnológica real, em ambiente fabril ativo, com variáveis que não podem ser manipuladas experimentalmente.

A coleta de dados foi realizada por meio de três procedimentos complementares. O primeiro foi a análise bibliográfica, que fundamentou teoricamente os conceitos de Indústria 4.0, OEE, sistemas MES e ERP, conforme apresentado na seção de Fundamentação Teórica. O segundo foi a análise documental, com base em registros internos da empresa, relatórios de produção, ordens

de produção e documentação técnica dos sistemas antes e após a implantação. O terceiro foi a entrevista semiestruturada realizada com o especialista de projetos responsável pela condução da implantação, cujas respostas permitiram contextualizar e validar os dados documentais levantados, conforme orienta Gil (2026).

3.1 Ambiente de estudo e condições de contorno (premissas)

A pesquisa foi conduzida juntamente com o especialista de projetos no ambiente fabril de uma companhia, abrangendo seus respectivos postos de trabalho operacionais. Para a viabilidade e o sucesso da intervenção proposta, estabeleceu-se um conjunto de premissas organizacionais e tecnológicas que serviram como alicerce para a execução do projeto. A pesquisa foi conduzida em uma companhia do setor metalúrgico composta por quatro unidades fabris, contemplando 57 postos de trabalho operacionais. O processo de implantação possui duração prevista de oito meses e ainda se encontra em andamento.

No aspecto tecnológico, o estudo demandou a garantia de disponibilidade e modernização da infraestrutura física de *hardware* no chão de fábrica, incluindo a instalação de terminais de apontamento, cobertura de rede conectada, impressoras, coletores de dados e sensores acoplados aos equipamentos. No aspecto organizacional, a metodologia exigiu um esforço multidisciplinar, sustentado pelo apoio direto e engajamento das áreas de Tecnologia da Informação (TI), Planejamento e Controle da Produção (PCP), Produção, Engenharia e do Escritório de Gestão de Processos (BPMO).

Adicionalmente, a execução técnica contou com o suporte especializado do fornecedor do sistema MES e da consultoria responsável pelo sistema ERP, garantindo a expertise necessária para a comunicação entre as plataformas. Por fim, exigiu-se como premissa comportamental a disciplina rigorosa das equipes operacionais na coleta e análise inicial dos dados, fator crítico para a transição do modelo analógico para o digital.

3.2 Etapas de implementação

Para garantir uma transição segura do modelo manual para o digital, fortalecendo a gestão orientada por dados, a metodologia de implantação foi estruturada e executada nas seguintes etapas sequenciais:

- **Revisão e Adequação de Processos (Módulos ERP):** A primeira etapa consistiu no mapeamento e reimplantação/revisão dos módulos produtivos existentes no ERP, visando adequar o sistema "mãe" para receber os dados dinâmicos do chão de fábrica.
- **Padronização Documental:** Procedeu-se com a padronização e homologação de todos os documentos fabris físicos e lógicos. Isso incluiu a reestruturação de Ordens de Produção (OPs), requisições de materiais, *checklists* de qualidade e manutenção, etiquetas de identificação de lote e relatórios gerenciais.
- **Implantação do Apontamento Eletrônico e MES:** Instalação e configuração do software MES nos terminais operacionais, substituindo a interface baseada em papel por apontamentos realizados em tempo real pelos operadores.
- **Integração Sistêmica (MES ↔ ERP):** Desenvolvimento e validação das rotinas de integração bidirecional entre os sistemas, garantindo o fluxo contínuo de informações referentes a ordens, consumo de matérias-primas, atualização de estoques e movimentações logísticas.

- **Implementação do Indicador OEE:** Parametrização do cálculo padronizado do OEE em todos os postos de trabalho, conectando os dados de disponibilidade, performance e qualidade coletados pelo MES para gerar o índice de eficiência.
- **Estruturação de Dados e Capacitação:** Criação de uma base corporativa centralizada (Data Warehouse) e desenvolvimento de painéis de visualização (*dashboards* em *Business Intelligence* - BI). Concomitantemente, foram realizados os treinamentos de capacitação técnica com as equipes operacionais e de gestão para a consolidação da nova cultura *data-driven* (orientada por dados).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primeiramente, foi realizado um estudo de caso em uma empresa do setor metalúrgico onde foi implantado um sistema integrado de gestão (ERP) e de execução de produção (MES) no chão de fábrica. A partir dessa análise, foi possível verificar que a implementação da arquitetura integrada entre os sistemas de gestão corporativa e o chão de fábrica proporcionou uma transformação substancial na dinâmica operacional da companhia. Os resultados obtidos evidenciam a eficácia da transição de um modelo de apontamento analógico e descentralizado para um ecossistema digital interoperável, confirmando a premissa de que a automação do fluxo de informações é um pilar para a Excelência Operacional.

Antes da implantação, os apontamentos de produção eram realizados integralmente por meio de registros manuais em papel e caneta, em todas as unidades fabris da companhia. Esse modelo gerava elevada latência na disponibilização das informações, uma vez que os dados coletados no chão de fábrica precisavam ser transcritos manualmente para outros sistemas ao final de cada turno, ampliando o risco de erros e inconsistências. Embora a empresa já utilizasse um sistema ERP para o planejamento corporativo, a ausência de integração com o nível operacional criava uma lacuna crítica entre o que era planejado e o que era efetivamente executado e registrado na produção. Segundo Slack, Brandon-Jones e Johnston (2023), essa desconexão entre o planejamento e a execução compromete diretamente a capacidade de gestão e a qualidade das decisões operacionais.

O processo de implantação abrangeu quatro unidades fabris, contemplando 57 postos operacionais, e possui duração prevista de oito meses, encontrando-se ainda em andamento, refletindo a complexidade inerente a uma transformação tecnológica e cultural de grande escala.

A primeira etapa consistiu na revisão e adequação dos módulos produtivos do ERP já existente, preparando o sistema para receber e processar os dados dinâmicos que passariam a ser gerados em tempo real pelo MES. Em seguida, procedeu-se à instalação dos terminais de apontamento eletrônico nos postos de trabalho operacionais, à parametrização do cálculo do OEE e ao desenvolvimento das rotinas de integração bidirecional entre os sistemas, conforme os modelos e a terminologia definidos pela norma ANSI/ISA-95 (ISA, 2010).

Um dos principais desafios enfrentados durante a implantação foi a resistência dos operadores à mudança do modelo analógico para o digital. Acostumados ao registro manual em papel, parte das equipes demonstrou desconfiança em relação ao novo sistema e dificuldade inicial na adaptação aos terminais eletrônicos. Para superar essa barreira, a companhia adotou uma estratégia de capacitação em dois níveis complementares: treinamentos presenciais estruturados, nos quais os operadores foram instruídos sobre o funcionamento do sistema e a importância da quali-

dade dos dados inseridos; e acompanhamento contínuo no próprio chão de fábrica, com suporte in loco durante as primeiras semanas de operação. Conforme Gil (2026), a combinação de métodos de capacitação é essencial para garantir a adesão e a consolidação de novos processos em ambientes organizacionais com diferentes perfis de maturidade tecnológica.

A superação gradual dessa resistência foi determinante para o sucesso da implantação. À medida que os operadores passaram a visualizar nos painéis de *Business Intelligence* (BI) os indicadores gerados a partir de seus próprios apontamentos, como o OEE de sua linha ou posto de trabalho, o engajamento aumentou progressivamente, consolidando a cultura orientada por dados (*data-driven*) preconizada por Davenport (1998). O comparativo dos indicadores é apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – **Comparativo dos indicadores operacionais antes e após a implantação do sistema**

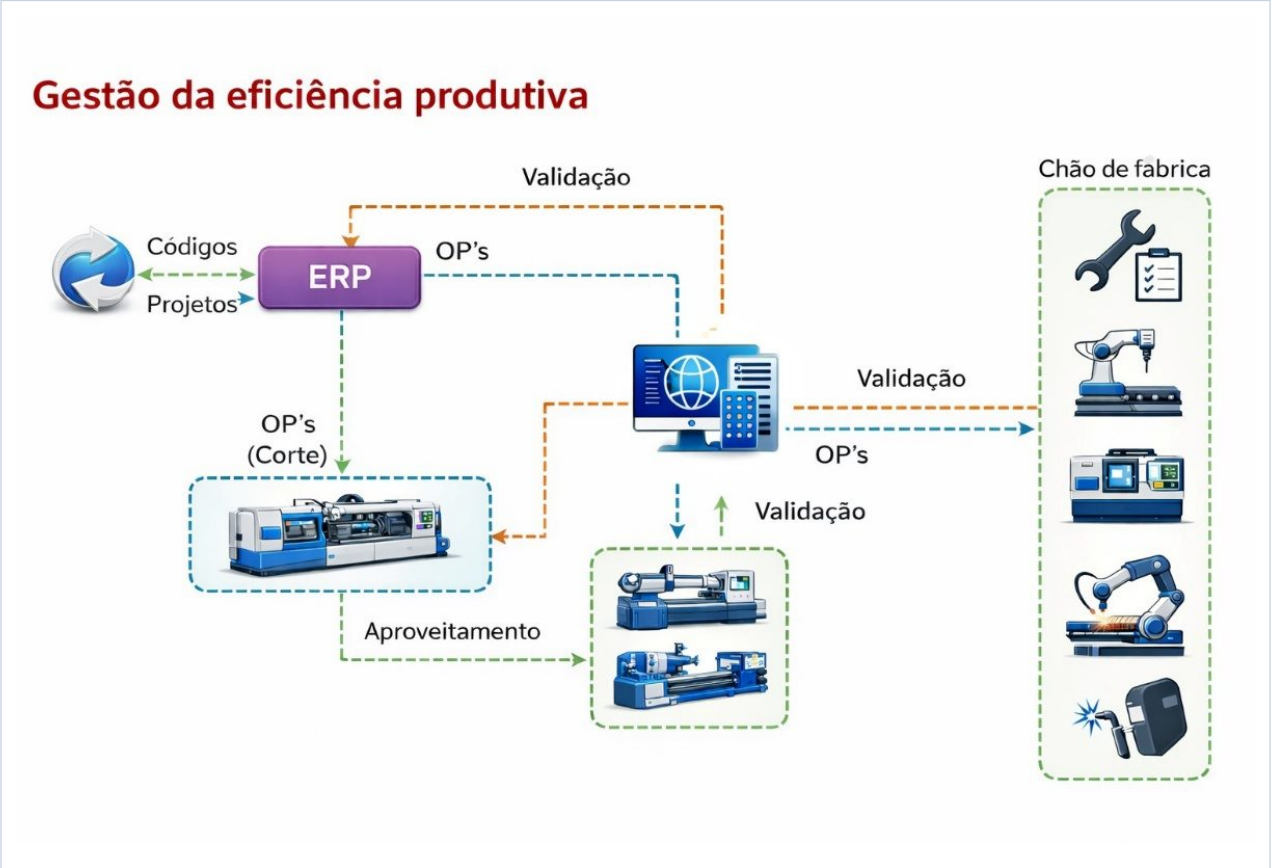
INDICADOR	ANTES	DEPOIS
Disponibilização das informações	3 Horas	Instantâneo
Erros de apontamento	12%	2%
Método de coleta	Manual	Integrado
Unidades fabris	-	4 unidades
Postos operacionais	-	57 postos

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

4.1 Arquitetura de integração e o novo fluxo de informação

Para materializar a comunicação bidirecional proposta no escopo, desenvolveu-se o modelo de Gestão da Eficiência Produtiva, ilustrado na Figura 2.

Figura 2 – Arquitetura de integração MES-ERP para a gestão da eficiência produtiva



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Conforme demonstrado na Figura 2, o sistema ERP atua como o nó central de planejamento e roteamento. Ao processar os códigos e projetos oriundos da engenharia, o ERP emite as Ordens de Produção (OP's) de forma digital diretamente para os terminais do Chão de Fábrica, contemplando os diversos centros de trabalho (representados pelos ícones de solda, usinagem/corte, montagem e pintura).

O avanço tecnológico e processual mais significativo reside no fluxo de retorno, identificado no diagrama como "Validação". Este vetor representa o apontamento eletrônico executado pelos operadores via sistema MES. Em vez de preencher formulários em papel ao fim do turno, a equipe fabril retroalimenta o ERP em tempo real com dados de produção, consumo de materiais, aproveitamento e refugo.

4.2 Impactos na acurácia dos dados e apuração do OEE

A consolidação do fluxo ilustrado na Figura 2 permitiu o alcance integral da meta primária deste projeto: a redução significativa da dependência das planilhas manuais físicas de apontamento de produção mitigou a latência da informação e reduziu as inconsistências inerentes à transcrição humana de dados. Ademais, a implementação do apontamento eletrônico padronizado viabilizou a extração contínua e fidedigna das variáveis necessárias para o cálculo do OEE (Eficiência Global do Equipamento). Com os tempos de parada (Disponibilidade), o ritmo de produção (Performance) e o índice de refugo (Qualidade) sendo registrados diretamente nos terminais, a companhia passou a dispor de uma base corporativa única.

Essa rastreabilidade completa e automatizada forneceu aos gestores painéis de *Business Intelligence* (BI) atualizados instantaneamente. Como resultado prático, as decisões relacionadas à manutenção preventiva, investimentos em novos equipamentos e planejamento de capacidade deixaram de ser baseadas em estimativas empíricas e passaram a ser fundamentadas em dados estatísticos robustos, elevando a previsibilidade e a sustentabilidade econômica das operações.

4.3 Desafios na implantação do sistema

O primeiro conjunto de resultados observados no estudo de caso destaca os principais desafios e dificuldades enfrentados antes e durante a implantação do Sistema de Monitoramento em Tempo Real (Quadro 2). Antes do projeto, o controle da produção era fortemente baseado em apontamento manual, realizado pelo líder da produção, o que gerava atraso na informação, maior risco de erros e fragilidade na tomada de decisão. A ausência de dados atualizados sobre a disponibilidade real das máquinas criava uma lacuna entre o planejado e o executado, comprometendo a gestão operacional.

Quadro 2 – Desafios e dificuldades na implantação

Tema principal	Descrição do desafio / situação inicial	Como foi tratado / solução adotada
Apontamento manual e ausência de dados em tempo real	Antes do sistema, o controle da produção era feito manualmente pelo líder, com alto risco de erro e atraso na informação.	Implantação de sistema de monitoramento em tempo real integrado ao chão de fábrica, reduzindo a dependência de registros em papel.
Tomada de decisão sem dados atualizados	Faltavam informações em tempo real sobre a disponibilidade real das máquinas, dificultando decisões estratégicas e operacionais.	O sistema passou a medir disponibilidade e desempenho das máquinas, apoiando a decisão com base em dados estatísticos.
Resistência cultural e adaptação dos colaboradores	A mudança de modelo analógico para digital exigiu adaptação cultural, com parte dos colaboradores relutante ou acostumada ao antigo processo.	Foi organizado treinamento específico e apoio contínuo no chão de fábrica para facilitar a transição.
Processo de treinamento e adoção do sistema	O sistema demandou esforço de treinamento e mudança de hábitos, devido à cultura organizacional arraigada no registro manual.	Foram realizados treinamentos estruturados e acompanhamento in loco para garantir a correta operação do sistema.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo alcançou o seu objetivo ao descrever e analisar a implantação de uma arquitetura integrada entre os sistemas MES e ERP, atrelada à adoção do indicador OEE, o que culminou na redução significativa da dependência dos controles manuais e no fortalecimento da gestão baseada em dados e na rastreabilidade das informações de produção.

A transição para este ecossistema digital respondeu de forma assertiva à necessidade de rastreabilidade completa das operações fabris, consolidando uma cultura de gestão orientada por fatos e métricas confiáveis (GQD). Como principais resultados, destaca-se o aumento significativo na previsibilidade operacional, permitindo que a companhia otimize recursos, reduza desperdícios e embase suas decisões estratégicas como planejamento de capacidade e investimentos em manutenção em uma base corporativa de dados robusta e em tempo real.

Entretanto, reconhece-se as limitações enfrentadas durante o desenvolvimento e a execução deste projeto, em que a principal barreira consistiu nas restrições orçamentárias e na forte dependência de investimentos em hardware e conectividade de rede para adequar o chão de fábrica ao novo modelo. Observou-se, ainda, a limitação de recursos humanos disponíveis, sobrecarregando

as equipes de TI e as áreas fabris durante a fase de transição. Além disso, as assimetrias na maturidade tecnológica e cultural entre as diferentes fábricas da companhia representaram um desafio, exigindo adaptações customizadas de processos para garantir a devida aderência ao sistema padrão. Como sugestão para pesquisas futuras, recomenda-se a investigação sobre a aplicação de algoritmos de Inteligência Artificial (IA) e *Machine Learning* sobre o *Data Warehouse* recém-criado.

REFERÊNCIAS

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração de produção e operações**: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2022.

DAVENPORT, Thomas H. Putting the enterprise into the enterprise system. **Harvard Business Review**, v. 76, n. 4, p. 121-131, jul./ago. 1998. Disponível em: https://hbr.org/1998/07/putting-the-enterprise-into-the-enterprise-system. Acesso em: 14 abr. 2026.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 8. ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2026.

HANSEN, Robert C. **Eficiência global dos equipamentos**: uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para o aumento dos lucros. Porto Alegre: Bookman, 2006.

IBERNOVA.COM. **O que é o OEE, como se calcula o OEE e como otimizá-lo?** [*S. l.*], 2019. Disponível em: https://ibernova.com/pt/blog/o-que-e-o-oee-como-se-calcula-o-oee-como-otimiza-lo/. Acesso em: 26 mar. 2026.

ISA – INTERNATIONAL SOCIETY OF AUTOMATION. **ANSI/ISA-95.00.01-2010 (IEC 62264-1 Mod)**: enterprise-control system integration: part 1: models and terminology. Research Triangle Park: ISA, 2010. Disponível em: https://www.isa.org/standards-and-publications/isa-standards/isa-ansi-isa-95-00-01-2010. Acesso em: 23 abr. 2026.

NAKAJIMA, Seiichi. **Introdução ao TPM**: total productive maintenance. São Paulo: IMC – International Machines Corporation, 1989.

SCHWAB, Klaus. **A quarta revolução industrial**. São Paulo: Edipro, 2019.

SLACK, Nigel; BRANDON-JONES, Alistair; BURGESS, Nicola. **Administração da produção**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2023.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Planejamento e controle da produção**: teoria e prática. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

YIN, Robert K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

Os conceitos e as opiniões expressos neste artigo são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

INTERFACE TECNOLÓGICA

TECNOLOGIA EM INFORMÁTICA
Interface Tecnológica · v. 23, n. 1, 2026 · p. 136–144
ISSN on-line 2447-0864 · ISSN impresso 1807-3980
https://doi.org/10.31510/infa.v23i1.2467

CYBER SEGURANÇA E PERÍCIA FORENSE

Cybersecurity and digital forensics

Stephanie Fortunato Tavares[1]

AUTORIA

[1] **Stephanie Fortunato Tavares**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
stephaniefortava@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0003-1335-9952

HISTÓRICO

Recebido	27/04/2026
Aceito	06/06/2026
Publicado	30/06/2026

COMO CITAR

TAVARES, S. F. Cyber segurança e perícia forense. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 23, n. 1, p. 136-144, 2026. DOI: 10.31510/infa.v23i1.2467.

LICENÇA

Artigo de acesso aberto distribuído sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

cc BY 4.0

RESUMO

O avanço das tecnologias da informação ampliou significativamente a dependência de sistemas digitais nas organizações, trazendo consigo novos desafios relacionados à segurança da informação. Nesse contexto, o analista de sistemas assume papel essencial na prevenção de vulnerabilidades, no desenvolvimento seguro de software e no suporte a investigações forenses. Este trabalho tem como objetivo analisar os fundamentos da segurança da informação, as práticas de desenvolvimento seguro, os aspectos da perícia digital em ambientes tecnológicos e a legislação brasileira aplicada à cibersegurança. A metodologia utilizada é de caráter bibliográfico e qualitativo. Conclui-se que a integração entre práticas técnicas e conformidade legal é fundamental para garantir a proteção de dados e a confiabilidade dos sistemas.

Palavras-chave: Segurança da informação. Desenvolvimento seguro. Perícia digital. LGPD. Analista de sistemas.

ABSTRACT

The advancement of information technologies has significantly increased the dependence of organizations on digital systems, bringing with it new challenges related to information security. In this context, the systems analyst plays a crucial role in preventing vulnerabilities, developing secure software, and supporting forensic investigations. This study aims to analyze the fundamentals of information security, secure development practices, aspects of digital forensics in technological environments, and Brazilian legislation applied to cybersecurity. The methodology used is bibliographic and qualitative in nature. It is concluded that the integration between technical practices and legal compliance is essential to ensure data protection and system reliability.

Keywords: Information security. Secure development. Digital forensics. LGPD. Systems analyst.

1 SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO E GOVERNANÇA

A segurança da informação é um dos principais pilares da gestão de sistemas modernos, sendo responsável por proteger dados contra acessos indevidos, alterações não autorizadas e indisponibilidade. Seus fundamentos estão baseados na chamada tríade CIA: confidencialidade, integridade e disponibilidade.

De acordo com Laudon e Laudon (2020, p. 312), “a segurança da informação envolve políticas, procedimentos e medidas técnicas destinadas a proteger os ativos informacionais de uma organização”. A confidencialidade assegura que apenas usuários autorizados tenham acesso às informações; a integridade garante que os dados permaneçam corretos e inalterados; e a disponibilidade assegura o acesso quando necessário.

Além desses princípios, a governança de segurança da informação estabelece diretrizes para alinhar a segurança aos objetivos organizacionais. Segundo a norma ISO/IEC 27001, a gestão da segurança deve ser baseada na análise de riscos e na implementação de controles adequados.

Nesse cenário, o analista de sistemas desempenha um papel estratégico, pois participa diretamente da implementação dessas políticas no desenvolvimento e manutenção de sistemas. Conforme Behl e Behl (2017, p. 58), "a governança eficaz de segurança depende tanto de políticas bem definidas quanto da correta implementação técnica dessas diretrizes".

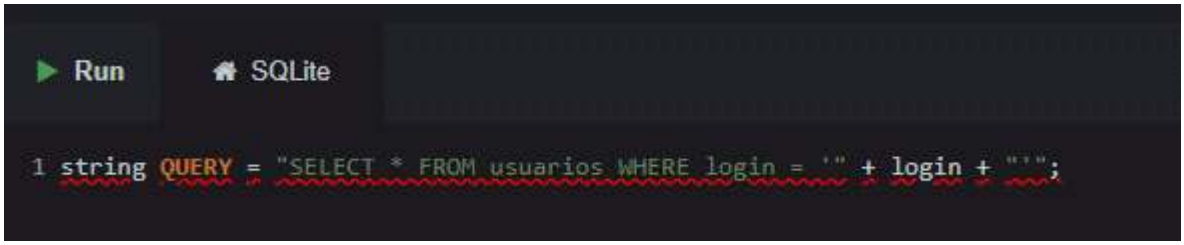
A auditoria também é um componente essencial, permitindo verificar se os controles estão sendo aplicados corretamente. Assim, a atuação do analista não se limita ao desenvolvimento, mas envolve também a garantia de conformidade e a melhoria contínua dos processos de segurança.

2 DESENVOLVIMENTO DE CÓDIGO SEGURO

O desenvolvimento de código seguro consiste na adoção de práticas que minimizem vulnerabilidades desde as fases iniciais do ciclo de vida do software. Falhas de segurança frequentemente decorrem de erros simples de programação, como ausência de validação de entrada ou uso inadequado de dados sensíveis.

Segundo McGraw (2006, p. 4), "a maioria dos problemas de segurança em software poderia ser evitada se práticas seguras fossem aplicadas desde o início do desenvolvimento". Entre as vulnerabilidades mais comuns destacam-se ataques de injeção, falhas de autenticação e exposição de dados.

Figura 1 – SQL Injection: forma incorreta

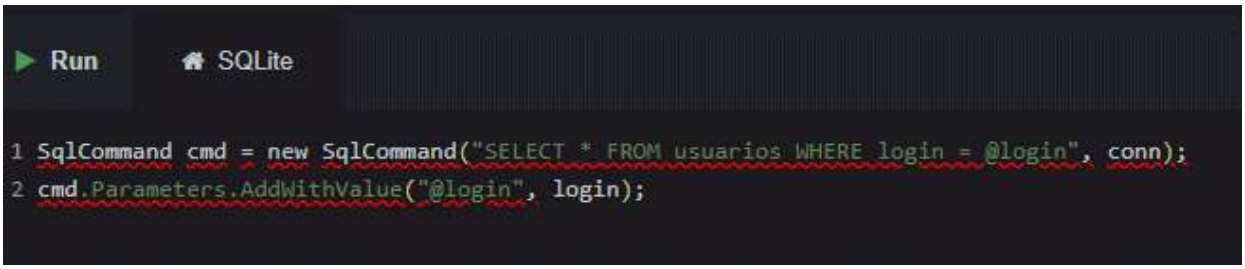


Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Um exemplo clássico é a vulnerabilidade de SQL Injection, causada pela construção inadequada de consultas:

Nesse caso, o sistema permite que o usuário insira comandos maliciosos. A forma correta de evitar esse problema é utilizar consultas parametrizadas:

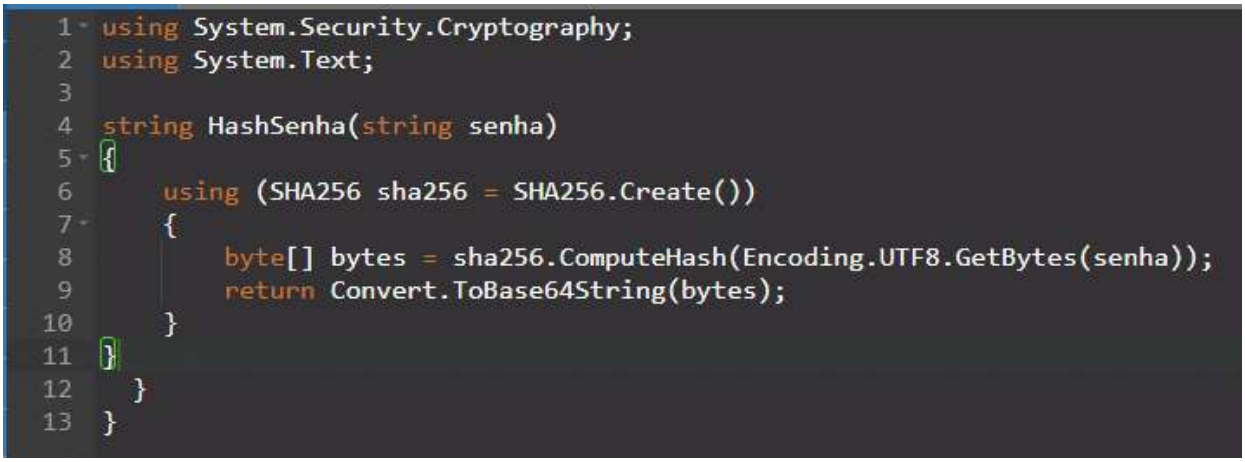
Figura 2 – SQL Injection: forma correta



Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

De acordo com a OWASP (2021), "consultas parametrizadas são uma das formas mais eficazes de prevenir ataques de injeção".

Figura 3 – Segurança em C#



Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Outro ponto crítico é o armazenamento de senhas. Conforme Kurose e Ross (2021, p. 45), "senhas nunca devem ser armazenadas em texto puro, devendo ser protegidas por funções de hash seguras". Um exemplo simples de proteção seria:

O analista de sistemas deve ainda adotar práticas como autenticação multifator, controle de acesso e registro de logs. Essas ações não apenas aumentam a segurança, mas também facilitam auditorias e investigações futuras.

3 PERÍCIA DIGITAL EM AMBIENTES EM NUVEM

A perícia digital consiste no conjunto de técnicas e procedimentos utilizados para identificar, coletar, preservar, analisar e apresentar evidências digitais de forma juridicamente válida. Sua aplicação torna-se indispensável no contexto atual, marcado pelo crescimento exponencial de crimes cibernéticos e pela digitalização de processos organizacionais.

De acordo com Casey (2011, p. 7), "a evidência digital deve ser coletada e preservada de forma que sua integridade seja mantida, garantindo sua admissibilidade em tribunal". Esse princípio está diretamente relacionado à cadeia de custódia, que assegura a rastreabilidade da evidência

desde sua coleta até sua apresentação em juízo, evitando qualquer tipo de contaminação ou adulteração.

Nesse contexto, a atuação do analista de sistemas torna-se estratégica, pois é ele quem projeta e implementa sistemas capazes de registrar eventos relevantes com precisão. Logs de sistema, trilhas de auditoria e registros de acesso são fundamentais para reconstruir incidentes de segurança. Um exemplo típico de log pode ser observado a seguir:

2025-03-10 02:14:33 - login_failed - usuario: admin - IP: 185.23.45.12

Esse tipo de registro permite identificar padrões suspeitos, como tentativas repetidas de acesso, indicando possíveis ataques de força bruta. Conforme Carrier (2005, p. 120), "a análise de logs é frequentemente o ponto de partida para a reconstrução de incidentes de segurança".

Com a adoção crescente da computação em nuvem, a perícia digital passou a enfrentar desafios adicionais. Entre eles destacam-se a descentralização dos dados, a volatilidade das informações e a dependência de provedores externos. Segundo Behl e Behl (2017, p. 143), "a computação em nuvem introduz complexidades na aquisição de evidências devido à falta de controle físico sobre a infraestrutura".

Além disso, questões legais relacionadas à jurisdição e à localização dos dados tornam o processo pericial ainda mais complexo. Em muitos casos, as informações podem estar armazenadas em servidores localizados em diferentes países, exigindo cooperação internacional para acesso às evidências.

Outro ponto relevante é a necessidade de ferramentas especializadas para análise forense, capazes de lidar com grandes volumes de dados e identificar padrões ocultos. A automação desse processo tem se mostrado essencial, especialmente em ambientes corporativos.

3.1 Perícia digital e crimes cibernéticos com o uso de inteligência artificial

O avanço da Inteligência Artificial (IA) trouxe benefícios significativos para a área de tecnologia, mas também abriu novas possibilidades para a prática de crimes cibernéticos, tornando o trabalho pericial ainda mais complexo e desafiador.

Entre os principais crimes associados ao uso de IA, destacam-se os chamados *deepfakes*, que consistem na criação de vídeos, áudios ou imagens falsificadas com alto grau de realismo. Segundo Chesney e Citron (2019, p. 1753), "os deepfakes representam uma ameaça significativa à confiança na informação digital, podendo ser utilizados para fraudes, manipulação política e extorsão".

Outro exemplo relevante envolve ataques automatizados, nos quais algoritmos de IA são utilizados para explorar vulnerabilidades em sistemas de forma mais rápida e eficiente. Esses ataques podem incluir:

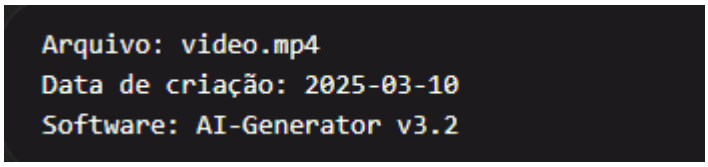
- Tentativas automatizadas de invasão (ataques de força bruta inteligentes);
- Phishing altamente personalizado;
- Geração de códigos maliciosos adaptativos.

Além disso, a IA também pode ser utilizada para análise de comportamento de usuários, permitindo ataques mais sofisticados e difíceis de detectar. Conforme Russell e Norvig (2021, p. 1021), "sistemas baseados em IA podem aprender padrões e adaptar estratégias, o que aumenta significativamente o potencial de uso malicioso".

Do ponto de vista da perícia digital, a identificação desses crimes exige técnicas mais avançadas. No caso de deepfakes, por exemplo, peritos utilizam análise de inconsistências em pixels, padrões de compressão e assinaturas digitais para verificar a autenticidade de arquivos.

Um exemplo prático de análise pode envolver a verificação de metadados de um arquivo:

Figura 4 – Verificação de arquivo



Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Essas informações podem indicar a utilização de ferramentas automatizadas na criação do conteúdo, servindo como evidência em investigações.

Nesse cenário, o analista de sistemas assume um papel ainda mais relevante, sendo responsável por:

- Implementar mecanismos de detecção de atividades anômalas;
- Garantir a integridade dos registros digitais;
- Desenvolver sistemas resilientes a ataques automatizados;
- Apoiar a coleta de evidências confiáveis.

Além disso, a integração entre segurança da informação, desenvolvimento seguro e perícia digital torna-se essencial para enfrentar os desafios impostos pela evolução tecnológica.

Conclui-se, portanto, que a perícia digital não apenas acompanha a evolução da tecnologia, mas também precisa se adaptar continuamente às novas ameaças, especialmente aquelas potencializadas pela Inteligência Artificial.

4 LEGISLAÇÃO E CIBERSEGURANÇA

A legislação brasileira voltada à cibersegurança tem evoluído de forma significativa nas últimas décadas, acompanhando o avanço das tecnologias digitais e o aumento expressivo de incidentes de segurança. Esse conjunto normativo busca não apenas proteger dados pessoais, mas também estabelecer responsabilidades legais para organizações e indivíduos no ambiente digital.

Um dos principais marcos regulatórios nesse cenário é a Lei Geral de Proteção de Dados (Lei nº 13.709/2018), que introduziu no Brasil um modelo estruturado de governança de dados. Conforme destaca Doneda (2020, p. 85), “a LGPD estabelece um novo paradigma de proteção de dados no Brasil, baseado na responsabilidade, transparência e no respeito aos direitos fundamentais”.

A LGPD define princípios essenciais, como finalidade, adequação, necessidade, livre acesso, qualidade dos dados e segurança. Na prática, isso exige que sistemas sejam desenvolvidos com mecanismos de proteção desde sua concepção, conceito conhecido como *privacy by design*. Segundo Bioni (2019, p. 102), “a proteção de dados deve ser incorporada ao ciclo de vida dos sistemas, e não tratada como um elemento adicional posterior”.

Nesse contexto, o analista de sistemas assume papel fundamental ao implementar soluções técnicas que garantam a conformidade legal. Um exemplo claro é a utilização de criptografia para proteção de dados sensíveis:

Figura 5 – Erro de criptografia

```
using System.Security.Cryptography;
using System.Text;

string Criptografar(string texto)
{
    using (Aes aes = Aes.Create())
    {
        var encryptor = aes.CreateEncryptor(aes.Key, aes.IV);
        byte[] bytes = Encoding.UTF8.GetBytes(texto);
        return Convert.ToBase64String(encryptor.TransformFinalBlock(bytes, 0, bytes.Length));
    }
}
```

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

A adoção de criptografia atende diretamente ao princípio da segurança previsto na LGPD, que determina a utilização de medidas técnicas e administrativas aptas a proteger os dados contra acessos não autorizados (BRASIL, 2018).

Além da LGPD, o Marco Civil da Internet (Lei nº 12.965/2014) estabelece diretrizes fundamentais para o uso da internet no Brasil. A legislação determina, por exemplo, a obrigatoriedade da guarda de registros de acesso, que devem ser armazenados de forma segura e sigilosa. Conforme o texto legal, "o provedor de aplicações de internet deverá manter os registros de acesso sob sigilo, em ambiente controlado e de segurança" (BRASIL, 2014).

Esses registros possuem grande relevância em investigações de crimes digitais, pois permitem rastrear atividades e identificar possíveis responsáveis por incidentes. A ausência ou falha na coleta desses dados pode comprometer diretamente processos judiciais.

Outro importante instrumento legal é a Lei nº 12.737/2012, conhecida como Lei Carolina Dieckmann, que tipifica crimes relacionados à invasão de dispositivos informáticos. Essa legislação surgiu após o vazamento de imagens pessoais da atriz Carolina Dieckmann, evidenciando a necessidade de proteção jurídica no ambiente digital.

Casos reais demonstram a relevância dessas legislações. Um exemplo marcante foi o ataque cibernético sofrido pela empresa brasileira de e-commerce Submarino, em 2022, que resultou na indisponibilidade do sistema após um ataque do tipo ransomware. Esse incidente evidenciou a importância de políticas de segurança, backups e planos de resposta a incidentes.

Outro caso relevante ocorreu com o Superior Tribunal de Justiça (STJ), que foi alvo de um ataque hacker em 2020, comprometendo seus sistemas internos. Segundo informações divulgadas na época, o ataque utilizou técnicas avançadas de invasão, reforçando a necessidade de mecanismos robustos de segurança e monitoramento.

Além disso, ataques envolvendo vazamento de dados pessoais têm se tornado frequentes no Brasil. O megavazamento de dados ocorrido em 2021, que expôs informações de milhões de brasileiros, demonstrou a fragilidade de sistemas e a importância da aplicação efetiva da LGPD.

De acordo com Pinheiro (2021, p. 132), “a proteção de dados não é apenas uma exigência legal, mas um diferencial competitivo e um fator essencial para a confiança do usuário”. Nesse sentido, organizações que investem em segurança tendem a se destacar no mercado.

Do ponto de vista técnico, o analista de sistemas deve implementar controles como:

- Criptografia de dados em trânsito e em repouso;
- Controle de acesso baseado em perfis;
- Registro e monitoramento de atividades (logs);
- Políticas de autenticação forte;
- Gestão de vulnerabilidades.

Essas práticas não apenas garantem conformidade com a legislação, mas também fortalecem a postura de segurança da organização.

Outro aspecto importante é a responsabilização em caso de incidentes. A LGPD prevê sanções administrativas que incluem advertências, multas e até a suspensão das atividades de tratamento de dados. Segundo Bioni (2019, p. 145), “a responsabilização incentiva a adoção de boas práticas e a criação de uma cultura organizacional voltada à proteção de dados”.

Dessa forma, observa-se que a legislação brasileira de cibersegurança não atua de forma isolada, mas integrada a práticas técnicas e organizacionais. O analista de sistemas, nesse cenário, desempenha um papel essencial ao traduzir requisitos legais em soluções tecnológicas eficazes.

Conclui-se, portanto, que a conformidade legal em cibersegurança depende diretamente da implementação de boas práticas no desenvolvimento de sistemas, sendo indispensável a atuação qualificada do profissional de tecnologia para garantir a proteção de dados e a segurança digital.

5 ESTUDO DE CASO

A análise de casos reais é fundamental para compreender a aplicação prática dos conceitos de segurança da informação, desenvolvimento seguro e perícia digital. Um dos incidentes mais relevantes no contexto brasileiro foi o ataque cibernético sofrido pelo Superior Tribunal de Justiça (STJ), em novembro de 2020.

O ataque comprometeu significativamente a infraestrutura tecnológica do tribunal, resultando na paralisação de sistemas internos e externos, incluindo o acesso a processos judiciais. De acordo com informações divulgadas pelo próprio órgão, tratou-se de um ataque sofisticado, com indícios de utilização de ransomware, que consiste no sequestro de dados mediante criptografia maliciosa.

Segundo relato técnico divulgado à época, “o ataque afetou múltiplos servidores e exigiu o desligamento preventivo da rede para contenção do incidente” (STJ, 2020). Esse tipo de ação é comum em cenários onde há risco de propagação lateral dentro da infraestrutura.

Do ponto de vista da perícia digital, a investigação de um incidente dessa natureza envolve diversas etapas. Inicialmente, é realizada a contenção do ataque, isolando sistemas comprometidos para evitar a continuidade da invasão. Em seguida, inicia-se o processo de coleta de evidências digitais, que inclui logs de acesso, registros de rede e imagens de disco dos servidores afetados.

Um exemplo de registro analisado em cenários semelhantes pode ser representado da seguinte forma:

2020-11-03 01:45:12 - acesso_suspeito - usuário: admin - IP: 203.0.113.45

2020-11-03 01:47:33 - execução_remota - arquivo: ransomware.exe

Esses registros permitem identificar o momento inicial da invasão, bem como as ações realizadas pelo atacante dentro do sistema. Conforme Carrier (2005, p. 134), "a correlação de eventos é essencial para reconstruir a linha do tempo de um incidente".

No caso do STJ, a investigação indicou que o ataque pode ter explorado vulnerabilidades existentes ou credenciais comprometidas, possibilitando o acesso inicial ao ambiente. A partir disso, os invasores realizaram movimentação lateral, ampliando o alcance do ataque dentro da rede.

A atuação da perícia digital nesse contexto envolve não apenas a identificação da origem do ataque, mas também a análise do impacto causado e a recuperação de dados. Segundo Casey (2011, p. 89), "a resposta a incidentes deve ser conduzida de forma estruturada, garantindo a preservação das evidências e a continuidade das operações".

Outro aspecto relevante é a importância dos backups. Em ataques de ransomware, a existência de cópias seguras e atualizadas dos dados pode evitar perdas irreversíveis. No caso analisado, a recuperação dos sistemas dependia diretamente da integridade dessas cópias.

Além disso, a investigação pode envolver a análise de artefatos digitais, como:

- Arquivos maliciosos executados no sistema;
- Registros de autenticação;
- Tráfego de rede;
- Metadados de arquivos.

Esses elementos auxiliam na identificação da técnica utilizada pelo atacante e na construção de evidências que podem ser utilizadas em processos judiciais.

Do ponto de vista do analista de sistemas, esse caso evidencia a importância de práticas preventivas, como:

- Implementação de autenticação multifator;
- Atualização constante de sistemas (patch management);
- Monitoramento contínuo de eventos;
- Segmentação de rede;
- Registro detalhado de logs.

Conforme Behl e Behl (2017, p. 167), "a prevenção continua sendo a estratégia mais eficaz contra ataques cibernéticos, especialmente quando combinada com monitoramento e resposta rápida".

Além disso, a conformidade com a legislação, como a LGPD, também se torna relevante, pois incidentes de segurança que envolvam dados pessoais podem gerar sanções legais.

O caso do STJ demonstra como ataques cibernéticos podem impactar instituições críticas e reforça a necessidade de integração entre segurança da informação, desenvolvimento seguro e perícia digital.

Conclui-se que a análise forense de incidentes reais não apenas contribui para a responsabilização dos envolvidos, mas também fornece subsídios para o aprimoramento das práticas de segurança, sendo essencial para a evolução da área de tecnologia da informação.

6 CONCLUSÃO

A segurança da informação tornou-se um elemento essencial no contexto atual, diante do aumento de ameaças digitais e da crescente dependência de sistemas tecnológicos. Ao longo deste trabalho, evidenciou-se a importância da integração entre desenvolvimento seguro, perícia digital e conformidade com a legislação brasileira.

A adoção de boas práticas de programação contribui diretamente para a redução de vulnerabilidades, enquanto a perícia digital permite a identificação e análise de incidentes de forma tecnicamente e juridicamente válida. Conforme Casey (2011, p. 7), a preservação da integridade das evidências é fundamental para sua utilização em processos legais.

No âmbito jurídico, normas como a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) e o Marco Civil da Internet reforçam a necessidade de proteção dos dados e responsabilização em casos de falhas de segurança. Segundo Doneda (2020, p. 85), a LGPD estabelece um modelo baseado na transparência e responsabilidade.

Dessa forma, conclui-se que o analista de sistemas desempenha papel fundamental na implementação de soluções seguras e na adequação às exigências legais, sendo peça-chave na construção de ambientes digitais mais seguros e confiáveis.

REFERÊNCIAS

BEHL, A.; BEHL, K. **Cybersecurity and cyberwar**: what everyone needs to know. Oxford: Oxford University Press, 2017.

BRASIL. **Lei nº 12.737, de 30 de novembro de 2012**. Dispõe sobre crimes informáticos.

BRASIL. **Lei nº 12.965, de 23 de abril de 2014**. Marco Civil da Internet.

BRASIL. **Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018**. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD).

CARRIER, Brian. **File system forensic analysis**. Boston: Addison-Wesley, 2005.

CASEY, Eoghan. **Digital evidence and computer crime**. 3. ed. [*S. l.*]: Academic Press, 2011.

DONEDA, Danilo. **Da privacidade à proteção de dados pessoais**. Rio de Janeiro: Forense, 2020.

KUROSE, James; ROSS, Keith. **Redes de computadores e a Internet**. 7. ed. São Paulo: Pearson, 2021.

LAUDON, Kenneth; LAUDON, Jane. **Sistemas de informação gerenciais**. 16. ed. São Paulo: Pearson, 2020.

MCGRAW, Gary. **Software security**: building security in. Boston: Addison-Wesley, 2006.

OWASP. **OWASP Top 10 – 2021**. [*S. l.*], 2021. Disponível em: https://owasp.org. Acesso em: 2026.

PINHEIRO, Patricia Peck. **Direito digital**. São Paulo: Saraiva, 2021.

STALLINGS, William. **Criptografia e segurança de redes**. 7. ed. São Paulo: Pearson, 2018.

Os conceitos e as opiniões expressos neste artigo são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

INTERFACE TECNOLÓGICA

TECNOLOGIA EM INFORMÁTICA
Interface Tecnológica · v. 23, n. 1, 2026 · p. 145–149
ISSN on-line 2447-0864 · ISSN impresso 1807-3980
https://doi.org/10.31510/infa.v23i1.2479

ACESSIBILIDADE EM PLATAFORMAS DE ENSINO REMOTO: inclusão digital na educação online

Accessibility in remote learning platforms: digital inclusion in online education

Murillo Araujo de Jesus[1], **Daniela Gibertoni**[2]

AUTORIA

[1] **Murillo Araujo de Jesus**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
maraujp4@gmail.comfaculdade
ORCID: https://orcid.org/0009-0001-3638-219X

[2] **Daniela Gibertoni**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
daniela.gibertoni@fatectq.edu.br
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8046-0968

HISTÓRICO

Recebido	28/04/2026
Aceito	03/06/2026
Publicado	30/06/2026

COMO CITAR

JESUS, M. A. de; GIBERTONI, D. Acessibilidade em plataformas de ensino remoto: inclusão digital na educação online. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 23, n. 1, p. 145-149, 2026. DOI: 10.31510/infa.v23i1.2479.

LICENÇA

Artigo de acesso aberto distribuído sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

cc BY 4.0

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo analisar a eficiência, a acessibilidade e a inclusão em plataformas de ensino remoto, considerando o contexto de expansão da educação a distância e a necessidade de atender a públicos diversos. A metodologia adotada baseia-se em revisão bibliográfica e análise descritiva de estudos sobre inclusão digital e diretrizes de acessibilidade, com destaque para as recomendações das WCAG. Os resultados evidenciam que, embora as plataformas ampliem o acesso à educação, ainda apresentam barreiras significativas para usuários com deficiências físicas, auditivas, visuais e cognitivas, além de indivíduos com transtornos como autismo, dislexia e TDAH. Observou-se que dificuldades relacionadas à navegação, ausência de recursos adaptativos, linguagem pouco clara e excesso de estímulos visuais comprometem a experiência de aprendizagem. Em contrapartida, a adoção de práticas como simplificação do design, uso de tecnologias assistivas, disponibilização de conteúdos multimodais e padronização das interfaces contribui significativamente para a inclusão. Conclui-se que a efetividade das plataformas de ensino remoto depende da implementação contínua de melhorias baseadas nas necessidades dos usuários, bem como do cumprimento de princípios fundamentais de acessibilidade, garantindo um ambiente educacional mais equitativo e acessível para todos.

Palavras-chave: Educação a distância. Acessibilidade digital. Inclusão. Plataformas de ensino remoto. Tecnologias assistivas.

ABSTRACT

This study aims to analyze the efficiency, accessibility, and inclusion of remote learning platforms within the context of the expansion of distance education and the need to serve diverse audiences. The methodology is based on a bibliographic review and a descriptive analysis of studies related to digital inclusion and accessibility guidelines, with emphasis on the Web Content Accessibility Guidelines (WCAG). The results indicate that, although these platforms broaden access to education, they still present significant barriers for users with physical, auditory, visual, and cognitive disabilities, as well as for individuals with conditions such as autism, dyslexia, and ADHD. Difficulties related to navigation, lack of adaptive features, unclear language, and excessive visual stimuli negatively impact the learning experience. On the other hand, the adoption of practices such as simplified design, assistive technologies, multimodal content, and standardized interfaces significantly contributes to inclusion. It is concluded that the effectiveness of remote learning platforms depends on continuous improvements based on user needs, as well as adherence to fundamental accessibility principles, ensuring a more equitable and accessible educational environment for all.

Keywords: Distance education. Digital accessibility. Inclusion. Remote learning platforms. Assistive technologies.

1 INTRODUÇÃO

Com o aumento e consolidação das plataformas e aplicativos de ensino remoto, surge a necessidade de avaliar a eficiência e a capacidade dessas ferramentas em oferecer um ambiente educacional inclusivo, acessível e funcional para todos os públicos. Embora a educação a distância tenha ampliado significativamente o acesso ao conhecimento, ainda existem desafios relacionados à diversidade de perfis de estudantes, incluindo aqueles com limitações físicas, cognitivas ou tecnológicas. Diante desse cenário, o problema de pesquisa que orienta este estudo é: **as plataformas de ensino remoto atualmente oferecem acessibilidade e inclusão adequadas para todos os usuários, considerando suas diferentes necessidades e limitações?**

O objetivo deste artigo é analisar os recursos de acessibilidade, as práticas de inclusão digital e a eficiência das plataformas de ensino remoto, identificando barreiras enfrentadas por alunos com diferentes tipos de deficiência e propondo recomendações para a melhoria desses ambientes. A relevância do estudo reside na promoção de um ensino mais equitativo, considerando que a democratização do acesso à educação depende da adaptação dessas tecnologias às necessidades de todos os estudantes.

Para alcançar esses objetivos, a pesquisa foi conduzida por meio de **revisão bibliográfica qualitativa**, analisando artigos, diretrizes de acessibilidade digital, normas da Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) e relatos sobre experiências de usuários em plataformas de ensino remoto. Parte-se da hipótese de que, apesar dos avanços tecnológicos e regulamentações, muitas plataformas ainda apresentam barreiras significativas de acessibilidade que comprometem a inclusão plena dos estudantes.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Educação a distância e inclusão digital

A educação a distância tem se consolidado como um meio de ampliar o acesso ao conhecimento, atendendo a diferentes públicos, incluindo trabalhadores, mães e pessoas com limitações físicas ou cognitivas (PASCHOAL; SOARES; COSTA, 2024; REVISTA TÓPICOS, 2021). Plataformas de ensino remoto devem oferecer recursos claros e suporte adequado, garantindo que todos os alunos consigam extrair o máximo de sua experiência educacional.

2.2 Eficiência das plataformas de ensino remoto

A eficiência de uma plataforma pode ser avaliada pelo acesso completo aos conteúdos e materiais, pela capacidade de suportar uploads de vídeos, configurações adaptáveis para diferentes limitações (auditivas, visuais, cognitivas) e pela comunicação inclusiva para múltiplos perfis de usuários. Monitoramento contínuo via testes, depoimentos e feedback dos usuários é fundamental para identificar melhorias necessárias.

2.3 Barreiras enfrentadas por alunos com deficiência

- Deficiências físicas: dificuldades com o uso de mouse ou teclado exigem navegação simplificada, botões grandes e instruções claras.
- Deficiência auditiva: ausência de legendas, intérpretes de Libras e opções de amplificação sonora prejudica o aprendizado.

- Deficiência intelectual: conteúdos desorganizados e excesso de elementos visuais dificultam a compreensão.
- Deficiência visual: falta de descrição em imagens e gráficos, vídeos sem áudio alternativo e CAPTCHAs inacessíveis.
- Transtorno do espectro autista: conteúdo não padronizado e excesso de estímulos visuais/sonoros dificultam a interpretação.
- Dislexia: textos longos, formatação inadequada e fontes decorativas dificultam a leitura.
- TDAH: elementos visuais ou sonoros excessivos geram distração.

2.4 Princípios de acessibilidade digital (WCAG)

As diretrizes WCAG indicam que o conteúdo deve ser:

- Perceptível – informações acessíveis a todos os usuários;
- Operável – fácil de navegar e interagir;
- Compreensível – linguagem clara e objetiva;
- Robusto – compatível com tecnologias assistivas.

2.5 Boas práticas de acessibilidade

- Ambientes virtuais: vídeos, áudios e descrições claras;
- Materiais educacionais: padronização, cores contrastantes, descrição de imagens e links;
- Apresentações de slides: simplicidade, títulos claros, autodescrição de imagens e figuras, evitar excesso de movimento ou texto;
- Plataformas digitais: escuta ativa dos usuários, melhorias contínuas e cumprimento das normas de acessibilidade.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa é de caráter qualitativo e bibliográfico, baseada em análise de artigos, livros e normas técnicas relacionadas à educação a distância e acessibilidade digital. A coleta de dados envolveu:

- Levantamento de estudos sobre barreiras de acessibilidade em plataformas de ensino remoto;
- Análise das diretrizes da WCAG e sua aplicabilidade em ambientes virtuais;
- Comparação de soluções propostas por autores e relatos de usuários de diferentes perfis;
- Sistematização das boas práticas para tornar plataformas mais inclusivas e funcionais.

Essa metodologia permite identificar padrões, limitações e oportunidades de melhoria sem a necessidade de aplicação direta em campo, sendo adequada para o objetivo exploratório do estudo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise mostra que, apesar de avanços significativos, muitas plataformas de ensino remoto ainda apresentam barreiras que limitam a inclusão de alunos com diferentes deficiências.

- Recursos como legendas, intérpretes de Libras, vídeos com áudio alternativo, interfaces simples e navegação adaptável são escassos em muitas plataformas;
- A padronização de conteúdos, cores contrastantes, fontes legíveis e layouts claros melhora a compreensão, especialmente para disléxicos, pessoas com TDAH ou deficiências cognitivas;
- Feedback e monitoramento contínuos são ferramentas essenciais para identificar problemas e implementar melhorias, garantindo que a plataforma evolua conforme as necessidades dos usuários.

Em síntese, a eficácia de uma plataforma depende não apenas da tecnologia, mas da adaptação às demandas de acessibilidade e inclusão digital, confirmando a hipótese inicial de que barreiras ainda existem, apesar das normas e avanços disponíveis.

5 CONCLUSÃO

Este estudo evidenciou que, embora as plataformas de ensino remoto ampliem o acesso à educação, ainda há lacunas significativas de acessibilidade e inclusão digital. Os principais resultados indicam que:

- Muitos recursos necessários para alunos com deficiência ainda são insuficientes;
- A padronização de conteúdos e o design inclusivo são determinantes para a eficácia das plataformas;
- A participação ativa de professores e suporte técnico são essenciais para o sucesso da aprendizagem.

Conclui-se que a implementação consistente de boas práticas de acessibilidade, alinhada às diretrizes WCAG, é fundamental para garantir a inclusão plena e equitativa na educação online. Pesquisas futuras podem investigar a aplicação prática dessas diretrizes em diferentes plataformas e coletar dados quantitativos sobre o impacto da acessibilidade no desempenho dos alunos.

REFERÊNCIAS

EDUCAÇÃO a distância cresce e revoluciona o ensino superior. **G1**, Paraná, 1 nov. 2024. Disponível em: https://g1.globo.com/pr/parana/especial-publicitario/uniopet/opet-inovacao-em-rede/noticia/2024/11/01/educacao-a-distancia-cresce-e-revoluciona-o-ensino-superior.ghtml. Acesso em: 21 out. 2025.

EVANGELISTA, Joana de Lourdes. Inclusão na educação a distância: um olhar crítico sobre tecnologias, metodologias e políticas públicas. **Revista Tópicos**, Ciências Sociais Aplicadas, 16 jun. 2025. Disponível em: https://revistatopicos.com.br/artigos/inclusao-na-educacao-a-distancia-um-olhar-critico-sobre-tecnologias-metodologias-e-politicas-publicas. Acesso em: 21 out. 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA; BRASIL. Ministério da Educação. **MEC e Inep divulgam resultado do Censo Superior 2023**. Brasília, DF: Inep, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/inep/pt-br/centrais-de-conteudo/noticias/censo-da-educacao-superior/mec-e-inep-divulgam-resultado-do-censo-superior-2023. Acesso em: 21 out. 2025.

MINISTÉRIO DOS DIREITOS HUMANOS E DA CIDADANIA; INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Direitos Humanos e IBGE mobilizam esforços para produção de novos dados estatísticos sobre pessoas com deficiência / IBGE divulga censo sobre pessoas com deficiência no Brasil**. Brasília, DF: MDHC, 2024–2025. Disponível em: https://www.gov.br/mdh/pt-br/assuntos/noticias/2025/maio/pela-primeira-vez-ibge-divulga-dados-sobre-pessoas-com-deficiencia-no-brasil. Acesso em: 21 out. 2025.

NEGRÃO, Patrícia Muratori de Lima e Silva; VALADÃO, Michelle Nave. **Acessibilidade no ensino remoto e na educação a distância**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2021. *E-book*. Disponível em: https://upi.ufv.br/wp-content/uploads/2021/04/Ebook-ACESSIBILIDADE-NO-ENSINO-REMOTO-E-EDUCACAO-A-DISTANCIA-1.pdf. Acesso em: 21 out. 2025.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. **16 – Acessibilidade e inclusão**. Campinas: Equipe EA2, 2024. Disponível em: https://www.ea2.unicamp.br/ensino-digital-3/15-acessibilidade-e-inclusao/. Acesso em: 21 out. 2025.

WORLD WIDE WEB CONSORTIUM. **Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1**. Cambridge: W3C, 2018. Disponível em: https://www.w3.org/TR/WCAG21/. Acesso em: 21 out. 2025.

Os conceitos e as opiniões expressos neste artigo são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

INTERFACE TECNOLÓGICA

SEÇÃO 02

TECNOLOGIA EM GESTÃO EMPRESARIAL

5 artigos

VOLUME 23 · NÚMERO 1 · 2026

INTERFACE TECNOLÓGICA

TECNOLOGIA EM GESTÃO EMPRESARIAL
Interface Tecnológica · v. 23, n. 1, 2026 · p. 151–158
ISSN on-line 2447-0864 · ISSN impresso 1807-3980
https://doi.org/10.31510/infa.v23i1.2403

A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADA AO GERENCIAMENTO DE PROJETO: análise do acesso ao conhecimento científico produzido

Artificial intelligence applied to project management: an analysis of access to produced scientific knowledge

Rafael Rodrigo Ferreira de Lima[1]

AUTORIA

[1] **Rafael Rodrigo Ferreira de Lima**
IF Goiano Campos Belos – GO – Brasil
rafaelarielrodrigo@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9485-9283

HISTÓRICO

Recebido	22/03/2026
Aceito	04/06/2026
Publicado	30/06/2026

COMO CITAR

LIMA, R. R. F. de. A inteligência artificial aplicada ao gerenciamento de projeto: análise do acesso ao conhecimento científico produzido. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 23, n. 1, p. 151-158, 2026. DOI: 10.31510/infa.v23i1.2403.

LICENÇA

Artigo de acesso aberto distribuído sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

cc BY 4.0

RESUMO

A transformação digital e a revolução provocada pela popularização da Inteligência Artificial no cotidiano de indivíduos e organizações expõem paradigmas e dificuldades de acesso à informação. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é compreender como ocorre o processo essencial de publicidade dos produtos científicos relacionados à Inteligência Artificial e ao Gerenciamento de Projeto. A metodologia empregada compreendeu a coleta de dados secundários em bases de dados financiadas por recursos públicos e que são reconhecidas como repositórios oficiais. Os dados foram coletados e analisados de acordo com a aderência ao escopo da pesquisa e tratados qualitativamente para a análise devida. Os resultados indicam uma dessincronia entre a produção científica e a devida publicidade; além disso, foi verificado um baixo volume de produtos que abordam tal temática e que podem ser acessados pela sociedade. Conclui-se que há um abismo entre a produção científica nacional e o acesso à essa produção científica nos canais de distribuição considerados oficiais e que são mantidos pelo poder público, com recursos públicos, prejudicando o desenvolvimento nacional.

Palavras-chave: Inteligência artificial. Gestão de projeto. Soberania digital.

ABSTRACT

The digital transformation and the revolution brought about by the popularization of Artificial Intelligence in the daily lives of individuals and organizations expose paradigms and difficulties in accessing information. Therefore, the objective of this work is to understand how the essential process of publicizing scientific products related to Artificial Intelligence and Project Management occurs. The methodology employed comprised the collection of secondary data from databases funded by public resources and recognized as official repositories. The data were collected and analyzed according to their relevance to the research scope and treated qualitatively for proper analysis. The results indicate a desynchronization between scientific production and its proper dissemination; furthermore, a low volume of products addressing this theme and accessible to society was observed. It is concluded that there is a gap between national scientific production and access to this scientific production through distribution channels considered official and maintained by the public sector with public resources, hindering national development.

Keywords: Artificial intelligence. Project management. Digital sovereignty.

1 INTRODUÇÃO

A competitividade de uma organização depende, dentre outros fatores, do processo de gerenciamento dos seus recursos, frequentemente alocados em projetos das mais diversas naturezas e objetivos. Nesse aspecto, o gerenciamento de projetos representa um importante meio de gerir os recursos da organização no percurso de garantia da sua sobrevivência no dinâmico ambiente em que está inserida (FORTE; KANITZ, 2025; LIMA; LUZARDO; FERNANDES, 2025).

Ao considerar a manipulação necessária para o sucesso da organização a partir da conclusão bem-sucedida dos projetos, a utilização da Inteligência Artificial dedicada a projeto é uma constante cada vez mais presente no cotidiano das organizações, de forma ativa e interdisciplinar (MANO; OSCAR, 2025; SILVA; GUEDES; MARQUEZ, 2025).

Sendo assim, buscar compreender como a Inteligência Artificial - IA - é popularizada em seus conceitos e fundamentos, nas mais diversas formas de aplicação, contribui para a desmistificação dessa tecnologia para os *stakeholders*, principalmente porque "a IA transformou-se progressivamente num elemento estrutural da vida social, contribuindo para redefinir as modalidades com que os cidadãos trabalham, desfrutam do tempo livre e acessam serviços fundamentais" (RUBIN; FARIAS, 2026, p. 2).

Nesse contexto irremediável em que de um lado a tecnologia avança com o seu aprendizado de máquina e a popularização da sua praticidade e, do outro, há a competitividade natural característica do ambiente externo em que as organizações estão inseridas, é preciso considerar o elo em que a ciência é executada e transmitida para dentro dessas organizações e que vai ao encontro da aplicação da IA no aspecto basilar de qualquer organização - o projeto, o que inclui o seu gerenciamento.

É por essa razão que este artigo objetiva compreender como ocorre o processo essencial de publicidade dos produtos científicos relacionados à Inteligência Artificial e ao Gerenciamento de Projeto. Esse objetivo encontra respaldo no exercício e na persecução da soberania nacional, incluindo a soberania nacional digital, uma vez que a falta de acesso a produtos científicos pensados para a realidade brasileira pode fragilizar o desenvolvimento nacional e manter um status quo de extrema dependência estrangeira nos aspectos gerenciais e produtivos dos atores empresariais brasileiros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A capacidade de mimetizar os processos de produção do conhecimento do animal humano e de processar e analisar um grande volume de dados é o que permite denominar a atuação da máquina como Inteligência Artificial (WAHYUDI et al., 2026).

O redirecionamento dessa capacidade de processamento para as atividades de gerenciamento de projetos pode impactar decisivamente na maneira como os projetos são idealizados, estruturados e executados. De acordo com Li et al. (2026), esse redirecionamento laboral e o reposicionamento da forma como os projetos são tratados implica em uma alteração significativa na forma como os quase US$ 50 trilhões investidos anualmente em projetos serão alocados em um futuro próximo.

Essa maneira como a Inteligência Artificial é utilizada passa a ser, além de uma questão evidente financeira-econômica do escopo do projeto, uma questão de tratamento dos recursos humanos das organizações. Isso se deve ao fato de que, conforme destacado por Ortiz-Marcos et al.

(2026), do ponto de vista metodológico, o projeto é desenvolvido por uma equipe humana e que requer cuidados e análises o mais criteriosamente possíveis das subjetividades que motivam as ações desses animais humanos no trabalho em equipe.

Ao aplicar a Inteligência Artificial nesse contexto de integração e trabalho cooperativo, busca-se melhorias no processo de planejamento, redução de riscos e retroalimentação do conhecimento visando o aprimoramento do trabalho em equipe, sempre observando o cuidado com o excesso de ferramentas automatizadas nesse processo de mediação (ORTIZ-MARCOS et al., 2026).

Essa tecnologia, no contexto do gerenciamento de projetos e, consequentemente, do desempenho das organizações, busca desenvolver e aumentar, hipoteticamente, a competitividade da organização no dinâmico e agressivo ambiente em que está inserida (BLASKOVICS; KLIMKÓ; MARÓ, 2026).

Dessa forma, não se trata, ao aplicar a Inteligência Artificial como mecanismo de mediação e instrumental de trabalho nas equipes responsáveis pelo desenvolvimento de projetos, de classificar essa tecnologia como benéfica ou maléfica para o animal humano, mas como os recursos financeiros e econômicos, alinhados com essa tecnologia, pode tornar o gerenciamento de projetos um elemento de competitividade no dinâmico ambiente em que está inserida a equipe de projeto e, portanto, a organização.

2.1 Transformação digital nas organizações

A inserção da Inteligência Artificial na realidade cotidiana das organizações reflete o processo de transformação digital focado na eficiência de utilização dos recursos organizacionais e na manutenção da competitividade. Essa realidade foi verificada por Gerstenberger Junior, Gerstenberger e Gerstenberger (2026), que estruturam um modelo de governança multinível e transformação digital em uma unidade de saúde e constataram que a transformação digital melhorou a eficiência operacional em 18,31% e reduziu o retrabalho da área administrativa em 23,81%. Percebe-se, assim, que a inserção de (novas) tecnologias pode, de fato, refinar o desempenho organizacional.

Esse refinamento acarreta em vantagens competitivas que podem tornar a organização longeva. De acordo com o estudo de Uache (2026), o equilíbrio entre a aplicação de novas tecnologias e a eficiência operacional caracteriza a ambidestria da organização e que se ancora na transformação digital no processo de atualização metodológica e de atuação mercadológica, uma vez que tal transformação altera fundamentalmente a estrutura organizacional, o modelo de negócio e a relação com os clientes e consumidores.

É essa mudança interna, com desdobramentos externos, que implica em desafios multiníveis e de amplo alcance para organizações. Para Huang (2026, p. 8),

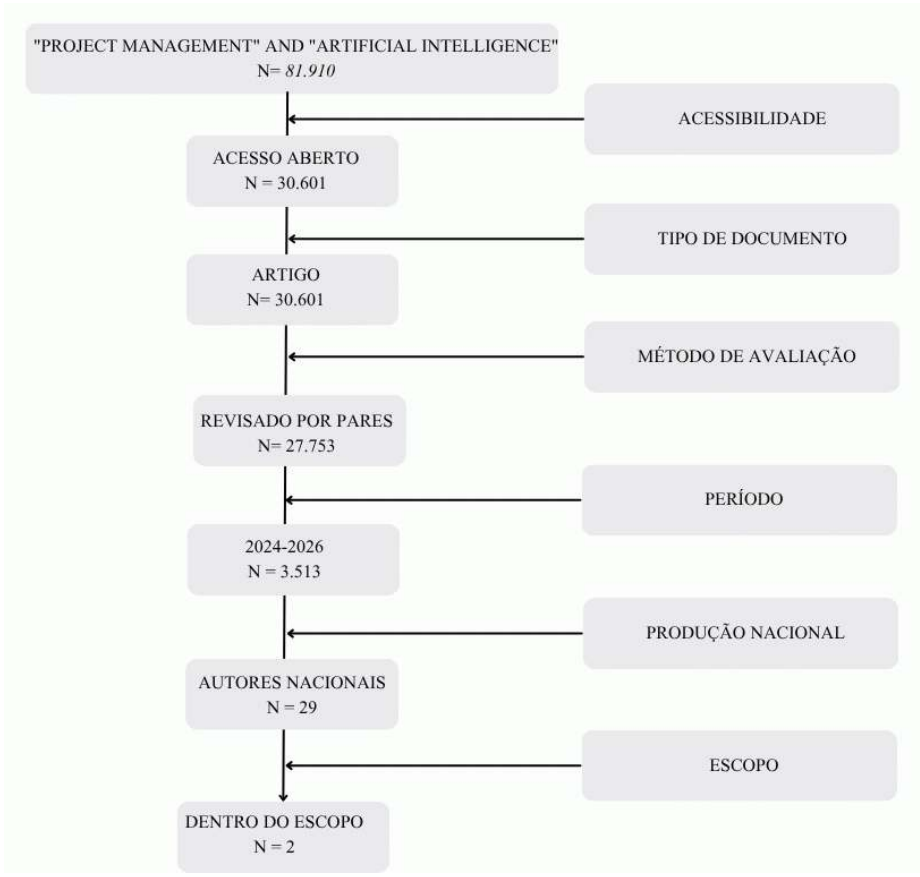
> [...] a transformação digital promove mudanças profundas nos modelos operacionais das empresas. A ampla aplicação de tecnologias digitais aumenta significativamente a eficiência na alocação de recursos e a capacidade operacional. Por exemplo, por meio da computação em nuvem e da automação, as empresas podem otimizar a gestão da cadeia de suprimentos, melhorar o gerenciamento do relacionamento com clientes e reduzir custos operacionais. Ao mesmo tempo, plataformas digitais criam novos canais de vendas, como comércio eletrônico, marketing em mídias sociais e aplicativos móveis, ampliando a cobertura de mercado e aumentando o alcance e as receitas, criando novos pontos de crescimento.

Esse movimento de modificações estruturais da organização por meio das tecnologias digitais pode ser considerado irreversível no tocante à popularização dessas tecnologias e o seu direcionamento para a eficiência organizacional em um cenário de extrema concorrência pela atenção dos clientes e consumidores. Não é estranho, portanto, que, nesse escopo e graças à sua capacidade de processamento de grande volume de dados, a Inteligência Artificial adquira um receoso protagonismo em que o gerenciamento de projetos passe a ser norteado por informações mediadas por tal tecnologia na busca por competitividade.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa caracteriza-se como exploratória, básica e qualitativa, com a adoção de coleta de dados secundários em bases de dados públicas e mantidas pelo poder público brasileiro. O percurso metodológico adotado está ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Percurso metodológico para coleta de dados na Plataforma Periódicos Capes



Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

A coleta de dados ilustrada na Figura 1 foi realizada na Plataforma Periódicos Capes, utilizando-se a combinação de operadores booleanos e descritores: “project management” AND “artificial intelligence”, sem restrição de idiomas, para trabalhos com acesso aberto, revisados por pares, produzidos por autores brasileiros e dentro do escopo.

A pesquisa na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações - BDTD - utilizou a mesma combinação de operadores booleanos e descritores: “project management” AND “artificial intelligence”, sem nenhum tipo de restrição; a seleção ocorreu por meio da análise do título, do resumo,

da introdução e do objetivo. A pesquisa resultou em 23 trabalhos *stricto sensu*, dos quais apenas nove trabalhos foram selecionados em virtude da sua aderência ao escopo da pesquisa.

No total, 11 trabalhos foram selecionados de acordo com a aderência ao escopo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em uma cultura altamente marcada pela produção, disseminação e pelo curtíssimo prazo de validade de produtos científicos, a falta de publicidade adequada dos achados científicos representa um fator de insucesso da pesquisa desenvolvida à medida que tal pesquisa não chega como retorno e prestação de contas à sociedade, especialmente quando essa pesquisa é financiada com recursos públicos.

De forma complementar, ao não ser acessível, o resultado da pesquisa desenvolvida e finalizada não promove a transformação necessária na sociedade de forma a promover o desenvolvimento nacional, tornando o país extremamente dependente dos produtos científicos e tecnológicos estrangeiros, apesar de se considerar que a troca de informações e de validações no ambiente científico é pré-requisito de confirmação dos achados científicos, de forma geral.

Assim, no que se refere à produção científica relacionada à Inteligência Artificial aplicada ao Gerenciamento de Projetos no contexto brasileiro, observa-se, na BDTD, que existe um número exíguo de pesquisas desenvolvidas nas universidades brasileiras e que estão disponíveis para consulta e, no que for possível, aplicação nos ambientes organizacionais.

De acordo com o Quadro 1, há apenas nove trabalhos, entre teses e dissertações, que estão depositados e que correspondem, em sua maioria, à atuação científica de universidades privadas.

Quadro 1 – Pesquisas concluídas e depositadas na BDTD

Título	Instituição	Tipo de produção	Referência
Conceitos da gestão de mudança organizacional aplicados à efetividade do gerenciamento de projetos: um estudo com gerentes seniores	UFRRJ	Dissertação	Almeida Junior (2018)
The current state and trends of artificial intelligence in project management: a bibliometric analysis	FGV	Dissertação	Kuster (2021)
SMILE: uma proposta de método para gestão de projetos de aprendizado de máquina	Unesp	Dissertação	Fukuda (2022)
Aplicação da inteligência artificial na gestão de projetos: aderência, impacto e grau de desenvolvimento	Uninove	Dissertação	Pinkowski (2023)
Sistema de classificação de nível de competência profissional para profissionais em contexto de projetos com utilização de inteligência artificial	Uninove	Tese	Luiz Neto (2023)
Otimização de projetos de ciências de dados e inteligência artificial: abordagem centrada em análise de dados e pessoas	Unifor	Dissertação	Cavalcante (2024)
Aplicação da inteligência artificial no gerenciamento de projetos: orientações para as práticas	Uninove	Tese	Saturno (2024)
Aplicação de inteligência artificial na gestão de lições aprendidas em projetos de engenharia, suprimentos e construção no setor elétrico	Uninove	Dissertação	Felix (2025)
Inteligência artificial para ganhos em produtividade nas tarefas de gestão de projetos tradicionais: um experimento	Uninove	Dissertação	Pandolfini (2025)

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Apesar da restrição na quantidade de trabalhos disponíveis, não se pode afirmar que o Brasil não possua pesquisas concluídas sobre essa temática nos cursos de pós-graduação *stricto sensu*,

mas que, se desenvolvidas e concluídas, não possuem o alcance necessário para a modificação do ambiente interno às organizações a partir da consulta do conhecimento produzido. Essa é, em última análise, uma deficiência estrutural na gestão do conhecimento científico produzido nos centros de pesquisa brasileiros e que revela uma barreira significativa que pode impedir que indivíduos alheios à Academia e que possua interesse sobre o tema para os mais diversos fins tenha acesso aos produtos científicos nacionais de forma clara, objetiva e unificada. Nesse quesito, a Academia brasileira falha ao não popularizar os seus resultados e as suas conclusões tendo em vista que isso é um dos seus princípios de existência.

De outra forma e dentre os formatos possíveis e que possuem alta valoração, o artigo científico torna-se o principal meio desse processo de valorização dos produtos científicos, o que inclui as teses e dissertações, como mostradas no Quadro 1. Entretanto, no que se refere à pesquisa e à divulgação científica relacionadas à Inteligência Artificial aplicada ao Gerenciamento de Projetos, a Academia brasileira tem publicizado muito precariamente os trabalhos relacionados naquela que se prevê que se torne a principal base de dados nacional, a Plataforma de Periódicos Capes.

Quadro 2 – **Pesquisas concluídas e publicadas em periódicos**

Título	Instituição	Tipo de Produção	Periódico	Referência
Inteligência artificial na gestão de projetos: uma análise das tendências de patentes e do enquadramento tarefa-tecnologia	Uninove/NU	Artigo	International Journal of Innovation	Serra et al. (2025)
HOTSPOT: An ad hoc teamwork platform for mixed human-robot teams	ULisboa/PUC-RJ/IME	Artigo	Plos One	Ribeiro et al. (2024)

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

No Quadro 2 é possível verificar que as pesquisas publicadas e que possuem amplo acesso estão restritas no período recente e demonstram a existência da colaboração interinstitucional nos níveis nacional e internacional, revelando uma possibilidade de ampliação nesse campo de pesquisa visando a melhoria da qualidade dos processos relativos ao Gerenciamento de Projeto em suas múltiplas dimensões, com o apoio ou mediada pela Inteligência Artificial.

O conjunto de produções científicas evidenciado nos Quadros 1 e 2 elucidam, portanto, que existe uma convergência em relação às modificações tecnológicas contemporâneas e que podem ser aplicadas e contextualizadas para as realidades das organizações na busca pelo desenvolvimento nacional.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realidade das rápidas transformações tecnológicas digitais impactam o cotidiano das pessoas físicas e jurídicas, à revelia do querer desses atores. Como consta na literatura sobre o tema, essa transformação promove modificações profundas na forma como esses atores interagem entre si, realizando negócios explícitos ou não.

Ao constatar tal transformação no cotidiano das organizações e a necessidade de promover um ambiente em que o animal humano é digitalmente alfabetizado e utiliza a tecnologia para o benefício do seu trabalho tem-se, então, uma utilização adequada do desenvolvimento tecnológico.

Nessa perspectiva, a Inteligência Artificial, em suas múltiplas facetas e aplicações, pode adquirir uma característica dual em que pode ser o meio pelo qual se busca a otimização dos proces-

sos produtivos a partir da ideação, do planejamento e da execução de projetos que visem a promoção da competitividade das organizações; e/ou pode ser uma das ferramentas que podem ser aplicadas ao Gerenciamento de Projetos com a finalidade de se atingir a melhor eficiência possível do processo de execução do projeto construído.

Entretanto, ao buscar satisfazer o objetivo proposto para este artigo, verificou-se o Gerenciamento de Projetos que existe um abismo entre a produção científica nacional e o acesso à essa produção científica nos canais de distribuição considerados oficiais e que são mantidos pelo poder público, com recursos públicos. Esse abismo implica, na prática, na obsolescência do conhecimento, das técnicas e das ferramentas que são utilizadas pelas organizações brasileiras em seus processos de ideação, desenvolvimento e execução de projetos.

Essa lacuna identificada permite que a Academia se volte para os seus próprios processos de publicidade dos seus produtos e para a sua efetiva comunicação com a sociedade de forma que se possa aproximar esses dois conjuntos de atores no processo de desenvolvimento de uma identidade nacional robusta e altamente qualificada para a promoção da soberania nacional em seus múltiplos aspectos.

Pode-se, ainda, apontar que a principal limitação desta pesquisa está na utilização dos dados abertos dos produtos científicos nacionais. Essa limitação é proposital de forma a simular o acesso dos indivíduos que não possuem financiamento para a coleta de dados nessas bases e, portanto, evidencia-se essa segregação decorrente do acesso aos resultados científicos a partir do poder econômico do indivíduo ou da organização.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA JUNIOR, H. R. de. **Conceitos da gestão de mudança organizacional aplicados à efetividade do gerenciamento de projetos**: um estudo com gerentes seniores. 2018. 130 f. Dissertação (Mestrado em Gestão e Estratégia) – Instituto de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2018.

BLASKOVICS, B.; KLIMKÓ, G. G.; MARÓ, Z. M. Critical success factors in project management: lessons for sustaining competitiveness. **Social Sciences & Humanities Open**, v. 13, p. 102338, 2026.

CAVALCANTE, A. C. G. A. T. **Otimização de projetos de ciências de dados e inteligência artificial**: abordagem centrada em análise de dados e pessoas. 2024. 77 f. Dissertação (Mestrado em Informática Aplicada) – Universidade de Fortaleza, Fortaleza, 2024.

FELIX, V. R. **Aplicação de inteligência artificial na gestão de lições aprendidas em projetos de engenharia, suprimentos e construção no setor elétrico**. 2025. 116 f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Projetos) – Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2025.

FERNANDES, J. L.; LIMA, R. A. de; LUZARDO, T. T. Uma proposta utilizando Gerenciamento de Projetos, segundo PMI, de manutenção em Paradas de FPSOs. **Revista Tecnológica da Universidade Santa Úrsula**, v. 8, n. 1, p. 50-73, 2025.

FORTE, S. H. A. C.; KANITZ, C. M. da S. Estratégias de gerenciamento de projetos na Secretaria de Estado de Segurança Pública do Amazonas. **Revista Políticas Públicas & Cidades**, v. 14, n. 5, p. e2193, 2025. Disponível em: https://journalppc.com/RPPC/article/view/2193. Acesso em: 22 mar. 2026.

FUKUDA, M. M. **SMILE**: uma proposta de método para gestão de projetos de aprendizado de máquina. 2022. 89 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2022.

GERSTENBERGER JUNIOR, O. G.; GERSTENBERGER, G. S.; GERSTENBERGER, F. C. S. Governança multinível, transformação digital e segurança jurídica na gestão organizacional em saúde: modelo integrado de alto impacto. **Outras Palavras**, v. 23, n. 1, p. e2584, 2026.

HUANG, E. O papel das mídias sociais na estratégia das micro e pequenas empresas no contexto da transformação digital. **Revista Acadêmica Online**, v. 12, n. 61, p. e1928, 2026.

KUSTER, L. **The current state and trends of artificial intelligence in project management**: a bibliometric analysis. 2021. 161 f. Dissertação (Mestrado Profissional MPGI) – Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Fundação Getulio Vargas, São Paulo, 2021.

LI, K. *et al*. Leveraging generative AI for project management: the role of mindfulness and job crafting. **International Journal of Project Management**, p. 102816, 2026.

LUIZ NETO, A. **Sistema de classificação de nível de competência profissional para profissionais em contexto de projetos com utilização de inteligência artificial**. 2023. 156 f. Tese (Doutorado em Gestão de Projetos) – Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2023.

MANO, S. P.; OSCAR, L. H. C. Empregando inteligência artificial no gerenciamento de projetos: avanços e aplicações. **Gestão e Gerenciamento**, [*S. l.*], n. 33, maio 2025.

ORTIZ-MARCOS, I. *et al*. Teamwork in project management: mapping AI as mediator with triangulated bibliometrics (1966–2023) under the IMOI framework. **Journal of Innovation & Knowledge**, v. 12, p. 100908, 2026.

PANDOLFINI, L. de S. **Inteligência artificial para ganhos em produtividade nas tarefas de gestão de projetos tradicionais**: um experimento. 2025. 83 f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Projetos) – Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2025.

PINKOWSKI, M. L. **Aplicação da inteligência artificial na gestão de projetos**: aderência, impacto e grau de desenvolvimento. 2023. 128 f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Projetos) – Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2023.

RIBEIRO, J. G. *et al*. HOTSPOT: an ad hoc teamwork platform for mixed human-robot teams. **PLOS ONE**, v. 19, n. 6, p. e0305705, 2024.

RUBIN, A.; FARIAS, M. G. G. Comunicação pública de informações científicas e tecnológicas na era da IA: apresentação. **RDBCI**: Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação, Campinas, SP, v. 24, n. 00, p. e026018, 2025. Disponível em: https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rdbci/article/view/8681667. Acesso em: 22 mar. 2026.

SATURNO, A. G. **Aplicação da inteligência artificial no gerenciamento de projetos**: orientações para as práticas. 2025. 140 f. Tese (Doutorado em Gestão de Projetos) – Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2025.

SERRA, F. A. R. *et al*. Artificial intelligence in project management: an analysis of patent trends and task-technology fit. **International Journal of Innovation**, [*S. l.*], v. 13, n. 3, p. e28348, 2025.

SILVA, S. R. da; GUEDES, R. D. T.; MARQUEZ, J. A. R. Impacto da inteligência artificial na gestão de projetos do setor público brasileiro. **Revista Multidisciplinar Integrada – REMI**, [*S. l.*], v. 6, n. 2, p. 1-18, 2025. Disponível em: http://revistas.unipacto.com.br/index.php/multidisciplinar/article/view/193. Acesso em: 22 mar. 2026.

UACHE, P. A. Ambidestria corporativa e a transformação digital: uma análise da competitividade e desenvolvimento e competências no futuro da comunicação e jornalismo. **Conexão – Comunicação e Cultura**, v. 23, n. 00, p. e026018, 2026.

WAHYUDI, I. *et al*. Optimizing business competitiveness through artificial intelligence: a framework for digital innovation and operational efficiency. **Advances in Business and Management Research**, p. 100002, 2026.

Os conceitos e as opiniões expressos neste artigo são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

INTERFACE TECNOLÓGICA

TECNOLOGIA EM GESTÃO EMPRESARIAL
Interface Tecnológica · v. 23, n. 1, 2026 · p. 159–167
ISSN on-line 2447-0864 · ISSN impresso 1807-3980
https://doi.org/10.31510/infa.v23i1.2405

ENTRE O CONSUMO E O ENDIVIDAMENTO: educação financeira na formação de jovens e a proposição de um modelo pedagógico para o desenvolvimento do comportamento empreendedor

Between consumption and indebtedness: financial education in youth development and a proposed pedagogical model for fostering entrepreneurial behavior

Ana Teresa Colenci Trevelin[1]

AUTORIA

[1] **Ana Teresa Colenci Trevelin**
Fatec São Carlos – SP – Brasil
atcol@yahoo.com.br
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7569-9296

HISTÓRICO

Recebido	30/03/2026
Aceito	04/06/2026
Publicado	30/06/2026

COMO CITAR

TREVELIN, A. T. C. Entre o consumo e o endividamento: educação financeira na formação de jovens e a proposição de um modelo pedagógico para o desenvolvimento do comportamento empreendedor. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 23, n. 1, p. 159-167, 2026. DOI: 10.31510/infa.v23i1.2405.

LICENÇA

Artigo de acesso aberto distribuído sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

cc BY 4.0

RESUMO

O presente estudo analisa como práticas de educação financeira, inseridas em abordagens pedagógicas estruturadas, influenciam os hábitos de consumo, o planejamento financeiro e a tomada de decisão econômica de jovens do ensino tecnológico, contribuindo para o desenvolvimento do comportamento empreendedor. A pesquisa, de natureza aplicada e abordagem predominantemente quantitativa, com elementos qualitativos, foi realizada com 176 estudantes, dos quais 154 possuem renda própria. A coleta de dados ocorreu por meio de questionário de autorreflexão, contemplando variáveis como hábito de poupança, uso de crédito, planejamento financeiro e consumo impulsivo. Os resultados evidenciam a predominância de comportamentos associados ao consumo imediato, baixa capacidade de poupança e elevada dependência de crédito, refletindo padrões amplamente discutidos na literatura. Observou-se, ainda, que práticas pedagógicas em educação financeira contribuem para a reflexão crítica dos estudantes, indicando potencial para mudanças comportamentais. Como principal contribuição, propõe-se o Modelo Integrado de Educação Financeira Empreendedora (MIEFE), estruturado em três eixos: consciência financeira, controle e planejamento, e geração de renda. O modelo amplia a abordagem tradicional da educação financeira ao integrá-la ao desenvolvimento do comportamento empreendedor, promovendo autonomia, tomada de decisão e geração de oportunidades. Conclui-se que a educação financeira, quando articulada ao empreendedorismo, desempenha papel estratégico na formação de jovens mais preparados para os desafios econômicos contemporâneos.

Palavras-chave: Educação financeira. Empreendedorismo. Comportamento do consumidor. Planejamento financeiro. Autonomia.

ABSTRACT

This study analyzes how financial education practices, embedded in structured pedagogical approaches, influence consumption habits, financial planning, and economic decision-making among students in technological education, contributing to the development of entrepreneurial behavior. The research is applied in nature and adopts a predominantly quantitative approach, with qualitative elements. Data were collected from 176 students, of whom 154 reported having their own income. A self-reflection questionnaire was used, covering variables such as saving habits, credit use, financial planning, and impulsive consumption. The results reveal a predominance of behaviors associated with immediate consumption, low saving capacity, and high dependence on credit, reflecting patterns widely discussed in the literature.

It was also observed that financial education practices contribute to students' critical reflection, indicating potential for behavioral change. As a main contribution, the study proposes the Integrated Model of Entrepreneurial Financial Education (MIEFE), structured around three axes: financial awareness, control and planning, and income generation. The model expands the traditional approach to financial education by integrating it with the development of entrepreneurial behavior, fostering autonomy, decision-making, and opportunity generation. It is concluded that financial education, when articulated with entrepreneurship, plays a strategic role in preparing young individuals to face contemporary economic challenges.

Keywords: Financial education. Entrepreneurship. Consumer behavior. Financial planning. Economic autonomy.

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a relação dos indivíduos com o dinheiro tem se tornado progressivamente mais complexa, atravessada por transformações econômicas, tecnológicas e culturais que reconfiguram, de maneira significativa, os padrões de consumo e de tomada de decisão financeira. No contexto brasileiro, esse fenômeno assume contornos particularmente sensíveis, sobretudo quando se observa o crescimento do endividamento das famílias aliado à ampliação do acesso ao crédito, dissociado do desenvolvimento de competências financeiras básicas. Estudos recentes indicam que comportamentos financeiros inadequados, marcados por consumo impulsivo e ausência de planejamento, têm contribuído para a manutenção de ciclos persistentes de endividamento na população (OLIVEIRA et al., 2026).

Esse cenário não se restringe à dimensão econômica. O descontrole financeiro também impacta aspectos sociais e psicológicos, afetando a qualidade de vida, as relações familiares e o bem-estar individual. Evidências indicam que a má gestão das finanças está associada a conflitos interpessoais e instabilidade emocional, evidenciando seu caráter multidimensional (SILVA; SANTOS; SOUZA, 2024). Embora frequentemente relacionado à insuficiência de renda, esse quadro também reflete a influência de fatores comportamentais e culturais.

No caso dos jovens, o comportamento de consumo assume papel central, sendo fortemente influenciado por pressões sociais e simbólicas. A aquisição de bens ocorre, muitas vezes, de forma pouco planejada, impulsionada por estímulos externos e pela facilidade de acesso ao crédito. Estudos como o de Schein (2024) evidenciam que, embora a maioria dos estudantes reconheça a importância do planejamento financeiro para a estabilidade econômica e a realização de objetivos futuros, esse reconhecimento nem sempre se traduz em comportamento efetivo. Os resultados apontam que uma parcela significativa dos participantes não mantém orçamento sistemático, possui dificuldades para controlar gastos e apresenta baixa frequência de poupança, revelando uma discrepância entre a consciência financeira e a adoção de práticas consistentes de gestão dos recursos pessoais (SCHEIN, 2024).

A ausência de planejamento financeiro sistemático agrava esse cenário, aumentando a vulnerabilidade diante de imprevistos e a dependência de crédito. Pesquisas indicam que o envolvimento com as finanças ocorre, frequentemente, de forma reativa, apenas em situações de dificuldade, e não como prática contínua de organização (CAMPOS et al., 2024).

Esses comportamentos não ocorrem de forma isolada, mas estão inseridos em um contexto histórico mais amplo. A estabilização econômica no Brasil, especialmente após o Plano Real, aliada à expansão do crédito, favoreceu uma cultura de consumo mais acessível, porém também mais arriscada. Nesse cenário, o acesso ampliado a produtos financeiros não foi acompanhado por políticas efetivas de formação financeira, o que contribui para os baixos níveis de alfabetização financeira no país (CAMPOS et al., 2024).

Diante disso, a educação financeira emerge como elemento essencial para decisões mais conscientes e sustentáveis. Mais do que técnicas de controle de gastos, envolve o desenvolvimento de competências relacionadas à análise crítica, ao planejamento e à autorregulação. Evidências indicam que a educação financeira melhora hábitos de consumo, capacidade de poupança e tomada de decisão econômica (FREES et al., 2024).

Além disso, práticas pedagógicas que integram reflexão e aplicação tendem a ser mais eficazes do que abordagens apenas informativas. Instrumentos de autorreflexão permitem identificar padrões de consumo e compreender as consequências das decisões, reforçando o caráter formativo da educação financeira voltado à mudança de comportamento.

Adicionalmente, é relevante considerar a interface entre educação financeira e geração de renda. Em contextos marcados por incertezas no mercado de trabalho, o desenvolvimento de competências empreendedoras pode ampliar as possibilidades de autonomia financeira, funcionando como complemento às estratégias tradicionais de gestão de recursos. Essa integração contribui para uma abordagem mais abrangente, na qual o indivíduo não apenas administra melhor seus recursos, mas também desenvolve capacidade de ampliá-los.

Diante desse contexto, emerge a seguinte questão de pesquisa: como a educação financeira pode influenciar o comportamento de consumo, o planejamento financeiro e a formação das intenções e do comportamento empreendedor entre jovens estudantes?

Assim, o presente estudo tem como objetivo analisar como práticas de educação financeira, inseridas em abordagens pedagógicas estruturadas, influenciam a construção do comportamento empreendedor em jovens, por meio da transformação dos hábitos de consumo, do fortalecimento do planejamento financeiro e da ampliação da autonomia econômica, à luz do Modelo Integrado de Educação Financeira Empreendedora (MIEFE).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Educação financeira: planejamento e consumo consciente

A educação financeira tem sido reconhecida como um dos pilares para a construção de uma relação mais equilibrada entre indivíduos e recursos econômicos. Mais do que conhecimentos técnicos, envolve o desenvolvimento de competências cognitivas, comportamentais e atitudinais voltadas à tomada de decisão consciente, abrangendo a capacidade de analisar, planejar e agir de forma alinhada a objetivos de curto, médio e longo prazo.

Nesse contexto, o planejamento financeiro destaca-se como elemento estruturante, sendo sua ausência frequentemente associada a comportamentos de consumo desordenados e à dificuldade de poupança. Lusardi e Mitchell (2014) indicam que indivíduos com maior nível de educação financeira apresentam maior propensão ao planejamento e menor vulnerabilidade a decisões inadequadas.

Entretanto, a efetividade do planejamento está diretamente relacionada à forma como os indivíduos se relacionam com o consumo. O consumo consciente, nesse sentido, propõe uma reflexão sobre a necessidade e as consequências das decisões de compra, ampliando a responsabilidade no uso dos recursos (OECD, 2020). Considerando que o consumo é influenciado por fatores emocionais, sociais e culturais, a educação financeira também envolve a capacidade de reconhecer tais influências e tomar decisões mais consistentes.

Além disso, a efetividade das práticas educacionais depende da forma como o conteúdo é apropriado pelos estudantes. A adaptação de estratégias pedagógicas aos diferentes estilos de aprendizagem pode potencializar o engajamento e favorecer mudanças comportamentais mais consistentes (TREVELIN; BELHOT, 2006).

2.2 Comportamento do consumidor jovem: influência social e consumo de supérfluos

O comportamento do consumidor jovem apresenta características específicas que o distinguem de outros grupos etários, sobretudo no que diz respeito à influência de fatores sociais e à forma como o consumo se articula com processos de identidade e pertencimento. Diferentemente de decisões puramente racionais, as escolhas de consumo entre jovens frequentemente são mediadas por dinâmicas coletivas, nas quais o grupo de referência exerce papel central.

A Teoria do Comportamento Planejado, proposta por Ajzen (1991), oferece uma base teórica relevante para compreender esse fenômeno ao destacar que as intenções comportamentais são influenciadas não apenas por atitudes individuais, mas também por normas subjetivas e pela percepção de controle. Nesse contexto, a pressão social, ainda que sutil, pode direcionar decisões de consumo, especialmente quando associada à busca por aceitação ou reconhecimento.

Sob outra perspectiva, o avanço das mídias digitais intensificou tais influências, ampliando a exposição a padrões de consumo muitas vezes idealizados. Jovens, inseridos em ambientes altamente conectados, passam a ser constantemente estimulados por referências externas, o que pode favorecer comportamentos impulsivos e pouco planejados. Estudos indicam que a frequência de exposição a conteúdos de consumo está relacionada ao aumento da propensão a compras não planejadas (SILVA; SANTOS; SOUZA, 2024).

Nesse contexto, o consumo de bens considerados supérfluos ganha destaque. Ainda que tais produtos não sejam, por definição, desnecessários, sua aquisição frequentemente ocorre sem alinhamento com a realidade financeira do indivíduo. Em muitos casos, observa-se a priorização de desejos imediatos em detrimento de objetivos mais estruturados, o que pode comprometer o equilíbrio financeiro ao longo do tempo. Essa dinâmica revela uma tensão recorrente entre satisfação instantânea e planejamento de longo prazo, especialmente acentuada em fases da vida marcadas por construção identitária.

2.3 Endividamento e crédito: cartão de crédito e juros elevados

O endividamento, enquanto fenômeno econômico e social, está diretamente relacionado à forma como os indivíduos acessam e utilizam instrumentos de crédito. A ampliação da oferta e da facilidade de acesso ao crédito tem papel ambíguo: ao mesmo tempo em que favorece a inclusão financeira e o consumo, pode intensificar comportamentos de risco na ausência de práticas adequadas de gestão.

Entre os principais instrumentos, o cartão de crédito ocupa posição central, especialmente entre jovens. Sua praticidade pode induzir a uma percepção distorcida do gasto, já que o pagamento é postergado, reduzindo a percepção imediata do impacto financeiro. Em muitos casos, seu uso está associado a decisões impulsivas e à dificuldade de controle dos gastos (SCHEIN, 2024).

Além disso, as elevadas taxas de juros no mercado brasileiro agravam esse cenário, sobretudo no crédito rotativo, podendo transformar dívidas pequenas em compromissos de difícil reversão. A falta de compreensão sobre juros compostos contribui significativamente para esse processo (CAMPOS et al., 2024).

Assim, o endividamento resulta da interação entre fatores estruturais e comportamentais. Nesse contexto, a educação financeira torna-se fundamental para a compreensão dos riscos do crédito e para o desenvolvimento de decisões mais conscientes.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa de natureza aplicada, voltada à produção de conhecimentos com potencial de uso no contexto educacional, especialmente no campo da educação financeira. Ao focalizar o comportamento financeiro de jovens, busca compreender práticas cotidianas relacionadas ao uso do dinheiro e subsidiar estratégias pedagógicas mais eficazes.

Quanto à abordagem, adota-se uma perspectiva predominantemente quantitativa, com elementos qualitativos decorrentes do caráter reflexivo do instrumento utilizado. Essa combinação permite mensurar padrões de comportamento e captar percepções individuais, ampliando a compreensão de fenômenos complexos (CRESWELL, 2014).

Em relação aos objetivos, a pesquisa apresenta caráter descritivo e exploratório, ao identificar hábitos financeiros e investigar relações entre variáveis comportamentais (GIL, 2008). A coleta de dados foi realizada por meio de questionário estruturado de autorreflexão, contemplando práticas de consumo, planejamento financeiro, capacidade de poupança e uso de crédito.

As variáveis analisadas concentram-se em quatro dimensões: hábito de poupar, uso de crédito, planejamento financeiro e consumo impulsivo. Tais dimensões refletem a interação entre fatores cognitivos, comportamentais e situacionais, sendo o planejamento e o controle de gastos associados à melhoria da saúde financeira (LUSARDI; MITCHELL, 2014).

A amostra, definida por conveniência, é composta por estudantes do ensino tecnológico, procedimento adequado para investigações em contextos específicos (GIL, 2008). Os dados foram tratados por meio de estatística descritiva, assegurando consistência na análise.

Por fim, a pesquisa seguiu princípios éticos, garantindo anonimato, participação voluntária e uso exclusivo dos dados para fins acadêmicos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados foi realizada a partir das respostas obtidas por meio do questionário de autorreflexão aplicado a estudantes da disciplina de Administração Geral do curso de Gestão Empresarial de uma Faculdade de Tecnologia, no período entre 2023 e 2025. Participaram da pesquisa 176 estudantes, dos quais 154 declararam exercer atividade profissional e possuir renda própria, o que confere maior relevância à análise, uma vez que vivenciam decisões financeiras no cotidiano.

A classificação dos participantes revelou uma distribuição heterogênea, com predominância de comportamentos associados ao consumo imediato. De modo geral, observou-se maior concentração nos perfis gastador e moderado, enquanto um grupo reduzido apresenta características de poupadores. Esse resultado indica que, embora exista alguma consciência sobre a importância da organização financeira, persistem dificuldades na consolidação de práticas de planejamento e controle.

No que se refere à poupança, os dados indicam um cenário sensível. Verificou-se que menos de 1% dos estudantes possui algum valor reservado, evidenciando baixa capacidade de acumulação. Em muitos casos, a poupança aparece como intenção futura, frequentemente postergada di-

ante de demandas imediatas. Esse achado dialoga com a literatura sobre a ausência de educação financeira estruturada entre jovens (LUSARDI; MITCHELL, 2014).

A relação entre planejamento financeiro e endividamento mostrou-se consistente. Estudantes que acompanham receitas e despesas de forma sistemática apresentam maior controle e menor dependência de crédito, enquanto aqueles sem planejamento tendem a utilizá-lo de forma recorrente.

No comportamento de consumo, destaca-se a preferência por compras a prazo. A facilidade de parcelamento foi apontada como fator decisivo, mesmo quando associada a custos mais elevados, evidenciando uma dissociação entre percepção imediata e impacto financeiro de longo prazo.

Nesse contexto, observa-se forte influência do consumo impulsivo. Parte significativa dos respondentes admite realizar compras motivadas por desejo imediato ou estímulos externos, mesmo sem necessidade, o que reforça sua associação ao descontrole financeiro (SILVA; SANTOS; SOUZA, 2024).

Os resultados evidenciam uma dinâmica interdependente entre ausência de planejamento, consumo impulsivo e uso de crédito, configurando um ciclo que compromete a saúde financeira. Esse comportamento reflete padrões mais amplos da sociedade brasileira, marcada por elevados níveis de endividamento.

Por outro lado, destaca-se a percepção dos estudantes quanto ao impacto das aulas de educação financeira. Muitos relataram mudanças na forma de pensar sobre o dinheiro, com maior reflexão sobre consumo e planejamento. Ainda que essas mudanças não se consolidem imediatamente, indicam potencial transformador.

Em síntese, o comportamento financeiro dos estudantes, majoritariamente inseridos no mercado de trabalho, é influenciado por fatores comportamentais e pela facilidade de acesso ao crédito. Ao mesmo tempo, intervenções pedagógicas mostram potencial para promover uma relação mais consciente com o dinheiro, reforçando a importância da educação financeira no contexto educacional e aumento de renda.

5 PROPOSTA DE MODELO PEDAGÓGICO EM EDUCAÇÃO FINANCEIRA

A partir dos resultados obtidos e da análise dos materiais utilizados em sala de aula, propõe-se um modelo de orientação pedagógica em educação financeira estruturado em três eixos integrados: consciência financeira, controle e planejamento, e geração de renda. O modelo articula conhecimento, comportamento e prática, partindo do entendimento de que a mudança financeira depende da transformação de hábitos.

5.1 Eixo 1: consciência financeira e mudança de mentalidade

O primeiro eixo visa desenvolver uma compreensão crítica sobre o consumo, reconhecendo a influência de fatores emocionais, sociais e culturais no comportamento financeiro. Atividades como questionários de perfil e discussões em grupo são utilizadas para estimular a autorreflexão e deslocar o estudante de uma postura reativa para uma postura consciente.

Um dos princípios centrais é a lógica do “pague-se primeiro”, priorizando a poupança antes do consumo. São introduzidas estratégias como a criação de “caixinhas” para objetivos de curto,

médio e longo prazo. Também são discutidos desejos recorrentes, como a aquisição de veículos, analisando custos associados, como manutenção, despesas contínuas e depreciação.

Adicionalmente, busca-se desenvolver no estudante a capacidade de reconhecer padrões de comportamento financeiro, identificando gatilhos de consumo impulsivo e influências externas, como pressão social e estímulos de marketing. Esse processo contribui para a construção de uma consciência financeira mais autônoma e crítica, favorecendo decisões mais racionais e alinhadas aos objetivos pessoais. Ao promover essa mudança de mentalidade, o eixo estabelece as bases necessárias para a adoção de práticas financeiras mais sustentáveis nos demais níveis do modelo.

5.2 Eixo 2: controle e planejamento financeiro

O segundo eixo foca na organização financeira por meio de ferramentas práticas, como planilhas e aplicativos. Parte-se da premissa de que, diante de restrições financeiras, é necessário reduzir despesas ou aumentar receitas, sendo fundamental compreender o destino dos recursos.

O modelo incentiva o registro contínuo dos gastos, a distinção entre despesas essenciais e supérfluas e a análise do orçamento. Conceitos como custo de oportunidade e consumo consciente são trabalhados, assim como a priorização de compras à vista, visando reduzir o impacto de juros.

5.3 Eixo 3: geração de renda e empreendedorismo

O terceiro eixo incorpora a geração de renda à educação financeira, reconhecendo que os desafios financeiros também decorrem da limitação de receitas. Nesse sentido, parte-se da premissa de que, quando o rendimento disponível não é suficiente para atender às demandas, torna-se necessário não apenas ajustar despesas, mas também buscar formas de ampliar os ganhos, inclusive por meio de atividades paralelas. O empreendedorismo é, assim, apresentado como alternativa viável, estimulando a identificação de oportunidades e a criação de soluções.

São propostas atividades de ideação de negócios com baixo investimento inicial, além da discussão de conceitos como validação de ideias, redução de custos e diferenciação. Essa abordagem contribui para o desenvolvimento de autonomia, iniciativa e pensamento estratégico.

5.4 Integração dos eixos e implicações pedagógicas

A principal contribuição do modelo está na integração dos três eixos, promovendo mudanças mais consistentes no comportamento financeiro. A consciência sem ação é insuficiente; o controle sem mudança de mentalidade é limitado; e a geração de renda sem planejamento pode ser ineficaz.

O modelo propõe uma abordagem pedagógica ativa, baseada em reflexão e aplicação prática, favorecendo a internalização de novos hábitos. Nesse sentido, ultrapassa a lógica tradicional de ensino ao integrar dimensões comportamentais e práticas, contribuindo para a formação de indivíduos mais autônomos e preparados.

Com o intuito de sintetizar essas dimensões, apresenta-se na Figura 1 o Modelo Integrado de Educação Financeira Empreendedora (MIEFE), que evidencia a articulação entre os eixos e sua convergência para a promoção da autonomia e do comportamento empreendedor.

Figura 1 – Modelo Integrado de Educação Financeira Empreendedora (MIEFE)



Fonte: Elaborado pela autora (2026).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste estudo evidenciam que o comportamento financeiro de jovens estudantes, mesmo entre aqueles já inseridos no mercado de trabalho, ainda apresenta fragilidades relacionadas ao planejamento, à poupança e ao uso do crédito. A predominância de práticas associadas ao consumo imediato, aliada à baixa capacidade de acumulação de recursos, reforça a necessidade de intervenções educacionais orientadas à mudança de comportamento.

Nesse contexto, a educação financeira se confirma como elemento essencial para a construção de uma relação mais equilibrada e consciente com o dinheiro, impactando decisões cotidianas e a qualidade de vida. Sua ausência compromete não apenas o indivíduo, mas também o desenvolvimento econômico e social, evidenciando a necessidade de sua inserção estruturada nos processos educacionais.

Os resultados indicam que práticas pedagógicas em educação financeira favorecem a reflexão e a ressignificação de hábitos, ainda que essas mudanças não se consolidem de forma imediata. Tal evidência reforça a importância de sua abordagem desde as fases iniciais da formação.

Como principal contribuição, destaca-se a proposição do Modelo Integrado de Educação Financeira Empreendedora (MIEFE), que articula consciência financeira, controle e planejamento e geração de renda. O modelo amplia a abordagem tradicional ao integrar a educação financeira ao desenvolvimento do comportamento empreendedor, promovendo autonomia, iniciativa e capacidade de geração de renda.

Essa integração representa um diferencial relevante ao deslocar o foco da contenção de gastos para a construção de autonomia e oportunidades, reconhecendo que a sustentabilidade financeira envolve tanto a gestão quanto a geração de recursos. Nesse sentido, a educação financeira, quando estruturada em abordagens pedagógicas integradas, atua como vetor de desenvolvimento do comportamento empreendedor.

Como limitações, destaca-se a utilização de amostra por conveniência, restrita a uma única instituição. Ainda assim, os achados oferecem evidências relevantes para o contexto da educação tecnológica.

Como agenda futura, sugere-se a aplicação do MIEFE em diferentes contextos e níveis de ensino, bem como a realização de estudos longitudinais que permitam avaliar a consolidação das mudanças comportamentais. Recomenda-se, ainda, o uso de técnicas mais avançadas, como modelagem de equações estruturais, e a realização de estudos comparativos entre diferentes perfis e contextos.

Por fim, abre-se espaço para investigações que integrem educação financeira, empreendedorismo e trabalhabilidade, contribuindo para o desenvolvimento de políticas educacionais mais alinhadas às demandas contemporâneas.

Em síntese, este estudo evidencia que a educação financeira, especialmente quando integrada ao empreendedorismo, desempenha papel estratégico na formação de indivíduos mais autônomos, conscientes e preparados para os desafios econômicos atuais.

REFERÊNCIAS

AJZEN, Icek. The theory of planned behavior. **Organizational Behavior and Human Decision Processes**, v. 50, n. 2, p. 179-211, 1991.

CAMPOS, R. C. G. *et al*. Comportamento financeiro de estudantes do ensino médio no Brasil. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 2024, Diamantina. **Anais** [...]. Diamantina: Cedeplar/UFMG, 2024.

CRESWELL, John W. **Research design**: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. 4. ed. Thousand Oaks: Sage, 2014.

FREES, D. *et al*. Effect of financial literacy on financial health: evidence and implications. **arXiv**, 2024. Disponível em: https://arxiv.org/abs/2405.01789. Acesso em: 26 mar. 2026.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

LUSARDI, Annamaria; MITCHELL, Olivia S. The economic importance of financial literacy: theory and evidence. **Journal of Economic Literature**, v. 52, n. 1, p. 5-44, 2014.

OECD. **OECD/INFE 2020 international survey of adult financial literacy**. Paris: OECD Publishing, 2020. Disponível em: https://www.oecd.org. Acesso em: 26 mar. 2026.

OLIVEIRA, H. M. R. *et al*. Impacto da educação financeira no comportamento econômico das famílias brasileiras. **Revista GETEC**, 2026.

SCHEIN, Z. P. Educação financeira e planejamento em jovens. **Revista de Desenvolvimento e Inovação**, 2024.

SILVA, B. C.; SANTOS, V. C.; SOUZA, S. J. Educação financeira dos jovens da geração Z. **Revista de Administração Contemporânea**, 2024.

TREVELIN, A. T. C.; BELHOT, R. V. A relação professor-aluno estudada sob a ótica dos estilos de aprendizagem: um estudo de caso. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 26., 2006, Fortaleza. **Anais** [...]. Fortaleza: ABEPRO, 2006.

Os conceitos e as opiniões expressos neste artigo são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

INTERFACE TECNOLÓGICA

TECNOLOGIA EM GESTÃO EMPRESARIAL
Interface Tecnológica · v. 23, n. 1, 2026 · p. 168–176
ISSN on-line 2447-0864 · ISSN impresso 1807-3980
https://doi.org/10.31510/infa.v23i1.2415

REDEFINIÇÃO DAS COMPETÊNCIAS ESTRATÉGICAS NO RH 4.0: evidências do mercado de trabalho

Redefinition of strategic competencies in HR 4.0: evidence from the labor market

Beatriz Cristina de Matos[1], **Lilian Segnini Rodrigues**[2]

AUTORIA

[1] **Beatriz Cristina de Matos**
Fatec São Carlos – SP – Brasil
beatrizcmatosrh@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0001-0814-9382

[2] **Lilian Segnini Rodrigues**
Fatec São Carlos – SP – Brasil
lilian.rodrigues3@fatec.sp.gov.br
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2796-8156

HISTÓRICO

Recebido	10/04/2026
Aceito	09/06/2026
Publicado	30/06/2026

COMO CITAR

MATOS, B. C. de; RODRIGUES, L. S. Redefinição das competências estratégicas no RH 4.0: evidências do mercado de trabalho. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 23, n. 1, p. 168-176, 2026. DOI: 10.31510/infa.v23i1.2415.

LICENÇA

Artigo de acesso aberto distribuído sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

cc BY 4.0

RESUMO

Este estudo tem como objetivo analisar como a transformação digital tem influenciado a redefinição das competências estratégicas exigidas do profissional de Recursos Humanos no contexto do RH 4.0. Trata-se de uma pesquisa descritiva, com abordagem qualitativa e apoio quantitativo, realizada por meio da análise documental de 40 anúncios de vagas da área de Recursos Humanos em plataformas de recrutamento online. A análise de conteúdo permitiu identificar e organizar as competências com base no modelo de Conhecimentos, Habilidades e Atitudes (CHA). Os resultados indicam a predominância de competências relacionadas à análise de dados, ao uso de tecnologias digitais e à atuação estratégica, com destaque para o People Analytics. Conclui-se que o profissional de Recursos Humanos deve desenvolver maior capacidade analítica, domínio tecnológico e alinhamento às estratégias organizacionais, evidenciando a necessidade de adequação da formação às demandas do RH 4.0.

Palavras-chave: Recursos humanos. RH 4.0. Competências estratégicas. Transformação digital. People Analytics.

ABSTRACT

This study aims to analyze how digital transformation has influenced the redefinition of strategic competencies required of Human Resources professionals in the context of HR 4.0. It is a descriptive research with a qualitative approach and quantitative support, based on the documentary analysis of 40 Human Resources job postings from online recruitment platforms. Content analysis was used to identify competencies according to the Knowledge, Skills, and Attitudes (KSA) model. The results indicate a predominance of competencies related to data analysis, digital technologies, and strategic performance, with emphasis on People Analytics. It is concluded that Human Resources professionals must develop greater analytical capacity, technological expertise, and alignment with organizational strategies, highlighting the need to adapt academic training to the demands of HR 4.0.

Keywords: Human resources. HR 4.0. Strategic competencies. Digital transformation. People Analytics.

1 INTRODUÇÃO

Desde a Primeira Revolução Industrial, iniciada no século XVIII, o mundo do trabalho tem passado por transformações significativas impulsionadas pelas inovações tecnológicas, que influenciam não apenas os meios de produção, mas também a organização social, política e econômica das sociedades. Conforme aponta Hobsbawm (2012), cada ciclo tecnológico promove alterações no

perfil dos trabalhadores e nos métodos de gestão, evidenciando que a tecnologia atua como um agente constante de reestruturação das relações de trabalho.

No século XXI, esse movimento se intensifica com a chamada Quarta Revolução Industrial, caracterizada pela integração de tecnologias digitais, físicas e biológicas, como inteligência artificial, big data, internet das coisas e sistemas ciberfísicos. De acordo com Schwab (2019), essa etapa representa uma transformação profunda na forma como o trabalho é concebido e organizado, uma vez que sistemas inteligentes passam a ocupar papel central nas estratégias organizacionais.

Esse cenário impacta diretamente a área de Recursos Humanos, que deixa de desempenhar funções predominantemente operacionais e passa a assumir uma posição mais estratégica nas organizações. Segundo Chiavenato (2014), a gestão de pessoas precisa adaptar-se às novas exigências do ambiente digital, desenvolvendo talentos, promovendo aprendizagem contínua e incorporando soluções tecnológicas aos seus processos.

Assim, a transformação digital não se limita à adoção de ferramentas tecnológicas, mas implica a redefinição das competências estratégicas do profissional de Recursos Humanos. Competências como pensamento analítico, visão sistêmica, capacidade de adaptação e habilidade para utilizar dados na tomada de decisão tornam-se cada vez mais relevantes no contexto do RH 4.0. Entretanto, o processo de digitalização também gera desafios, como a tecno negatividade ou ansiedade tecnológica, associada ao receio da substituição da força de trabalho humana por sistemas automatizados. Além disso, a resistência à mudança, influenciada por fatores culturais e subjetivos, pode dificultar a incorporação de novas práticas e o desenvolvimento das competências necessárias (SILVA; VERGARA, 2003).

A relevância deste estudo justifica-se pela necessidade de aprofundar a compreensão acerca das transformações que atingem a área de Recursos Humanos diante do avanço tecnológico. Sob a perspectiva acadêmica, a pesquisa contribui para o debate sobre competências profissionais no contexto da transformação digital e do RH 4.0. No âmbito prático, oferece subsídios para que profissionais e organizações compreendam as exigências contemporâneas e fortaleçam uma atuação mais estratégica na gestão de pessoas.

Diante disso, torna-se pertinente questionar: de que maneira a transformação digital tem redefinido as competências estratégicas exigidas do profissional de Recursos Humanos no contexto do RH 4.0?

A partir dessa problemática, este estudo tem como objetivo analisar como a transformação digital tem contribuído para a redefinição das competências estratégicas exigidas do profissional de Recursos Humanos nesse novo contexto organizacional. De forma específica, serão analisados anúncios de vagas de emprego para a área de Recursos Humanos publicados em plataformas de recrutamento e seleção, com foco na identificação das competências estratégicas no contexto da transformação digital, observando a presença de exigências relacionadas ao uso de tecnologias e análise de dados.

2 CONCEITO DE COMPETÊNCIAS

Na literatura clássica da gestão por competências, Fleury e Fleury (2004) conceituam competência como o saber agir responsável e reconhecido, que envolve a mobilização e integração de conhecimentos, habilidades e atitudes no contexto de trabalho, com o objetivo de gerar valor tanto para a organização quanto para o indivíduo. Sob essa perspectiva, a competência está associada à

capacidade do indivíduo de articular esses recursos diante das demandas organizacionais, produzindo resultados relevantes e alinhados aos objetivos institucionais.

Uma pessoa pode demonstrar competência ao realizar determinada tarefa, mas isso não significa que apresentará o mesmo desempenho em todas as situações. Isso ocorre porque a manifestação das competências depende das demandas específicas de cada contexto de trabalho. Dessa forma, um profissional pode apresentar elevado desempenho em determinadas atividades e não obter o mesmo resultado quando confrontado com tarefas diferentes ou situações que exigem outros conhecimentos e habilidades. Assim, as competências são compreendidas como capacidades que se manifestam na ação e que dependem da mobilização de recursos individuais em resposta às demandas do contexto profissional (BRANDÃO; BORGES-ANDRADE, 2018).

Nessa linha de análise, as competências podem ser compreendidas como capacidades dinâmicas, que envolvem a mobilização de recursos individuais e coletivos para responder às demandas profissionais e organizacionais. Dessa forma, não se restringem ao domínio técnico, abrangendo também aspectos como adaptação, aprendizagem contínua e aplicação prática dos conhecimentos em diferentes contextos (MONTEZANO; ISIDRO, 2025).

No contexto das competências estratégicas — compreendidas não como um conceito distinto, mas como uma extensão do conceito geral de competências —, sua especificidade reside na orientação para o alcance dos objetivos organizacionais. Observa-se que, antes da consolidação do paradigma do RH 4.0, essas competências estavam predominantemente associadas à capacidade de compreender o negócio, apoiar a formulação e a implementação de estratégias e contribuir para a melhoria do desempenho organizacional, em consonância com a perspectiva do RH como parceiro estratégico (ULRICH, 1997). Nesse cenário, destacavam-se aspectos como visão sistêmica, orientação para resultados, capacidade analítica e alinhamento às diretrizes organizacionais, com menor ênfase no uso intensivo de tecnologias digitais e na análise de dados em larga escala.

Dessa forma, observa-se que as competências estratégicas, em sua concepção tradicional, estavam fortemente vinculadas à lógica de alinhamento organizacional e geração de resultados, sendo posteriormente ampliadas com a incorporação de novas demandas decorrentes das transformações digitais no campo da gestão de pessoas.

2.1 Competências estratégicas no contexto do RH 4.0

Assim como no conceito geral de competência, as competências estratégicas podem ser entendidas como um conjunto integrado de conhecimentos, habilidades e atitudes (CHA). Sua particularidade reside na aplicação dessas capacidades de maneira direcionada à tomada de decisão, à geração de valor e ao alcance dos objetivos organizacionais. Nesse sentido, as competências estratégicas não constituem uma categoria isolada, distinta das competências técnicas ou comportamentais, mas representam um nível de atuação voltado ao contexto estratégico das organizações (BRANDÃO et al., 2011).

Essa perspectiva se alinha à visão contemporânea de que o profissional de Recursos Humanos deve atuar como parceiro estratégico do negócio, promovendo o alinhamento entre as práticas de RH e a execução efetiva da estratégia organizacional. Em ambientes dinâmicos, estudos recentes destacam que, quando orientado estrategicamente, o RH vai além da execução de tarefas administrativas, participando ativamente de decisões empresariais e contribuindo para a geração de valor. Essa integração entre gestão de pessoas e estratégia organizacional é reconhecida como um fator crítico para o desempenho e a sustentabilidade das organizações, sobretudo em peque-

nas e médias empresas, onde o papel estratégico do RH ainda se consolida e pode elevar a competitividade e a eficácia das decisões de gestão de pessoas (AL-A'ALI, 2025).

No contexto das transformações tecnológicas e organizacionais do RH 4.0, observa-se que muitas competências estão relacionadas à capacidade de interpretar informações, analisar indicadores e utilizar dados para apoiar decisões. Pesquisas recentes apontam que a digitalização e a adoção de tecnologias disruptivas modificam significativamente as práticas de gestão de pessoas, exigindo que os profissionais desenvolvam habilidades analíticas e estratégicas para acompanhar o ritmo dessas mudanças (SILVA et al., 2022). Nesse cenário, abordagens baseadas na análise de informações tornam-se essenciais para compreender fenômenos relacionados à gestão de pessoas e subsidiar o planejamento estratégico da área.

Um exemplo é a abordagem conhecida como *People Analytics*, que utiliza dados, métodos analíticos e recursos estatísticos para compreender padrões de comportamento e desempenho dos colaboradores. Sob essa perspectiva, indicadores organizacionais podem ser analisados para identificar tendências, apoiar decisões gerenciais e fortalecer o planejamento estratégico da gestão de pessoas. Estudos recentes realizados no Brasil indicam que profissionais de RH reconhecem o *People Analytics* como ferramenta estratégica, capaz de oferecer suporte à tomada de decisão e de alinhar as práticas de gestão de pessoas aos objetivos organizacionais (LUCCAS, 2026).

Dessa forma, no RH 4.0, as competências estratégicas podem ser definidas como aquelas que capacitam o profissional de RH a interpretar informações organizacionais, apoiar processos decisórios e alinhar práticas de gestão de pessoas às estratégias do negócio. Entre essas competências, destacam-se: pensamento analítico e tomada de decisão baseada em dados; visão sistêmica do negócio; planejamento estratégico de pessoas; capacidade de antecipação de problemas organizacionais; e uso estratégico de tecnologias aplicadas à gestão de pessoas. Estudos recentes reforçam que, para atuar efetivamente nesse contexto digital e estratégico, é fundamental que os profissionais desenvolvam habilidades analíticas e tecnológicas que permitam interpretar dados, identificar padrões e apoiar decisões estratégicas, promovendo maior alinhamento entre a gestão de pessoas e os objetivos organizacionais (SILVA et al., 2022; LUCCAS, 2026).

A partir dessas discussões, observa-se que a atuação estratégica do profissional de Recursos Humanos passa a exigir a integração entre conhecimentos tradicionais da gestão de pessoas e novas capacidades relacionadas ao uso de tecnologias e à interpretação de informações organizacionais. Nesse contexto, as competências estratégicas assumem papel central na atuação do RH, pois possibilitam que os profissionais compreendam o ambiente organizacional, apoiem a tomada de decisão e contribuam para o alinhamento entre as práticas de gestão de pessoas e as diretrizes estratégicas das organizações. Assim, o desenvolvimento dessas competências torna-se um elemento fundamental para que a área de Recursos Humanos atue de forma efetivamente estratégica em ambientes organizacionais cada vez mais orientados por dados e tecnologias (LUCCAS, 2026).

3 METODOLOGIA

O tipo de pesquisa deste estudo caracteriza-se como descritiva, pois busca identificar as competências estratégicas em demanda no contexto do RH 4.0, através da análise documental de vagas de Recursos Humanos anunciadas em plataformas de recrutamento (LinkedIn, Indeed, Gupy e Infojobs). A abordagem da pesquisa é predominantemente qualitativa, pois busca interpretar as competências descritas nas vagas analisadas. Adicionalmente, utiliza-se de elementos quantitativos ao contabilizar a frequência com que determinadas competências são exigidas.

3.1 Procedimentos de coleta de dados e critérios de seleção da amostra

A coleta de dados foi realizada por meio de quatro plataformas amplamente utilizadas no contexto de recrutamento e seleção: LinkedIn, Indeed, InfoJobs e Gupy. Foram selecionadas dez vagas de cada plataforma, totalizando 40 anúncios de emprego. A escolha dessas plataformas justifica-se por sua relevância e abrangência no mercado de trabalho, possibilitando o acesso a oportunidades em diferentes contextos organizacionais.

As vagas contemplam empresas de diversos segmentos econômicos, com predominância do setor de serviços, além da presença de organizações das áreas de tecnologia, comércio, logística e indústria, incluindo subdivisões como indústria automotiva, energética, de aviação e de alimentos. Também foram consideradas vagas com identificação organizacional confidencial. Essa diversidade permite uma análise mais abrangente das competências exigidas em diferentes contextos organizacionais. Para cada vaga, foram extraídas informações como cargo, nível hierárquico, empresa (quando disponível), segmento de atuação e descrição dos requisitos, com ênfase nos trechos relacionados às competências exigidas.

A definição da amostra baseou-se em critérios de inclusão e exclusão, visando garantir a consistência e a relevância dos dados. Foram incluídas vagas da área de Recursos Humanos com descrição clara das atribuições e requisitos, disponíveis publicamente e com identificação do segmento de atuação, ainda que, em alguns casos, a empresa estivesse classificada como confidencial. Foram excluídas vagas duplicadas, anúncios com informações incompletas ou genéricas, bem como aqueles que não apresentavam elementos suficientes para a identificação das competências requeridas. Também foram desconsideradas vagas que não se relacionavam diretamente com atividades típicas da área de Recursos Humanos.

3.2 Técnica de análise de dados

Para a análise dos dados, foi utilizada a técnica de análise de conteúdo, conforme proposta por Bardin (2011), por se tratar de um método sistemático e objetivo que permite a interpretação de dados qualitativos. A análise foi conduzida em três etapas: (i) pré-análise, com organização e leitura inicial das descrições das vagas; (ii) exploração do material, com identificação e codificação das competências presentes nos anúncios; e (iii) tratamento dos resultados, com categorização e interpretação dos dados.

As competências identificadas foram organizadas com base no modelo de conhecimentos, habilidades e atitudes (CHA), conforme Fleury e Fleury (2001), permitindo uma classificação estruturada das exigências profissionais. Além disso, foram analisadas à luz das transformações do RH 4.0, considerando demandas como digitalização, análise de dados e atuação estratégica da área de Recursos Humanos, conforme Ulrich et al. (2014) e Strohmeier (2020). Os procedimentos adotados garantem consistência na coleta, organização e análise dos dados, possibilitando a identificação de padrões nas competências requeridas e sua relação com as novas exigências do ambiente organizacional. Dessa forma, oferecem subsídios para a análise e discussão dos resultados, apresentados na seção seguinte.

4 RESULTADOS

A análise dos 40 anúncios de emprego coletados nas plataformas LinkedIn, Indeed, InfoJobs e Gupy permitiu identificar padrões relevantes quanto aos segmentos das empresas, níveis dos cargos e competências estratégicas exigidas pelo mercado na área de Recursos Humanos. Em rela-

ção aos segmentos, houve predominância do setor de serviços, considerando o agrupamento das vagas classificadas como serviços em geral e serviços na área da saúde. Em seguida, destacam-se o setor de tecnologia e as vagas classificadas como "confidencial", nas quais não foi possível identificar o segmento da empresa. Os setores de indústria, comércio e logística apareceram com menor frequência. Quanto ao nível dos cargos, verificou-se predominância de vagas de nível tático, especialmente para funções como analistas, especialistas e Business Partners. Esse dado indica que as demandas por competências estratégicas não estão restritas aos níveis mais altos da organização, estando presentes também em posições intermediárias, que articulam atividades operacionais e analíticas. Além disso, observou-se a presença de vagas para níveis iniciais, como estágios, demonstrando que essas exigências também começam a aparecer nas etapas iniciais da carreira em Recursos Humanos.

4.1 Competências e ferramentas identificadas nas vagas

No que se refere às competências exigidas, os dados foram organizados em três eixos temáticos com base no modelo de Conhecimentos, Habilidades e Atitudes (CHA), amplamente utilizado na literatura para a compreensão do desenvolvimento de competências profissionais (FLEURY; FLEURY, 2001; DUTRA, 2016).

O primeiro eixo, denominado Inteligência de Dados e People Analytics, apresentou maior recorrência nos anúncios analisados, evidenciando a valorização de competências associadas à análise e interpretação de dados no contexto da gestão de pessoas. Nesse eixo, foram identificadas exigências relacionadas à construção de dashboards, utilização de ferramentas de Business Intelligence, interpretação de indicadores organizacionais, identificação de tendências e suporte à tomada de decisão baseada em evidências. Esses achados reforçam a perspectiva de Ulrich (1997) e Ulrich et al. (2014), segundo a qual a atuação estratégica de Recursos Humanos está diretamente relacionada ao uso de informações estruturadas e métricas organizacionais para geração de valor.

O segundo eixo, Tecnologia e Automação no contexto do RH 4.0, evidencia a crescente demanda por profissionais com domínio de sistemas de gestão e integração de plataformas digitais aplicadas aos processos de Recursos Humanos. Observou-se, ainda, a menção ao uso de inteligência artificial, ferramentas de automação e à necessidade de atenção à segurança da informação e à conformidade com a legislação vigente. Esses resultados estão alinhados às discussões sobre a transformação digital do RH, que aponta para a incorporação de tecnologias emergentes como requisito central para a atuação profissional contemporânea (DUTRA, 2016).

Por sua vez, o terceiro eixo, Business Partnering e Visão Sistêmica, evidencia a valorização de profissionais capazes de atuar de forma estratégica junto às lideranças organizacionais, contribuindo para processos decisórios, gestão da mudança e alcance de resultados institucionais. Esse eixo está em consonância com o modelo proposto por Ulrich, no qual o profissional de Recursos Humanos assume o papel de parceiro de negócios, integrando a gestão de pessoas aos objetivos estratégicos da organização.

De forma integrada, os três eixos analisados evidenciam uma reconfiguração do perfil profissional de Recursos Humanos no contexto contemporâneo, caracterizada pela articulação entre competências analíticas, tecnológicas e estratégicas, em consonância com as transformações associadas ao modelo de RH 4.0.

O Quadro 1 apresenta uma síntese das principais ferramentas e metodologias identificadas nos anúncios analisados, associadas aos eixos de competências descritos.

Quadro 1 – Ferramentas e metodologias associadas às competências identificadas nas vagas analisadas

Categoria	Ferramentas/Metodologias Encontradas na Pesquisa
Visualização de Dados	Power BI, Tableau, Looker Studio, Dashboards.
Gestão e Métricas	OKRs, KPIs (Turnover, Absenteísmo, ROI de Treinamento), People Analytics.
Tecnologia Aplicada	Inteligência Artificial, SAP, SQL, ETL, Ferramentas de Automação.
Metodologias de Trabalho	Metodologias Ágeis, Gestão por Competências, Gestão de Projetos.

Fonte: Dados da pesquisa (2026).

4.2 Análise e discussão

A análise das vagas permitiu identificar padrões que confirmam as mudanças que vêm sendo discutidas na literatura sobre a área de Recursos Humanos. Observou-se que há uma predominância de vagas em nível tático, como analistas, especialistas e Business Partners, o que indica que as empresas estão buscando profissionais com competências que vão além das atividades operacionais. Nesse sentido, destacam-se a capacidade de análise, a atenção aos detalhes e a habilidade de trabalhar com dados, seja interpretando informações ou ajudando na construção de indicadores. Esse resultado está de acordo com a proposta de Ulrich (1997) e Ulrich et al. (2014), que aponta que o RH tem assumido um papel mais estratégico dentro das organizações.

Além disso, foi possível perceber que essas exigências aparecem em diferentes setores, principalmente no setor de serviços e na área de tecnologia, que foram os mais frequentes nos dados analisados. Isso mostra que a transformação do RH não acontece de forma isolada, mas acompanha as mudanças do mercado de trabalho como um todo, especialmente em áreas que dependem mais de conhecimento e inovação. A presença de ferramentas como Power BI, indicadores de desempenho (KPIs) e metodologias como OKRs reforça a importância do uso de dados na atuação do profissional de RH. De acordo com Fleury e Fleury (2001), ser competente envolve saber utilizar conhecimentos, habilidades e atitudes para gerar valor, o que fica evidente nesse contexto.

Outro ponto importante é a presença de competências relacionadas à tecnologia, como o uso de sistemas, automação e até inteligência artificial. Isso mostra que o RH está cada vez mais ligado à tecnologia, caracterizando o chamado RH 4.0. Nesse sentido, Dutra (2016) destaca que a gestão de pessoas precisa acompanhar essas mudanças para se manter relevante dentro das organizações. Por fim, destaca-se que essas competências já são exigidas inclusive em vagas de estágio e posições iniciais, conforme evidenciado nos dados analisados. Esse resultado indica uma mudança relevante no perfil esperado dos profissionais desde o início da carreira, demonstrando que a atuação estratégica em RH não está mais restrita aos níveis hierárquicos mais elevados. Tal constatação sugere que o desenvolvimento de competências estratégicas precisa ocorrer de forma antecipada, ainda no processo de formação acadêmica, a fim de reduzir o desalinhamento entre as exigências do mercado e a preparação dos profissionais para atuação no contexto do RH 4.0.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo analisar como a transformação digital tem influenciado a redefinição das competências estratégicas exigidas do profissional de Recursos Humanos no contexto do RH 4.0. A partir dos resultados obtidos, foi possível identificar que o mercado de trabalho tem demandado um perfil profissional mais analítico, tecnológico e alinhado às estratégias organizacionais.

Assim, conclui-se que a transformação digital, no contexto do RH 4.0, tem redefinido as competências exigidas dos profissionais de Recursos Humanos, ao priorizar capacidades relacionadas à análise de dados, ao uso de tecnologias digitais e à atuação estratégica no apoio à tomada de decisão. Dessa forma, responde-se ao problema de pesquisa ao evidenciar que o mercado de trabalho passou a demandar um perfil profissional mais analítico, tecnológico e integrado às estratégias organizacionais, superando o modelo tradicional centrado em atividades operacionais. Esse cenário confirma a mudança do papel do RH, que passa a atuar de maneira mais estratégica, conforme discutido por Ulrich (1997), e em sintonia com as transformações mais amplas do mundo do trabalho (SCHWAB, 2019).

Além disso, destaca-se que essa redefinição de competências impacta diretamente a formação dos profissionais, indicando a necessidade de maior alinhamento entre o ensino e as demandas do mercado. Nesse sentido, o desenvolvimento de competências deve acompanhar as mudanças do contexto organizacional, conforme aponta Dutra (2016).

Como contribuição, este estudo evidencia, a partir da análise de anúncios de vagas, como o mercado tem redefinido as competências na área de Recursos Humanos, reforçando o papel do RH 4.0 na transformação da atuação profissional. Para estudos futuros, sugere-se a ampliação da amostra de vagas analisadas, a fim de obter uma visão mais abrangente das competências exigidas no mercado de trabalho. Além disso, recomenda-se investigar de que forma os cursos de formação em Recursos Humanos têm incorporado, em suas grades curriculares, conteúdos relacionados à análise de dados, tecnologias digitais e atuação estratégica. Nesse sentido, estudos comparativos entre a formação acadêmica e as exigências do mercado podem contribuir para identificar lacunas e propor melhorias que favoreçam o desenvolvimento de competências alinhadas ao contexto do RH 4.0.

Por fim, destaca-se que compreender essas mudanças é essencial para alinhar a formação e o desenvolvimento profissional às exigências de um mercado cada vez mais orientado por dados, tecnologia e estratégia.

REFERÊNCIAS

AL-A'ALI, La'aleh. HR strategic partnership in small and medium enterprises. **International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences**, v. 15, n. 5, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.6007/IJARBSS/v15-i5/25551. Acesso em: 14 mar. 2026.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BRANDÃO, Hugo Pena; BAHRY, Carla Patricia. Gestão por competências: métodos e técnicas para mapeamento de competências. **Revista do Serviço Público**, Brasília, v. 56, n. 2, p. 179-194, abr./jun. 2005.

BRANDÃO, Hugo Pena; BORGES-ANDRADE, Jairo Eduardo. Competências no trabalho: uma análise da produção científica brasileira. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 22, n. 3, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1982-7849rac2018170035. Acesso em: 13 mar. 2026.

BRANDÃO, Hugo Pena; CARBONE, Pedro Paulo; LEITE, João Batista Diniz; VILHENA, Rosa Maria de Paula. **Gestão por competências e gestão do conhecimento**. Rio de Janeiro: FGV, 2011.

CHIAVENATO, Idalberto. **Gestão de pessoas**: o novo papel dos recursos humanos nas organizações. 4. ed. Barueri: Manole, 2014.

CRUZ, N. P. B.; BELOCLIDES, P. de C.; AMORIM, J. G. de; SILVA, L. S.; SANTOS, J. do N. de S. Gestão estratégica e inovação: o papel da administração na transformação digital das organizações. **Journal of Media Critiques**, v. 11, n. 27, e244, 2025.

DUTRA, Joel Souza. **Competências**: conceitos, instrumentos e experiências. São Paulo: Atlas, 2016.

FLEURY, Afonso; FLEURY, Maria Tereza Leme. Construindo o conceito de competência. **Revista de Administração Contemporânea**, Curitiba, v. 5, n. spe, p. 183-196, 2001. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1415-65552001000500010. Acesso em: 14 mar. 2026.

FLEURY, Afonso; FLEURY, Maria Tereza Leme. **Estratégias empresariais e formação de competências**: um quebra-cabeça caleidoscópio da indústria brasileira. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

HOBSBAWM, Eric. **A era das revoluções**: 1789-1848. São Paulo: Paz e Terra, 2012.

LUCCAS, Taciana Maria Lemes de. Percepção de profissionais de recursos humanos sobre People Analytics. **Revista de Carreiras e Pessoas**, v. 16, n. 1, p. 11-30, 2026. Disponível em: https://doi.org/10.23925/recape.v16i1.63019. Acesso em: 14 mar. 2026.

MONTEZANO, Lina; ISIDRO, Antonio. Relação multinível das competências para inovação no setor público. **Gestão.Org**: Revista Eletrônica de Gestão Organizacional, v. 23, p. 1-24, 2025.

SCHWAB, Klaus. **A quarta revolução industrial**. São Paulo: Edipro, 2019.

SILVA, José Roberto Gomes da; VERGARA, Sylvia Constant. A resistência à mudança organizacional. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 37, n. 1, p. 11-34, 2003.

STROHMEIER, Stefan. Digital human resource management: a conceptual clarification. **German Journal of Human Resource Management**, v. 34, n. 3, p. 345-365, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1177/2397002220921131. Acesso em: 14 mar. 2026.

ULRICH, Dave. **Human resource champions**: the next agenda for adding value and delivering results. Boston: Harvard Business School Press, 1997.

ULRICH, Dave; BROCKBANK, Wayne; JOHNSON, Dave; SANDHOLTZ, Kurt; YOUNGER, Jon. **HR from the outside in**: six competencies for the future of human resources. New York: McGraw-Hill, 2014.

Os conceitos e as opiniões expressos neste artigo são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

INTERFACE TECNOLÓGICA

TECNOLOGIA EM GESTÃO EMPRESARIAL
Interface Tecnológica · v. 23, n. 1, 2026 · p. 177–185
ISSN on-line 2447-0864 · ISSN impresso 1807-3980
https://doi.org/10.31510/infa.v23i1.2429

ECONOMIA E SUSTENTABILIDADE NA RECAUCHUTAGEM DE PNEUS EM UMA COOPERATIVA DO AGRONEGÓCIO: estudo de caso no interior de São Paulo

Economics and sustainability in tire retreading at an agribusiness cooperative: a case study in the interior of São Paulo

Ezequiel dos Santos[1], **Oswaldo Lázaro Mendes**[2]

AUTORIA

[1] **Ezequiel dos Santos**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
ezequieldsantos7@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0006-4971-6810

[2] **Oswaldo Lázaro Mendes**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
oswaldo.lazaro@fatectq.edu.br
ORCID: 0000-0002-0761-2670

HISTÓRICO

Recebido	23/04/2026
Aceito	04/06/2026
Publicado	30/06/2026

COMO CITAR

SANTOS, E.; MENDES, O. L. Economia e sustentabilidade na recauchutagem de pneus em uma cooperativa do agronegócio: estudo de caso no interior de São Paulo. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 23, n. 1, p. 177-185, 2026. DOI: 10.31510/infa.v23i1.2429.

LICENÇA

Artigo de acesso aberto distribuído sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

cc BY 4.0

RESUMO

Este artigo apresenta um estudo de caso sobre a implantação de um sistema de controle e recauchutagem de pneus em uma cooperativa agrícola localizada no interior de São Paulo. Diante do cenário de aumento dos custos logísticos e da necessidade de práticas sustentáveis, o objetivo foi analisar os impactos econômicos e ambientais da substituição parcial da compra de pneus novos pela utilização de pneus reformados. A metodologia utilizada foi qualitativa, quantitativa e descritiva, com base em observações diretas, entrevistas, relatórios internos e comparativos financeiros. Os resultados demonstraram uma redução significativa nos custos relacionados a pneus, além de ganhos ambientais significativos, como a diminuição do consumo de petróleo e do descarte inadequado de resíduos sólidos. A adoção da recauchutagem mostrou-se uma estratégia eficaz para conciliar a viabilidade financeira com a sustentabilidade, permitindo que a cooperativa reduza as despesas operacionais enquanto utiliza logística reversa e conservação de recursos.

Palavras-chave: Transporte rodoviário. Frota própria. Pneus. Recauchutagem. Sustentabilidade.

ABSTRACT

This article presents a case study on the implementation of a tire retreading and control system in an agricultural cooperative located in the interior of São Paulo. Given the scenario of rising logistics costs and the need for sustainable practices, the objective was to analyze the economic and environmental impacts of partially replacing the purchase of new tires with the use of retreaded tires. The methodology used was qualitative, quantitative, and descriptive, based on direct observations, interviews, internal reports, and financial comparisons. The results demonstrated a significant reduction in tire-related costs, as well as significant environmental gains, such as decreased oil consumption and improper disposal of solid waste. The adoption of retreading proved to be an effective strategy for reconciling financial viability with sustainability, allowing the cooperative to reduce operating expenses while utilizing reverse logistics and conserving resources.

Keywords: Road transport. Own fleet. Tires. Retreading. Sustainability.

1 INTRODUÇÃO

Os pneus representam um dos elementos mais estratégicos e críticos para o desempenho de veículos de carga, especialmente no transporte rodoviário, onde os caminhões são responsáveis por movimentar grande parte da produção agrícola e industrial do país. Além de garantirem a segurança da operação, eles influenciam diretamente no consumo de combustível, na estabilidade do veículo e na vida útil de diversos componentes mecânicos. Assim, a gestão eficiente desse recurso não deve ser entendida apenas como uma questão de manutenção, mas como fator determinante para a competitividade e sustentabilidade das cooperativas do setor de transporte.

Nesse contexto, a recauchutagem surge como alternativa viável frente à crescente pressão econômica e ambiental. O processo, que consiste em remover a banda de rodagem desgastada e aplicar uma nova camada de borracha na carcaça estrutural do pneu, permite ampliar o ciclo de vida do material, reduzir custos e minimizar o impacto ambiental decorrente do descarte inadequado. Considerando que os pneus figuram como a segunda maior despesa operacional de uma frota — superados apenas pelo consumo de combustível —, a possibilidade de reduzir até 75% dos custos em comparação à compra de pneus novos torna a recauchutagem uma prática de alta relevância (DAFONTE PNEUS, 2004; NUNES et al., 2008).

Além da economia financeira, a adoção desse processo contribui para a sustentabilidade ambiental. A produção de um pneu novo consome, em média, 90 litros de petróleo, enquanto a recauchutagem exige cerca de 27 litros (ANDRADE; PACHIEGA; EL-KHATIB, 2003). Dessa forma, cooperativas que incorporam essa prática em sua gestão de frotas não apenas otimizam recursos, mas também demonstram responsabilidade socioambiental em consonância com a legislação e com as exigências de mercado.

O presente estudo se dedica a analisar a implantação de um sistema de controle e recauchutagem de pneus em uma cooperativa agrícola do interior de São Paulo. Mais do que relatar um caso prático, a proposta é demonstrar como a combinação entre controle técnico rigoroso, logística reversa e práticas sustentáveis pode resultar em benefícios significativos, tanto no âmbito econômico quanto no ambiental.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O transporte rodoviário é o principal meio de movimentação de cargas no Brasil, responsável por mais de 60% da matriz logística nacional, segundo a Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2023). Esse modal é essencial para o escoamento da produção agrícola e industrial, especialmente em regiões onde a infraestrutura ferroviária e hidroviária é limitada. Contudo, o elevado custo operacional e o desgaste dos veículos — especialmente dos pneus — representam grandes desafios para a competitividade das empresas e cooperativas do setor. Assim, a eficiência na gestão dos componentes veiculares é determinante para reduzir custos e garantir a segurança das operações.

A sustentabilidade no transporte rodoviário tornou-se um eixo estratégico das organizações modernas. Conforme Bowersox, Closs e Cooper (2014), práticas sustentáveis na logística devem alinhar eficiência econômica com responsabilidade ambiental, reduzindo desperdícios e promovendo o reaproveitamento de recursos. Nesse contexto, a logística verde e a logística reversa ganham destaque como ferramentas de mitigação de impactos ambientais e de fortalecimento da imagem institucional das empresas. A gestão sustentável de pneus, quando integrada a políticas

ambientais corporativas, contribui diretamente para o cumprimento das metas de sustentabilidade estabelecidas por órgãos ambientais e pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2009).

Os pneus, além de serem um dos principais custos de manutenção de uma frota, são também fatores críticos de segurança no transporte rodoviário. Pneus em más condições elevam o risco de acidentes, aumentam o consumo de combustível e geram maior desgaste nos sistemas de suspensão e frenagem (ANTT, 2022). Assim, o controle técnico, o monitoramento da milimetragem e a manutenção preventiva são fundamentais para garantir o desempenho operacional e a integridade dos motoristas e das cargas. Além disso, o uso de pneus certificados e com manutenção adequada reduz o impacto ambiental e amplia o ciclo de vida útil do produto.

Nesse cenário, a recauchutagem se apresenta como uma alternativa técnica e ambientalmente viável. O processo consiste em reaproveitar a carcaça estrutural do pneu e aplicar uma nova banda de rodagem, prolongando seu uso e reduzindo significativamente o consumo de matérias-primas não renováveis, como o petróleo (ANDRADE; PACHIEGA; EL-KHATIB, 2003). De acordo com Nunes et al. (2008), a prática pode reduzir até 75% dos custos em relação à compra de pneus novos, mantendo padrões de segurança equivalentes, desde que o processo siga as normas técnicas e certificações exigidas. Dessa forma, a recauchutagem representa não apenas uma ação de economia, mas também uma estratégia de sustentabilidade e de fortalecimento da competitividade logística.

3 METODOLOGIA

Este estudo adota uma abordagem qualitativa e quantitativa, com ênfase em um estudo de caso, tendo como unidade de análise uma cooperativa agrícola localizada no interior do estado de São Paulo, mais especificamente no município de Bebedouro-SP. A pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de investigar, descrever e avaliar a implementação de um sistema de controle e recauchutagem de pneus, utilizado como estratégia para redução de custos operacionais na frota de caminhões da organização, transporte dos pneus usados através de notas fiscais que comprovam o item transportado.

A metodologia utilizada é descritiva e aplicada, com coleta de dados primários e secundários. Os dados primários foram obtidos por meio de observação direta do processo logístico, entrevistas informais com colaboradores da área de transporte e responsáveis pela manutenção da frota, além do acompanhamento da rotina de controle de pneus. Os dados secundários foram extraídos de relatórios internos, registros de custos com pneus novos e recauchutados, sistemas de controle de milimetragem e registros fiscais da cooperativa.

Também foram utilizadas referências técnicas e legais sobre a logística reversa e a recauchutagem de pneus, conforme estabelecido por órgãos ambientais e obras acadêmicas, como o estudo técnico de Lagarinhos e Tenório (2008) e os conceitos logísticos apresentados por Bowersox, Closs e Cooper (2014).

A análise foi conduzida por meio de comparativos financeiros, visando demonstrar a economia gerada com a substituição da compra de pneus novos pela utilização de pneus recauchutados. O estudo considerou, ainda, aspectos legais e operacionais envolvidos na regularização fiscal do transporte dos pneus reformados, com ênfase na criação do código de “sucata de borracha”, medida essencial para o cumprimento das normas de transporte e tributação, além de informações que

comprovassem o pneu que estava sendo transportado através de sua numeração de fogo feita após implementação de um sistema de controle e gestão de pneus.

A metodologia escolhida se mostra adequada para compreender, com profundidade, os efeitos da recauchutagem dentro de um contexto cooperativista específico, permitindo extrapolações e recomendações para outras organizações do setor agroindustrial.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A implantação do sistema de controle e recauchutagem de pneus na cooperativa agrícola analisada gerou impactos expressivos tanto no âmbito econômico quanto no ambiental. Os relatórios internos evidenciam que a substituição gradual da compra de pneus novos pela utilização de pneus reformados possibilitou uma redução média de 50 a 60% nos custos relacionados a pneus, considerando a milimetragem percorrida e a vida útil estendida das carcaças. Esse resultado está em consonância com estudos de Nunes et al. (2008), que apontam economias superiores a 7% nos custos operacionais gerais de frotas com a adoção parcial da reforma.

Outro ponto relevante foi a melhoria no acompanhamento técnico. O uso de planilhas de controle permitiu monitorar o desgaste individual de cada pneu, identificando padrões de utilização e prevenindo substituições prematuras. Essa prática reduziu desperdícios e contribuiu para que a cooperativa adotasse políticas de manutenção preventiva mais eficientes, em linha com as recomendações de Bowersox, Closs e Cooper (2014) sobre o papel da logística no suporte à competitividade cooperativista.

Na Figura 1 tem-se a planilha com os seguintes dados: pneus, status atual, valor de compra, marca do pneu, modelo do pneu, quantidade de sulcos do modelo, vida atual, valor da vida atual, banda aplicada, quantidade de sulcos, dimensão e código DOT (que indica fabricante, modelo e data de fabricação).

Figura 1 – Dados relevantes do pneu

UNIDA	PNEU	STATUS ATUAL	VALOR COMPRA	MARCA DO PNEU	MODELO DO PNEU	QTD SULCOS MODELO	VIDA ATUAL	VALOR VIDA ATUAL	BANDA APLICADA	QTD SULCOS	DIME	DOT
Bebedou	1638	EM_USO	2500.00	Pirelli	FR88	4	Primeira Vida	-	Nunca Recapado	-	295/80 R	320
Bebedou	1633	EM_USO	2500.00	Continental	HTR1	4	Primeira Vida	-	Nunca Recapado	-	295/80 R	4218
Bebedou	1642	EM_USO	2500.00	Continental	HTR1	4	Primeira Vida	-	Nunca Recapado	-	295/80 R	4418
Bebedou	1632	EM_USO	2500.00	Continental	HTR1	4	2ª Vida (1ª Recapagem)	700.00	BARRECAP (Ñ USAR) - LIS	4	295/80 R	4318
Bebedou	1631	EM_USO	2500.00	Continental	HTR1	4	2ª Vida (1ª Recapagem)	700.00	BARRECAP (Ñ USAR) - LIS	4	295/80 R	4318
Bebedou	1634	EM_USO	2500.00	Continental	HTR1	4	Primeira Vida	-	Nunca Recapado	-	295/80 R	4318
Bebedou	1639	EM_USO	2500.00	Continental	HTR1	4	2ª Vida (1ª Recapagem)	700.00	BARRECAP (Ñ USAR) - LIS	4	295/80 R	4318
Bebedou	1640	EM_USO	2500.00	Pirelli	TR88	4	2ª Vida (1ª Recapagem)	700.00	BARRECAP (Ñ USAR) - LIS	4	295/80 R	117
Bebedou	1637	EM_USO	2500.00	Pirelli	FR88	4	Primeira Vida	-	Nunca Recapado	-	295/80 R	2017
Bebedou	1635	EM_USO	2500.00	Continental	HTR1	4	Primeira Vida	-	Nunca Recapado	-	295/80 R	4418
Bebedou	1636	EM_USO	2500.00	Continental	HTR1	4	Primeira Vida	-	Nunca Recapado	-	295/80 R	4218
Bebedou	1641	EM_USO	2500.00	Bridgestone	R250	4	Primeira Vida	-	Nunca Recapado	-	295/80 R	3017
Bebedou	2220	EM_USO	2065.07	Pirelli	FR01	4	Primeira Vida	-	Nunca Recapado	-	275/80 R	3823
Bebedou	2523	EM_USO	2570.00	Michelin	XMULTI Z	4	Primeira Vida	-	Nunca Recapado	-	275/80 R	4623
Bebedou	658	EM_USO	0.00	Goodyear	KMAX S	4	3ª Vida (2ª Recapagem)	000.00	VIPAL - VL110L		4 275/80 R	2220
Bebedou	2547	EM_USO	2375.00	Bridgestone	L325	4	2ª Vida (1ª Recapagem)	730.00	PIRELLI - TG01		4 275/80 R	4723
Bebedou	2050	EM_USO	2360.00	Continental	HS3	4	2ª Vida (2ª Recapagem)	000.00	VIPAL - VL110L		4 275/80 R	3222
Bebedou	1564	EM_USO	1800.00	Goodyear	KMAX S	4	3ª Vida (2ª Recapagem)	672.00	VIPAL - VL110L		4 275/80 R	1120
Bebedou	2550	EM_USO	2375.00	Bridgestone	L325	4	2ª Vida (1ª Recapagem)	730.00	PIRELLI - TG01		4 275/80 R	4823
Bebedou	2525	EM_USO	2570.00	Michelin	XMULTI Z	4	Primeira Vida	-	Nunca Recapado	-	275/80 R	4623
Bebedou	977	EM_USO	0.00	Pirelli	FG01	3	2ª Vida (1ª Recapagem)	730.00	PIRELLI - TG01		4 275/80 R	220
Bebedou	2548	EM_USO	2375.00	Bridgestone	L325	4	2ª Vida (1ª Recapagem)	730.00	PIRELLI - TG01		4 275/80 R	4723
Bebedou	488	EM_USO	0.00	Goodyear	KMAX S	4	3ª Vida (2ª Recapagem)	000.00	VIPAL - VL110L		4 275/80 R	2420
Bebedou	2108	EM_USO	2350.00	Continental	HS3	4	2ª Vida (1ª Recapagem)	000.00	VIPAL - VL110L		4 275/80 R	4322

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A Figura 2 mostra a situação dos pneus nos veículos por região e por filiais da empresa mostrando unidade e em todas as filiais, total de veículos, veículos estão ok e veículos onde os pneus estão vencidos.

Figura 2 – Situação dos pneus nos veículos por região e por unidade

ADERÊNCIA VEÍCULOS SEM DTA POR UNIDADE				
UNIDADE	ESPERADO	NO PRAZO	VENCIDOS	% OK
BEBEDOURO	88	69	19	78%
LIMEIRA	9	0	9	0%
SÃO SEBASTIÃO DO PARAÍSO	15	5	10	33%
UBERABA	25	8	17	32%
Total	137	82	55	60%

ADERÊNCIA VEÍCULOS SEM DTA POR FILIAL (MENSAL)				
UNIDADE	ESPERADO	NO PRAZO	VENCIDOS	% OK
ARAXA CD 248	2	1	1	50%
ARAXA FABRICA 157	9	5	4	56%
ARAXA LOJA 161	1	0	1	0%
BEBEDOURO CD 206	24	22	2	92%
BEBEDOURO DEPOSITO 14	14	6	8	43%
BEBEDOURO DTA 214	3	2	1	67%
BEBEDOURO GC 215	2	2	0	100%
BEBEDOURO POSTO 44	3	3	0	100%
CAMPO FLORIDO LOJA 78	1	0	1	0%
CASSIA FABRICA 173	5	0	5	0%
DEPOSITO DVA 18	10	7	3	70%
LIMEIRA DEPOSITO 90	2	0	2	0%
LOGISTICA 926	2	1	1	50%
MARILIA CD 234	2	2	0	100%
SAO ROQUE MINAS LOJA 147	1	1	0	100%
SAO SEBASTIAO DO PARAISO ARMAZEM 188	3	0	3	0%
SAO SEBASTIAO DO PARAISO CAFE 115	4	4	0	100%
TRR ARACATUBA 04	7	6	1	86%
TRR ARAGUARI 07	5	0	5	0%
TRR BEBEDOURO 02	11	11	0	100%
TRR ITAPOLIS 01	8	6	2	75%
TRR ITUIUTABA 06	6	1	5	17%
TRR PIRASSUNUNGA 03	7	0	7	0%
UBERABA CD 191	3	1	2	33%

Fonte: Cooperativa Agroindustrial (2021-2022).

A Figura 3 mostra os seguintes dados para o controle de milimetragem para realização da troca: unidade alocada, pneu, status atual, marca do pneu, modelo do pneu, medidas, placa aplicada, tipo de veículo, posição aplicada, sulco interno, sulco central interno, sulco central externo, sulco externo, menor sulco, pressão, DOT e último.

Figura 3 – Planilha criada para controle de milimetragem

UNIDADE ALOCADO	PNE	STATUS ATUAL	MARCA PNEU	MODELO PNEU	MEDIDAS	PLACA APLICADA	TIPO VEÍCULO	POSIÇÃO APLICADA	SULCO INTERN	SULCO CENTRAL INTERN	SULCO CENTRAL EXTERN	SULCO EXTERN	MENOR SULC	PRESSÃO (PSI)	VIDA ATU	DO	ÚL
Bebedouro	1	DESCARTE	Pirelli	FR88	275/80 R22.5	-	-	-	13,1	13,0	13,27	13,08	13,1	-	2	5220	
Bebedouro	2	DESCARTE	Pirelli	FR88	275/80 R22.5	-	-	-	6,88	7,03	6,86	6,27	6,27	-	1	5220	
Bebedouro	3	EM_USO	Pirelli	FR88	275/80 R22.5	EYE6526	TRUCK	1EE1	13,28	13,92	11,24	11,39	13,24	-	2	5220	
Bebedouro	4	DESCARTE	Pirelli	FR88	275/80 R22.5	-	-	-	17	17	17	17	17	-	5	5220	
Bebedouro	6	EM_USO	Pirelli	TR01	275/80 R22.5	FTH6178	TRUCK	1EE1	9,47	9,17	8,91	10,59	8,91	-	8	5020	
Bebedouro	8	DESCARTE	Pirelli	TR01	275/80 R22.5	-	-	-	12,04	11,61	11,24	12,5	11,24	-	8	5020	
Bebedouro	9	DESCARTE	Pirelli	FR88	275/80 R22.5	-	-	-	2,86	3,43	3,85	2,48	2,86	-	1	3610	
Bebedouro	10	DESCARTE	Pirelli	FR88	275/80 R22.5	-	-	-	8,62	8,76	5,36	4,22	8,62	-	1	3410	
Bebedouro	12	DESCARTE	Pirelli	FR01	275/80 R22.5	-	-	-	5,83	4,26	4,83	5,38	4,26	-	2	1920	
Bebedouro	13	DESCARTE	Pirelli	FR01	275/80 R22.5	-	-	-	16,68	17,19	16,73	17,41	16,68	100	2	220	
Bebedouro	14	DESCARTE	Pirelli	FG01	275/80 R22.5	-	-	-	3,76	1,56	1,56	4,71	1,56	-	1	2319	
Bebedouro	15	DESCARTE	Pirelli	FG01	275/80 R22.5	-	-	-	5,2	3,68	3,39	4,76	3,39	80	2	220	
Bebedouro	16	ESTOQUE	Pirelli	FG01	275/80 R22.5	-	-	-	21	21	21	21	21	-	2	220	
Bebedouro	17	DESCARTE	Pirelli	FG01	275/80 R22.5	-	-	-	13,49	13,12	11,28	12,41	13,12	-	3	2319	
Bebedouro	18	DESCARTE	Pirelli	FG01	275/80 R22.5	-	-	-	5,68	4,92	4,92	5,71	4,92	-	1	220	
Bebedouro	19	DESCARTE	Pirelli	FG01	275/80 R22.5	-	-	-	5,47	6,48	7,41	8,69	5,47	104	2	220	
Bebedouro	20	DESCARTE	Pirelli	TG01	275/80 R22.5	-	-	-	6,58	4,86	5,85	7,8	5,85	104	2	920	
Bebedouro	21	DESCARTE	Pirelli	TG01	275/80 R22.5	-	-	-	13,03	11,75	12,34	13,42	11,75	-	5	1020	

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

No aspecto ambiental, os ganhos também foram notórios. Considerando que a produção de um pneu novo consome cerca de 90 litros de petróleo, enquanto a reforma demanda apenas 27 litros (ANDRADE; PACHIEGA; EL-KHATIB, 2003), estima-se que a cooperativa tenha evitado o consumo de milhares de litros de petróleo no período estudado. Além disso, houve significativa redução no descarte de resíduos sólidos, fortalecendo a política de logística reversa adotada pela organização e alinhando-se à Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Portanto, os resultados demonstram que a recauchutagem de pneus, aliada a um controle rigoroso de milimetragem e manutenção preventiva, oferece três benefícios principais:

1. Redução de custos operacionais significativos;

2. Aumento da eficiência logística por meio do monitoramento detalhado;

3. Contribuição ambiental relevante pela diminuição do consumo de petróleo e do descarte inadequado de pneus.

Esses achados corroboram a literatura revisada, ao mesmo tempo em que evidenciam, no caso concreto da cooperativa agrícola, que a recauchutagem não deve ser vista apenas como uma alternativa pontual de economia, mas como um elemento central da política de gestão de frotas e de sustentabilidade cooperativista.

Na Figura 4 tem-se a foto do layout do depósito antes da implantação da gestão de pneus na matriz da empresa.

Figura 4 – **Depósito da matriz antes da implantação da gestão de pneus**



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A Figura 5 apresenta a foto do layout do depósito depois da implantação da gestão de pneus na matriz da empresa.

Figura 5 – Depósito da matriz depois da implantação da gestão de pneus



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Os resultados alcançados não ficaram restritos às planilhas: a economia obtida contribuiu para maior eficiência na utilização de recursos, reduziu o impacto ambiental decorrente do descarte de pneus e consolidou uma política de manutenção inovadora. A partir de tais implantações, a cooperativa passou a consumir apenas 100 pneus novos por ano alocados na dianteira dos caminhões e passou a utilizar 798 pneus ressolados por ano, totalizando 898 pneus, de um total de 800 pneus novos que eram comprados por ano, além das irregularidades que não eram vistas sem o sistema, com o preço médio do pneu a R$ 2.198,00 e com o preço médio em ressolagens a R$ 699,00, passou de gasto anual de R$ 1.758.400,00 para um gasto de R$ 777.602,00, gerando uma economia de R$ 980.798,00, ou seja, 55,78% de redução em relação aos custos de pneus conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados dos custos antes e depois da adoção da ressolagem

	Quantidade pneus novos	Quantidade de pneus ressolados	Valor gasto novos R$	Valor gasto de ressolados	Total gasto R$
Sem ressolagem	800	0	800*2198,00		1.758.400,00
Com ressolagem	100	798	100*2198,00	798*699,00	777.602,00
Economia					980.798,00

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

No aspecto ambiental, a economia anual foi de 41.454 litros de petróleo devido à ressolagem, de acordo com a Tabela 2, além das carcaças dos pneus que deixaram de ser descartadas, pois foram para ressolagem.

Tabela 2 – Economia ambiental em relação ao gasto de petróleo pela ressolagem

	Quantidade pneus novos	Quantidade de pneus ressolados	Litros de petróleo novos	Litros de petróleo ressolados	Total gasto
Sem ressolagem	800	0	800*90		72000
Com ressolagem	100	798	100*90	798*27	30546
Economia					41454

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Gerir uma frota de veículos exige mais do que apenas planejamento operacional: trata-se de uma responsabilidade estratégica que impacta diretamente a sustentabilidade financeira e ambiental da organização. Em um cenário onde os custos logísticos representam parcela significativa das despesas totais, economizar de forma inteligente se torna não apenas uma obrigação administrativa, mas uma ação de grande relevância para a saúde da cooperativa e para a competitividade no mercado. Cada decisão voltada à redução de custos, quando bem fundamentada, transforma-se em benefício coletivo — pois amplia a capacidade de investimento, fortalece a cooperativa e garante melhores condições de trabalho aos colaboradores.

Nesse contexto, o projeto de implantação do sistema de controle e recauchutagem de pneus na cooperativa agrícola do interior de São Paulo demonstrou o quanto a gestão responsável pode gerar resultados concretos. Ao substituir gradualmente a compra de pneus novos por processos de reforma certificados, aliados a um rigoroso acompanhamento da milimetragem e do ciclo de vida de cada pneu, foi possível reduzir de maneira expressiva os custos operacionais da frota, assegurando desempenho, segurança e sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES (ANTT). **Conteúdo do Portal AR**. 2022. Disponível em: https://portal.antt.gov.br/pagina-de-teste/-/asset_publisher/zhlgU1mXEzF5/content/2022/3116054. Acesso em: 7 nov. 2025.

ANDRADE, L. F. S.; PACHIEGA, J. R.; EL-KHATIB, C. A reciclagem de pneus e o seu impacto ambiental. **Polímeros**: Ciência e Tecnologia, v. 13, n. 2, p. 85-91, 2003.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B. **Gestão logística da cadeia de suprimentos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2014.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 416, de 20 de setembro de 2009**. Brasília, DF: IBAMA, 2009. Disponível em: http://www.mma.gov.br/port/CONAMA/. Acesso em: 30 nov. 2025.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). **Pesquisa CNT de Rodovias 2023 reforça a importância de maior investimento na malha rodoviária**. 2023. Disponível em: https://www.cnt.org.br/agencia-cnt/pesquisa-cnt-de-rodovias-2023-refora-a-importancia-de-maior-investimento-na-malha-rodoviaria. Acesso em: 10 dez. 2025.

COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL. **Relatórios internos de controle de frota, custos com pneus e logística reversa**. Bebedouro, SP: acervo interno, 2021-2022. Documento não publicado.

DAFONTE PNEUS. **Manual técnico de pneus**: manutenção, reforma e aproveitamento. São Paulo: Dafonte, 2004.

LAGARINHOS, Carlos Alberto F.; TENÓRIO, Jorge Alberto S. Tecnologias utilizadas para a reutilização, reciclagem e valorização energética de pneus no Brasil. **Polímeros**: Ciência e Tecnologia, v. 18, n. 2, p. 106-118, 2008. Disponível em: https://www.scielo.br/j/polimeros/a/4Y5J4sZMHhC6JvBrGGX9mvd/?lang=pt. Acesso em: 17 jun. 2025.

NUNES, M. L.; SILVA, J. R.; MOURA, F. C. Gestão de pneus em frotas de transporte: análise da viabilidade econômica da recapagem e recauchutagem. **Revista Transporte & Desenvolvimento**, v. 4, n. 2, p. 55-72, 2008.

NUNES, R. V. *et al.* Análise dos custos, benefícios econômicos e financeiros da utilização de pneus reformados nas cooperativas de transporte de passageiros: uma análise comparativa entre a aquisição de pneus novos e a utilização de pneus reformados na cooperativa Expresso Grandes Rumos S/A. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 15., 2008, Curitiba. **Anais** [...]. Curitiba: Associação Brasileira de Custos, 2008. Disponível em: https://www.abcustos.org.br/anais/arquivos/2008/338.pdf. Acesso em: 17 jun. 2025.

Os conceitos e as opiniões expressos neste artigo são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

INTERFACE TECNOLÓGICA

TECNOLOGIA EM GESTÃO EMPRESARIAL
Interface Tecnológica · v. 23, n. 1, 2026 · p. 186–195
ISSN on-line 2447-0864 · ISSN impresso 1807-3980
https://doi.org/10.31510/infa.v23i1.2436

INTENÇÃO DE ROTATIVIDADE: análise em uma empresa especializada em peças para máquinas agrícolas

Turnover intent: analysis in a company specialized in parts for agricultural machinery

Pâmela Dias Parada[1], **Taiane Cristina Corrêa**[2], **Rafael Francisco Campos Pianno**[3], **Sandra Regina Chalela Ayub**[4]

AUTORIA

[1] **Pâmela Dias Parada**
Fatec Catanduva – SP – Brasil
pamelhynha@hotmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0000-3677-417X

[2] **Taiane Cristina Corrêa**
Fatec Catanduva – SP – Brasil
taianecristina255@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0004-7395-913X

[3] **Rafael Francisco Campos Pianno**
Fatec Catanduva – SP – Brasil
rafael.pianno@fatec.sp.gov.br
ORCID: https://orcid.org/0009-0007-3706-906X

[4] **Sandra Regina Chalela Ayub**
Fatec Catanduva – SP – Brasil
sandra@fatecatanduva.edu.br
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6582-9766

HISTÓRICO

Recebido	25/04/2026
Aceito	04/06/2026
Publicado	30/06/2026

COMO CITAR

PARADA, P. D. et al. Intenção de rotatividade: análise em uma empresa especializada em peças para máquinas agrícolas. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 23, n. 1, p. 186-195, 2026. DOI: 10.31510/infa.v23i1.2436.

LICENÇA

Artigo de acesso aberto distribuído sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

cc BY 4.0

RESUMO

O estudo analisa os fatores organizacionais que influenciam a intenção de rotatividade dos colaboradores em uma empresa que passou por reestruturação em 2023. A pesquisa é de natureza aplicada, com abordagem quali-quantitativa e descritiva, utilizando a Escala de Intenção de Rotatividade (EIR). Os resultados, obtidos a partir das dimensões "pensar", "planejar" e "desejar" sair da empresa, indicam que parte dos colaboradores apresenta intenção de rotatividade, ainda que não de forma recorrente, refletindo um comportamento preventivo diante da insegurança organizacional. Observou-se maior intenção de rotatividade entre os colaboradores mais jovens, influenciada pela ausência de plano de carreira, limitações em reconhecimento e incertezas quanto à estabilidade no emprego. Os dados evidenciam que a intenção de rotatividade está associada à percepção do ambiente de trabalho e às práticas de gestão. Com base na literatura, destaca-se que o suporte organizacional percebido, por meio do apoio da liderança, reconhecimento e condições adequadas de trabalho, contribui para a redução da rotatividade. Dessa forma, recomenda-se o fortalecimento do clima organizacional, da comunicação interna e de políticas de valorização profissional para retenção de talentos.

Palavras-chave: Intenção de rotatividade. Comportamento organizacional. Satisfação no trabalho.

ABSTRACT

The study analyzes the organizational factors that influence employees' turnover intention in a company that underwent restructuring in 2023. The research is applied in nature, with a qualitative-quantitative and descriptive approach, using the Turnover Intention Scale (TIS). The results, obtained from the dimensions "to think," "to plan," and "to desire" to leave the company, indicate that some employees show turnover intention, although not recurrently, reflecting a preventive behavior in response to organizational insecurity. A higher turnover intention was observed among younger employees, influenced by the absence of a career plan, limitations in recognition, and uncertainties regarding job stability. The data show that turnover intention is associated with the perception of the work environment and management practices. Based on the literature, it is highlighted that perceived organizational support, through leadership support, recognition, and adequate working conditions, contributes to reducing turnover. Therefore, strengthe-

ning the organizational climate, internal communication, and professional appreciation policies is recommended to retain talent.

Keywords: Turnover intention. Organizational behavior. Job satisfaction.

1 INTRODUÇÃO

A rotatividade de pessoal é um fenômeno presente em diferentes tipos de organizações e pode gerar impactos significativos tanto na gestão de pessoas quanto no desempenho organizacional. A saída frequente de colaboradores pode acarretar custos relacionados a processos de recrutamento, seleção, treinamento e adaptação de novos funcionários, além de possíveis prejuízos na continuidade das atividades e na manutenção do conhecimento organizacional. Nesse contexto, a intenção de rotatividade tem sido estudada por representar um indicador relevante que antecede o desligamento efetivo dos trabalhadores, refletindo a predisposição do indivíduo em deixar a organização em que atua (MOBLEY, 1977).

Este estudo delimita-se à análise da intenção de rotatividade no contexto organizacional, buscando compreender os fatores que podem influenciar a decisão dos colaboradores de permanecer ou não em uma organização. A partir dessa delimitação, surge o seguinte problema de pesquisa: quais fatores organizacionais estão associados à intenção de rotatividade dos colaboradores em uma empresa de pequeno porte do noroeste paulista, no segmento indústria metalúrgica de conexões e terminais hidráulicos para o agronegócio?

Com base nessa problemática, o objetivo geral deste estudo é analisar, de maneira descritiva, os fatores organizacionais associados à intenção de rotatividade dos colaboradores na organização avaliada. Como objetivos específicos, descrever a percepção dos colaboradores quanto à satisfação no trabalho, verificar como o comportamento organizacional é percebido pelos colaboradores em relação à sua permanência na organização e identificar aspectos do ambiente organizacional e das práticas de gestão associados à intenção de rotatividade dos colaboradores e propor sugestões de melhorias para a empresa.

Dessa forma, justifica-se o estudo da intenção de rotatividade na empresa selecionada, uma vez que a reestruturação ocorrida no final de 2023 gerou impactos significativos na percepção e no comportamento dos colaboradores. Tal mudança estrutural provocou um clima de insegurança entre os funcionários, especialmente entre os mais jovens e recém-admitidos, que passaram a demonstrar maior preocupação com a possibilidade de novas reorganizações e com a estabilidade de seus empregos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A intenção de rotatividade tem sido objeto de crescente atenção nos estudos de comportamento organizacional, uma vez que está diretamente relacionada à permanência ou saída de colaboradores das organizações. Esse fenômeno está associado às percepções que os trabalhadores possuem em relação ao ambiente de trabalho, às condições organizacionais e às práticas de gestão adotadas pelas instituições.

Silva, Cappellozza e Costa (2014) realizaram um estudo com 132 profissionais do estado de São Paulo, com o objetivo de analisar a influência da percepção de suporte organizacional e do comprometimento afetivo na intenção de rotatividade. Os resultados indicaram que colaboradores que se sentem mais valorizados e apoiados pela organização apresentam menor intenção de

desligamento. Além disso, o suporte organizacional contribui para o fortalecimento do vínculo afetivo com a empresa, aumentando a satisfação e o desempenho no trabalho.

De acordo com Fantin (2023), a rotatividade de pessoal pode gerar impactos negativos no clima organizacional, afetando o desempenho das equipes e a estabilidade das relações de trabalho. Em sua pesquisa, aproximadamente 80% dos entrevistados afirmaram acreditar que a rotatividade influencia negativamente o ambiente organizacional. Diante disso, o autor destaca a importância da implementação de estratégias voltadas à retenção de talentos e ao fortalecimento de uma cultura organizacional que valorize os colaboradores.

Segundo Bracarense et al. (2022), em estudo realizado com enfermeiros de um hospital, foram analisados diferentes fatores relacionados ao clima organizacional que influenciam a intenção de rotatividade. Entre os principais aspectos identificados destacam-se o apoio da chefia, o reconhecimento e as recompensas oferecidas, o conforto físico no ambiente de trabalho, o nível de pressão nas atividades desempenhadas e a coesão entre colegas de trabalho. Os resultados indicaram que a satisfação com esses elementos tende a reduzir a intenção de rotatividade, enquanto condições de trabalho desfavoráveis e ambientes organizacionais negativos podem aumentar o desejo de desligamento por parte dos colaboradores.

Formaggio e Melo (2021) destacam que muitas empresas priorizam investimentos em recursos tecnológicos e estruturais, deixando em segundo plano aspectos relacionados às relações humanas e à comunicação interna. Essa postura pode gerar insatisfação entre os colaboradores e contribuir para o aumento da rotatividade.

Pinho, Silva e Oliveira (2022) identificaram que incentivos ao desenvolvimento profissional, recompensas e oportunidades de promoção contribuem para melhorar a qualidade das relações de trabalho e reduzir o interesse dos colaboradores em deixar a organização.

Conforme destaca Chiavenato (2010), a gestão de pessoas é responsável por desenvolver talentos e administrar o capital humano por meio de processos integrados de gestão.

Assim, quando os colaboradores percebem suporte organizacional, reconhecimento e satisfação no trabalho, os níveis de comprometimento tendem a aumentar, reduzindo a intenção de rotatividade e favorecendo a permanência dos profissionais na organização (OLIVEIRA et al., 2018).

2.1 Causas e consequências da intenção de rotatividade

O estudo realizado por Oliveira et al. (2018) investigou as relações da intenção de rotatividade, percepção de suporte da organização, política de gestão de pessoas e nível de confiança organizacional. Os resultados mostraram que, à medida que a percepção do suporte organizacional aumenta, a intenção de rotatividade tende a ser menor. Por outro lado, a falta do suporte organizacional prejudica a relação do trabalho que favorece o aumento da rotatividade.

Nesse contexto, as políticas de gestão de pessoas desempenham papel importante na construção do ambiente de trabalho mais satisfatório, o que contribui para o aumento do comprometimento e retenção dos funcionários. O investimento no desenvolvimento profissional, por exemplo, fortalece a percepção de apoio organizacional e a retenção de talentos (OLIVEIRA et al., 2018).

Como consequência, a alta rotatividade pode trazer prejuízos financeiros e assim comprometer a organização, uma vez que a perda de colaboradores impacta no desempenho e continuidade das atividades. Assim, o tema deve ser tratado de modo estratégico pela alta direção, e não somente como responsabilidade do departamento de gestão de pessoas (SEIDL; ANDRADE; NEIVA, 2019).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a validação da Intenção de Rotatividade (IR), foi utilizada a "Escala de Intenção de Rotatividade (EIR)", que, segundo Siqueira et al. (2014, p. 213), é definida da seguinte forma: "A EIR é uma medida que pretende avaliar o grau em que um indivíduo elabora planos sobre sua saída da empresa em que trabalha". Ademais, além do questionário pertencente à escala escolhida, que contém três perguntas relacionadas ao tema, considerando as categorias "Nunca", "Raramente", "Às vezes", "Frequentemente" e "Sempre", foram incluídas outras seis perguntas de caráter pessoal, a fim de enriquecer a pesquisa com informações adicionais.

O artigo trata-se de uma pesquisa de natureza aplicada, que, de acordo com Zanella (2009, p. 72), "[...] tem como motivação básica a solução de problemas concretos, práticos e operacionais".

Para a análise dos dados obtidos por meio do questionário, foram utilizadas técnicas estatísticas como porcentagens, gráficos para facilitar a visualização e interpretação dos resultados e amostragem, já que apenas parte dos colaboradores participou do estudo. Também foram aplicadas técnicas não estatísticas para complementar a análise dos dados. Portanto, a abordagem do problema utilizada na pesquisa em questão se denomina quali-quanti, ou seja, qualitativa e quantitativa. Estas pesquisas, de acordo com Prodanov e Freitas (2013, p. 69), são definidas como:

> Pesquisa quantitativa: considera tudo que pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. [...] Pesquisa qualitativa: [...] esta não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. Tal pesquisa é descritiva. [...]

Quanto aos objetivos, a pesquisa é descritiva. De acordo com Silva (2005, p. 8), "[...] a pesquisa descritiva tem o propósito de identificar e descrever as características relevantes das unidades de uma população objetivo e, também, relações relevantes entre essas características".

3.1 Amostra

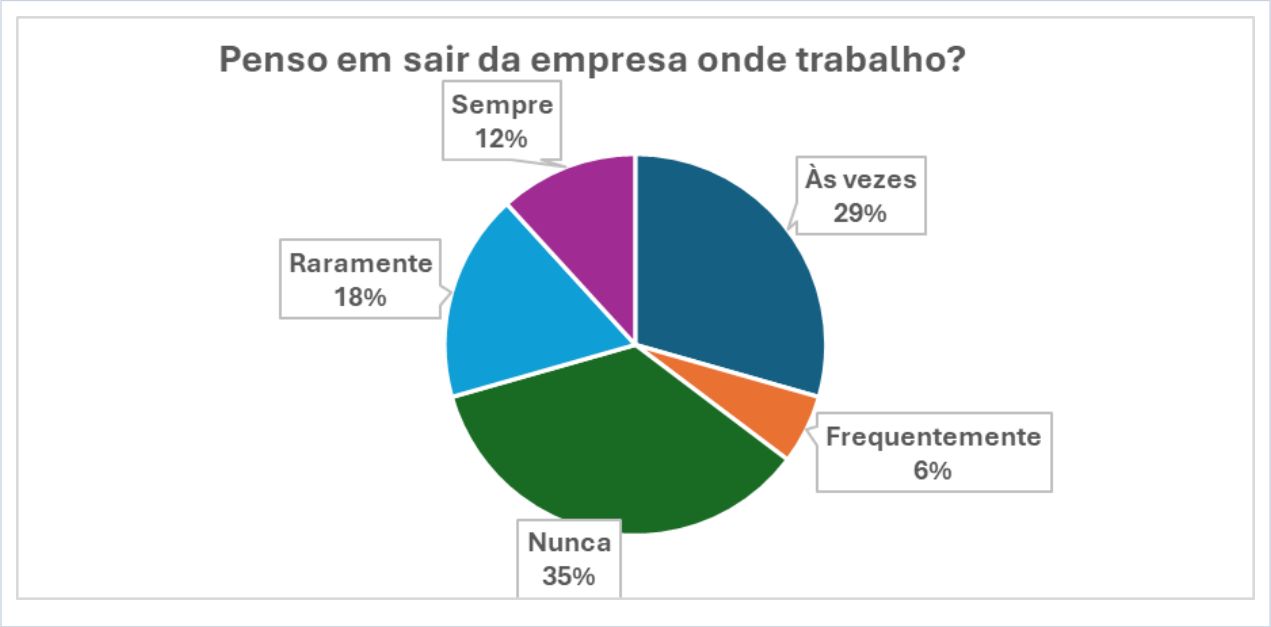
A empresa selecionada é de pequeno porte, localizada em Catanduva/SP, atuando no setor metalúrgico de conexões e terminais hidráulicos para o agronegócio. A escolha se justifica por um recente processo de reestruturação interna, com possíveis impactos no quadro de colaboradores e aumento da rotatividade, tornando o contexto relevante para o estudo.

Atualmente, a empresa tem um total de 28 funcionários, dos quais 17 colaboradores (60,71%) participaram da pesquisa. Desta amostra, 14 pessoas (82%) são do gênero masculino e 3 pessoas (18%), do gênero feminino. Com relação à idade, 3 pessoas (18%) possuem de 18 a 25 anos; 9 pessoas (52%) possuem de 26 a 35 anos; 3 pessoas (18%) possuem de 36 a 45 anos e 2 pessoas (12%) possuem de 46 a 55 anos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos junto aos colaboradores, por meio de perguntas aplicadas com base na escala EIR, são apresentados de forma gráfica, com o objetivo de evidenciar os fatores que influenciam a intenção dos funcionários em pensar, planejar ou manifestar desejo de deixar, futuramente, a empresa em que trabalham. Os Gráficos 1, 2 e 3 da pesquisa contemplam, respectivamente, as seguintes questões: se o colaborador pensa em sair da empresa, se planeja sua saída e se sente vontade de se desligar da organização.

Gráfico 1 – "Penso em sair da empresa onde trabalho?"

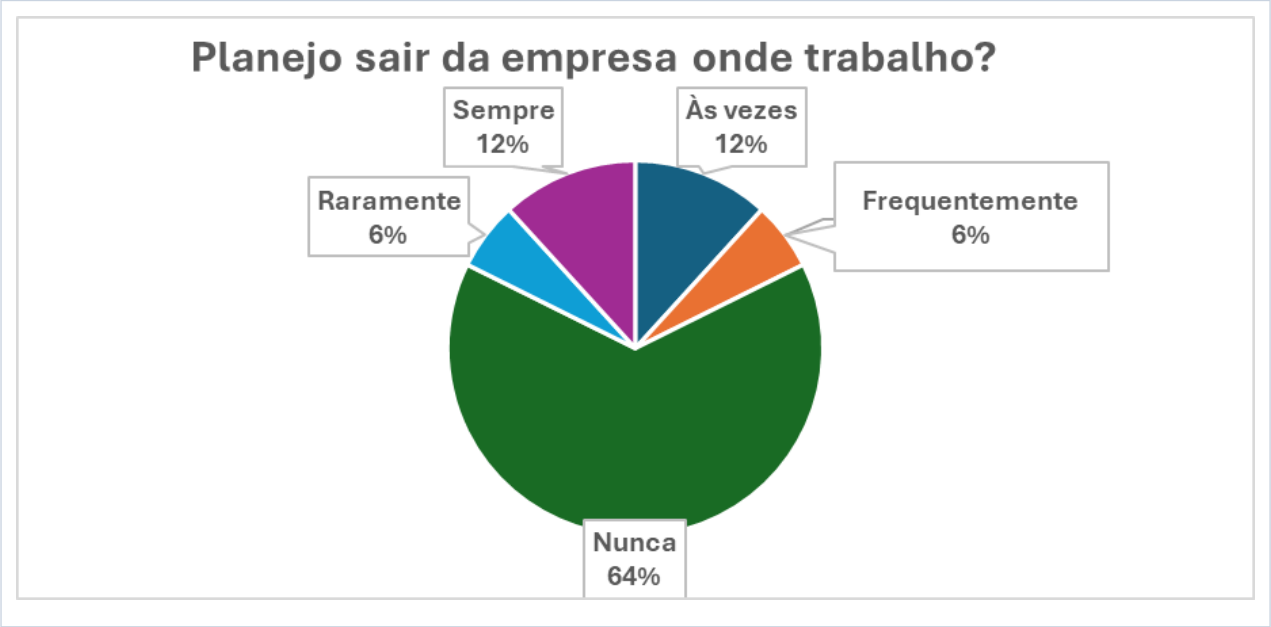


Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Os resultados do Gráfico 1 referentes à percepção dos colaboradores sobre a intenção de deixar a empresa em que trabalham demonstram que a maior parcela dos respondentes afirmou que "nunca" pensa em sair da organização, correspondendo a 35% do total, o que pode indicar um nível relativamente positivo de satisfação, estabilidade ou vínculo com a empresa.

Por outro lado, os que responderam que "sempre" (12%), "às vezes" (29%) e "frequentemente" (6%) pensam em sair da empresa totalizam 47%. É um percentual significativo que demonstra a existência de dúvidas ou insatisfações relacionadas ao ambiente de trabalho, às condições oferecidas ou às perspectivas profissionais. Esses resultados merecem atenção da gestão, pois representam colaboradores com maior propensão à rotatividade, podendo gerar impactos negativos para a organização, como perda de talentos, aumento de custos com recrutamento e redução da produtividade.

Gráfico 2 – "Planejo sair da empresa onde trabalho?"



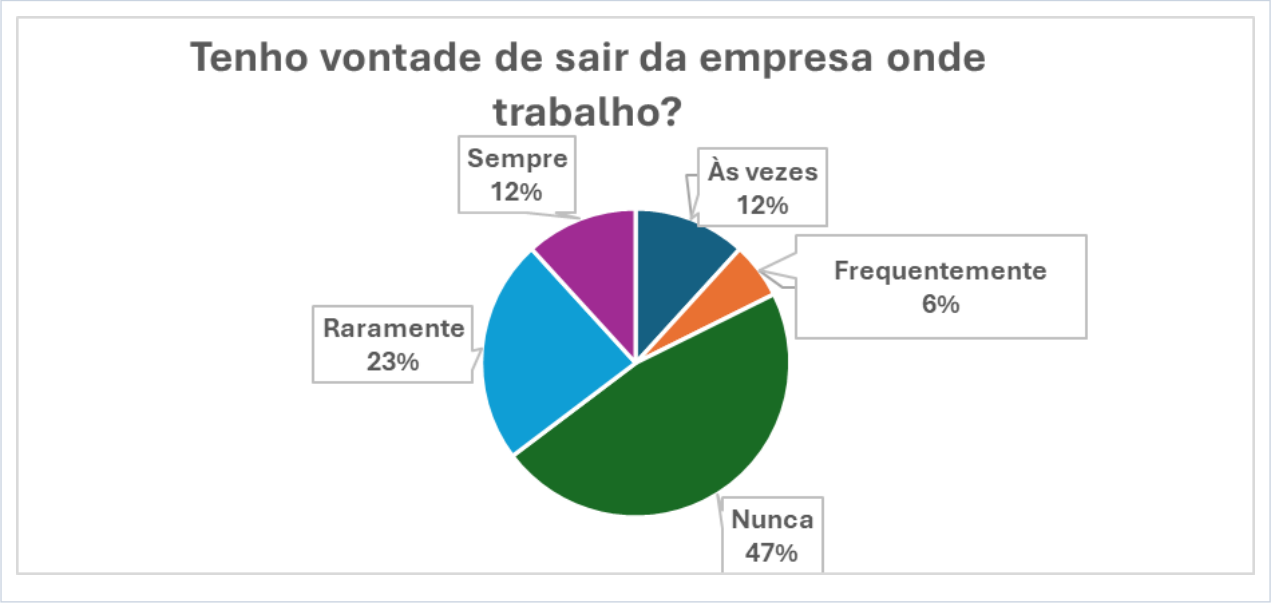
Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Os resultados apresentados no Gráfico 2 referem-se ao planejamento dos colaboradores em relação à possibilidade de deixar a empresa. Observa-se que 64% dos participantes afirmaram não planejar sair da organização, indicando ausência de objetivos ou metas profissionais que os motivem, no momento, a buscar outra oportunidade de trabalho.

Entretanto, a pesquisa revelou que 12% dos colaboradores "sempre" planejam mudar de emprego, enquanto outros 12% responderam que "às vezes" fazem esse planejamento. Além disso, 6% afirmaram que "frequentemente" têm planos de deixar o trabalho atual. Dessa forma, verifica-se que 30% dos trabalhadores apresentam, em algum nível, intenção de planejar sua saída da empresa.

De modo geral, a análise demonstra que, embora a maior parte dos funcionários não manifeste intenção constante de desligamento, existe um percentual expressivo de trabalhadores que, em diferentes níveis, considera a possibilidade de deixar a empresa.

Gráfico 3 – "Tenho vontade de sair da empresa onde trabalho?"



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Os resultados apresentados no Gráfico 3 demonstram que 70% dos respondentes do questionário dão indicativos de que não sentem vontade de sair da empresa. Os outros 30% apresentam um desejo de sair da atual empresa e buscar um novo trabalho.

No final do ano de 2023, houve uma reestruturação que resultou em um número expressivo de desligamentos voluntários e involuntários. Após esse período, observou-se a presença de um clima de insegurança entre os colaboradores que demonstram receio diante de novas mudanças organizacionais e da possibilidade de perda do emprego. Como consequência, uma parcela dos funcionários relata intenção ou desejo de deixar a empresa, ainda que não de forma recorrente, indicando um comportamento preventivo diante de possíveis frustrações futuras.

Além disso, a organização apresenta limitações no que se refere à oferta de incentivos e à definição de planos de carreira. A ausência de uma estrutura clara de cargos e setores reduz as perspectivas de crescimento profissional, impactando principalmente os colaboradores mais jovens. Dados indicam que empregados entre 18 e 35 anos são os mais propensos a considerar a saída da empresa, fase em que a busca por desenvolvimento e estabilidade profissional tende a ser mais intensa.

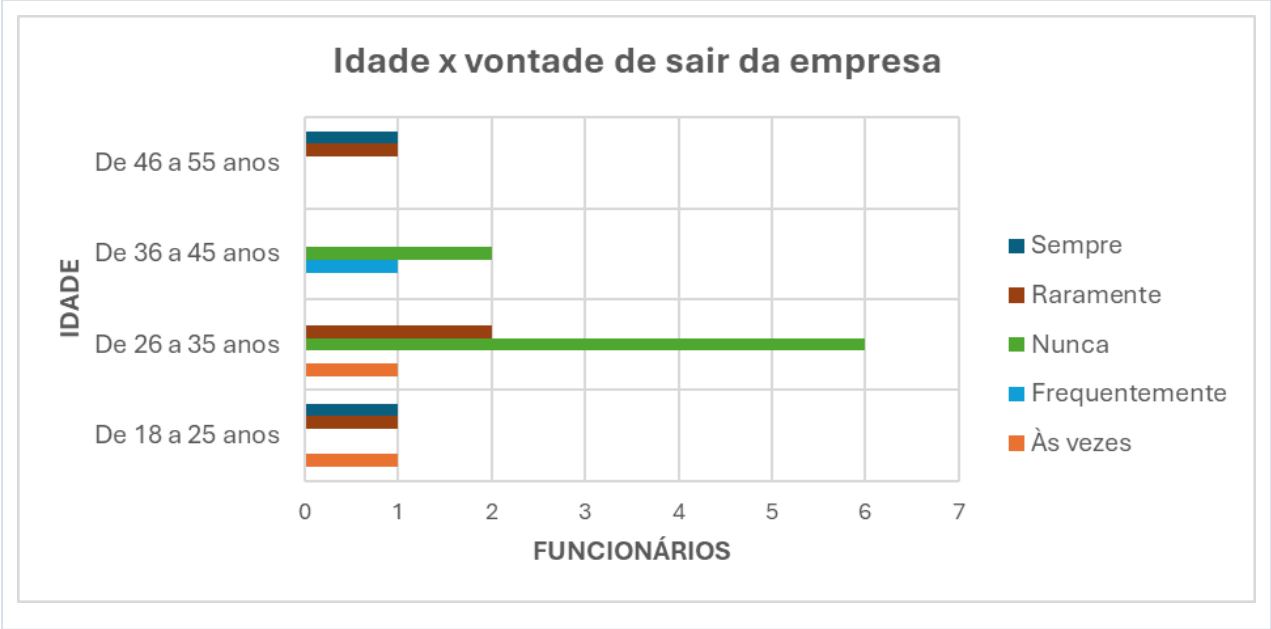
4.1 Cruzamento de dados

Por meio do cruzamento de dados apresentados no Gráfico 4, observa-se que a intenção de deixar a empresa é mais frequente entre os colaboradores mais jovens. Na faixa etária de 18 a 25 anos, identificam-se 3 indivíduos, correspondendo a 17,65% do total. De modo semelhante, entre 26 e 35 anos, também se registram 3 colaboradores (17,65%). Assim, ao considerar o grupo de 18 a 35 anos, a intenção de saída atinge 35,30% do total, indicando maior propensão à rotatividade nesse segmento etário.

Por outro lado, nas faixas etárias mais elevadas do Gráfico 4, essa intenção se mostra menos expressiva. Entre 36 e 45 anos, observa-se apenas 1 colaborador (5,88%), enquanto entre 46 e 55 anos são 2 colaboradores (11,76%). Em conjunto, o grupo de 36 a 55 anos representa 17,64% do total, evidenciando menor tendência à saída entre profissionais mais experientes.

Adicionalmente, no item "Nunca" da escala de intenção de saída, destaca-se a faixa de 26 a 35 anos, com 6 colaboradores (35,29%) que afirmaram nunca ter considerado deixar a empresa. Em seguida, a faixa de 36 a 45 anos apresenta 2 colaboradores (11,76%) com a mesma resposta. Esses dados podem ser visualizados no Gráfico 4.

Gráfico 4 – Idade × vontade de sair da empresa



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Os resultados podem estar relacionados à cultura organizacional, uma vez que estruturas rígidas, baixa inclusão e pouca diversidade podem dificultar a adaptação dos colaboradores mais jovens. Esse cenário pode se intensificar na ausência de feedbacks frequentes, considerando que as gerações mais jovens valorizam esse retorno como parte de seu desenvolvimento e desempenho profissional.

4.2 Propostas de melhorias

Primeiro, recomenda-se a realização de uma pesquisa de clima organizacional, a fim de compreender as necessidades, expectativas e percepções dos funcionários. Além disso, a oferta de processos seletivos internos contribui para o alinhamento entre os interesses dos colaboradores e as funções desempenhadas, aumentando a motivação e o comprometimento com as atividades. Da mesma forma, a implementação de canais de comunicação eficazes também é fundamental, pois possibilita que os funcionários expressem opiniões e sugestões, favorecendo a identificação e a resolução de problemas. Por fim, a concessão de benefícios adequados fortalece a satisfação e o engajamento, contribuindo para a retenção de talentos e para a redução da rotatividade e dos custos relacionados ao recrutamento.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho objetivou analisar os fatores organizacionais associados à intenção de rotatividade dos colaboradores em uma organização. Verificou-se que a intenção de rotatividade representa um indicador do comportamento organizacional, uma vez que permite identificar percepções, expectativas e níveis de satisfação dos colaboradores em relação ao ambiente de trabalho.

Os resultados obtidos demonstraram que, embora a maior parte dos funcionários não manifeste intenção constante de deixar a empresa, existe um percentual significativo de trabalhadores que, em diferentes níveis, pensa, planeja ou demonstra vontade de se desligar da organização. Isto requer atenção por parte da gestão, especialmente após a reestruturação ocorrida em 2023, que contribuiu para o surgimento de um clima de insegurança entre os colaboradores.

A pesquisa também revelou que fatores relacionados ao suporte organizacional, às oportunidades de crescimento profissional, ao reconhecimento e à comunicação interna exercem influência direta sobre a intenção de permanência dos funcionários. A ausência de planos de carreira estruturados e de incentivos ao desenvolvimento profissional mostrou-se relevante principalmente entre os colaboradores mais jovens, que apresentaram maior propensão à rotatividade. Os resultados reforçam a importância das práticas de gestão de pessoas para o fortalecimento do comprometimento organizacional e para a retenção de talentos.

Além disso, a intenção de rotatividade pode gerar impactos negativos para a organização, como aumento de custos com recrutamento e treinamento, perda de conhecimento organizacional e redução da produtividade.

Por fim, recomenda-se a implementação de ações voltadas à valorização dos funcionários, como pesquisas de clima organizacional, ampliação dos canais de comunicação, oferta de benefícios e incentivo a processos seletivos internos. Tais medidas podem contribuir para elevar os níveis de satisfação e engajamento dos trabalhadores, reduzindo a intenção de rotatividade e favorecendo a permanência dos colaboradores na organização.

REFERÊNCIAS

BRACARENSE, C. F.; COSTA, N. S.; RAPONI, M. B. G.; GOULART, B. F.; CHAVES, L. D. P.; SIMÕES, A. L. A. Organizational climate and nurses' turnover intention: a mixed method study. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 75, n. 4, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1590/0034-7167-2021-0792. Acesso em: 14 mar. 2026.

CHIAVENATO, I. **Gestão de pessoas**: o novo papel dos recursos humanos nas organizações. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=5XUALBIDdQwC&redir_esc=y. Acesso em: 14 mar. 2026.

FANTIN, L. T. **Impactos da rotatividade no clima organizacional**: estudo de caso em uma indústria de bebidas. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão Empresarial) – Instituto Federal do Espírito Santo, Linhares, 2023. Disponível em: https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/4667. Acesso em: 14 mar. 2026.

FORMAGGIO, F. M.; MELO, C. N. S. Influência da comunicação na rotatividade de pessoal nas organizações. **Bioenergia em Revista**: Diálogos, v. 11, n. 2, p. 178-198, jul./dez. 2021. Disponível em: http://www.fatecpiracicaba.edu.br/revista/index.php/bioenergiaemrevista/article/view/447/373820. Acesso em: 14 mar. 2026.

MOBLEY, William H. Intermediate linkages in the relationship between job satisfaction and employee turnover. **Journal of Applied Psychology**, v. 62, n. 2, p. 237-240, 1977. Disponível em: https://doi.org/10.1037/0021-9010.62.2.237. Acesso em: 14 mar. 2026.

OLIVEIRA, A. F.; GOMIDE JÚNIOR, S.; POLI, B. V. S.; SILVA, L. C. O. Análise dos fatores organizacionais determinantes da intenção de rotatividade. **Trends in Psychology**, Ribeirão Preto, v. 26, n. 2, p. 1031-1042, 2018. Disponível em: https://www.scielo.br/j/tpsy/a/4PrYpVxh7TbNnVJ5wv8rZBw/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 14 mar. 2026.

PINHO, A. P. M.; SILVA, C. R. M.; OLIVEIRA, E. R. S. Determinantes da intenção de rotatividade no setor público: um estudo em uma instituição federal de ensino. **Administração Pública e Gestão Social**, Viçosa, v. 14, n. 3, p. 1-20, jul. 2022. Disponível em: https://doi.org/10.21118/apgs.v14i3.13039. Acesso em: 14 mar. 2026.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=zUDsAQAAQBAJ&redir_esc=y. Acesso em: 23 mar. 2026.

SEIDL, J.; ANDRADE, J. E. B.; NEIVA, E. R. Rotatividade: análise de vinte anos da produção científica brasileira. **Faces Journal**, Belo Horizonte, v. 18, n. 2, p. 44-64, abr./jun. 2019. Disponível em: https://revista.fumec.br/index.php/facesp/article/view/6090. Acesso em: 20 mar. 2026.

SILVA, J. G. C. **Métodos de pesquisa científica**. Pelotas, 2005. (Boletim técnico, n. 8). Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Jgc-Silva/publication/266387741_Methods_of_Scientific_Research/links/542f604f0cf27e39fa99534b/Methods-of-Scientific-Research.pdf. Acesso em: 23 mar. 2026.

SILVA, R. S.; CAPPELLOZZA, A.; COSTA, L. V. O impacto do suporte organizacional e do comprometimento afetivo sobre a rotatividade. **RAIMED**: Revista de Administração IMED, Passo Fundo, v. 4, n. 3, p. 314-329, ago./dez. 2014. Disponível em: https://doi.org/10.18256/2237-7956/raimed.v4n3p314-329. Acesso em: 23 mar. 2026.

SIQUEIRA, M. M. M.; GOMIDE JÚNIOR, S.; OLIVEIRA, A. F.; POLIZZI FILHO, A. Intenção de rotatividade. *In*: SIQUEIRA, M. M. M. **Novas medidas do comportamento organizacional**: ferramentas de diagnóstico e gestão. Porto Alegre: Artmed, 2014. p. 209-215. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=Uxo7AgAAQBAJ&redir_esc=y. Acesso em: 20 mar. 2026.

ZANELLA, L. C. H. **Metodologia de estudo e de pesquisa em administração**. Brasília: CAPES: UAB, 2009. v. 1. Disponível em: https://www.academia.edu/30516872/METODOLOGIA_DE_ESTUDO_E. Acesso em: 23 mar. 2026.

Os conceitos e as opiniões expressos neste artigo são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

INTERFACE TECNOLÓGICA

SEÇÃO 03

TECNOLOGIA EM AGRONEGÓCIO

7 artigos

VOLUME 23 · NÚMERO 1 · 2026

INTERFACE TECNOLÓGICA

TECNOLOGIA EM AGRONEGÓCIO
Interface Tecnológica · v. 23, n. 1, 2026 · p. 197–204
ISSN on-line 2447-0864 · ISSN impresso 1807-3980
https://doi.org/10.31510/infa.v23i1.2400

A ERRADICAÇÃO DA SOQUEIRA COMO PRÁTICA SUSTENTÁVEL DE MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS E RENOVAÇÃO DO SOLO NA PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR

Stubble eradication as a sustainable practice for integrated pest management and soil renewal in sugarcane production

Kayron Gabriel Gomes Botelho[1], **Camila Carla Guimarães**[2]

AUTORIA

[1] **Kayron Gabriel Gomes Botelho**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
kayronbotelho@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0009-7053-5741

[2] **Camila Carla Guimarães**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
camila.guimaraes@fatec.sp.gov.br
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6907-7829

HISTÓRICO

Recebido	17/03/2026
Aceito	04/06/2026
Publicado	30/06/2026

COMO CITAR

BOTELHO, K. G. G.; GUIMARÃES, C. C. A erradicação da soqueira como prática sustentável de manejo integrado de pragas e renovação do solo na produção de cana-de-açúcar. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 23, n. 1, p. 197-204, 2026. DOI: 10.31510/infa.v23i1.2400.

LICENÇA

Artigo de acesso aberto distribuído sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

cc BY 4.0

RESUMO

A canavicultura moderna enfrenta desafios fitossanitários crescentes, especialmente após a proibição da queima da palha e a transição para o sistema de colheita de cana crua. O artigo tem como objetivo discutir sobre a prática de erradicação da soqueira no controle das pragas da cana-de-açúcar e a sua influência na produtividade e qualidade da lavoura. A metodologia adotada consistiu em uma pesquisa de natureza qualitativa e exploratória, estruturada por meio de revisão bibliográfica e documental em bases de dados científicas e repositórios institucionais. Os resultados evidenciam que pragas como a cigarrinha-das-raízes (Mahanarva fimbriolata) e a broca-da-cana (Diatraea saccharalis) causam prejuízos severos, com reduções de produtividade agrícola entre 15% e 85%, além de comprometerem a qualidade tecnológica da matéria-prima e o rendimento industrial de açúcar e etanol. A discussão demonstra que a erradicação da soqueira atua como uma ferramenta multifuncional no Manejo Integrado de Pragas (MIP), interrompendo o ciclo biológico de insetos como o bicudo-da-cana (Sphenophorus levis) ao destruir seus abrigos e expor formas imaturas. Conclui-se que a erradicação da soqueira, aliada à renovação do solo por meio da descompactação e incorporação de matéria orgânica, é uma prática sustentável essencial para restaurar a fertilidade do canavial e garantir a rentabilidade econômica do setor sucroenergético, reduzindo a dependência de métodos de controle exclusivamente químicos.

Palavras-chave: Cana-de-açúcar. Produtividade. Sustentabilidade. Agronegócio.

ABSTRACT

Modern sugarcane cultivation faces increasing phytosanitary challenges, especially after the prohibition of straw burning and the transition to the raw cane harvesting system. This article aims to discuss the practice of stump eradication in sugarcane pest control and its impact on crop yield and quality. The methodology consisted of qualitative and exploratory research, structured through a bibliographic and documentary review in scientific databases and institutional repositories. The results show that pests such as the sugarcane spittlebug (Mahanarva fimbriolata) and the sugarcane borer (Diatraea saccharalis) cause severe damage, with agricultural productivity reductions between 15% and 85%, in addition to compromising the technological quality of the raw material and the industrial yield of sugar and ethanol. The discussion demonstrates that stubble eradication acts as a multifunctional

tool in Integrated Pest Management (IPM), interrupting the biological cycle of insects such as the sugarcane weevil (Sphenophorus levis) by destroying their shelters and exposing immature forms. It is concluded that stubble eradication, combined with soil renewal through decompacting and incorporating organic matter, is an essential sustainable practice to restore sugarcane field fertility and ensure the economic profitability of the sugar-energy sector, reducing dependence on exclusively chemical control methods.

Keywords: Sugarcane. Stubble eradication. Productivity. Sustainability. Agribusiness.

1 INTRODUÇÃO

No sistema tradicional de cultivo da cana-de-açúcar, a erradicação das soqueiras juntamente de um novo plantio na lavoura habitualmente referido como a reforma de canavial é recomendada desde muitos anos, tendo como resultados uma melhoria nas condições gerais do solo, podendo variar de meses até anos para a chamada rotação de culturas (MACEDO et al., 2012).

A eliminação da soqueira tem revelado ser eficiente no preparo do solo, com o propósito de controle de pragas. Priorizam-se, para essa ação, as áreas infestadas e designadas à renovação, preferencialmente entre maio e setembro, período em que se busca desmembrar ou pôr a descoberto a quantidade de larvas e pupas. Por conseguinte, esta medida deve ser executada quando a maior parte dos indivíduos estiver nessas fases evolutivas.

Caetano (2021) também menciona que a área deve ser mantida desimpedida de espécies vegetais que sirvam de abrigo à praga, e a plantação subsequente deve ser efetuada o mais tarde possível, em março-abril, resultando em um ciclo de cana de ano e meio. Tal procedimento atenua, deste modo, a possibilidade de nova infestação provinda dos insetos adultos, que, tipicamente, se encontram em maiores concentrações durante o intervalo de janeiro a março.

Alves (2024) cita que, apesar do uso de controle químico trazer alguns benefícios, ele também vem acompanhado de várias desvantagens significativas. Tais desvantagens incluem o risco de contaminação do solo e da água, o que gera impactos ambientais negativos, e preocupações com a saúde humana devido à exposição a esses produtos químicos. A dependência de agroquímicos também acarreta desvantagens econômicas e sociais, ao passo que o uso indiscriminado e excessivo levanta questões sobre a sustentabilidade da produção de etanol, açúcar e outros subprodutos.

Justifica-se o estudo pelo fato de que o controle de pragas é um dos maiores desafios na produção de cana-de-açúcar, onde a erradicação da soqueira é uma prática que, além de ajudar a controlar essas pragas, também contribui para renovar o solo e preparar melhor a área para o próximo plantio, tornando o estudo importante no auxílio dos produtores a entenderem melhor os benefícios desta prática, visto que o estudo visa fornecer dados sobre o potencial desta prática cultural como alternativa ou complemento ao controle químico e biológico de pragas.

Desta forma, o presente artigo tem como objetivo discutir sobre a prática de erradicação da soqueira no controle das pragas da cana-de-açúcar e a sua influência na produtividade e qualidade da lavoura.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A cultura da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) possui uma trajetória histórica que se confunde com a própria formação econômica e social do Brasil. Originária do Sudeste Asiático, a cultura foi

expandida pelos árabes e, posteriormente, pelos portugueses em suas ilhas atlânticas, como Madeira e Açores, antes de ser introduzida em território brasileiro (SANTANA et al., 2022).

Em 1532, Martim Afonso de Souza trouxe as primeiras mudas para a Capitania de São Vicente, marcando o início do Ciclo da Cana-de-Açúcar, período em que a planta se consolidou como o principal produto de exportação da colônia. A estrutura produtiva da época baseava-se nos engenhos, que funcionavam como unidades autossuficientes compostas por canaviais, casa-grande, senzala e capela, estabelecendo as bases do desenvolvimento agrário nacional (ELIAS, 2022; SANTANA et al., 2022).

Do ponto de vista biológico, a cana-de-açúcar é uma gramínea perene que se desenvolve em touceiras, apresentando um ciclo de vida dividido entre a cana-planta (primeiro ciclo, com duração de 12 a 18 meses) e a cana-soqueira (ciclos subsequentes, com cortes anuais). O desenvolvimento da cultura é marcado por quatro estádios fenológicos distintos, fundamentais para o manejo agrícola.

O primeiro deles é a brotação e emergência, que ocorre até os 30 dias iniciais e compreende a germinação das gemas. Segue-se o perfilhamento, entre 30 e 120 dias, fase em que ocorre a emissão de novos colmos e a definição do estande da lavoura. O terceiro estágio é o de crescimento intenso, dos 120 aos 270 dias, caracterizado pelo maior acúmulo de biomassa e elongação dos colmos. Por fim, ocorre a maturação, dos 270 aos 360 dias, período em que o crescimento vegetativo é reduzido para priorizar o acúmulo de sacarose nos tecidos (PIZOL, 2022).

A modernização do setor sucroenergético transformou a cana-de-açúcar em uma fonte versátil de produtos renováveis, permitindo que o processamento industrial obtenha três pilares principais: açúcar, etanol e energia.

O açúcar é produzido em diversas variedades, como cristal, refinado e bruto ou *Very High Polarization* (VHP), para atender aos mercados doméstico e internacional. O etanol destaca-se como biocombustível de primeira geração, obtido do caldo e melaço, e de segunda geração (E2G), produzido a partir do aproveitamento tecnológico do bagaço e da palha (RAÍZEN, 2024).

Complementarmente, a bioeletricidade tornou-se um componente estratégico, gerada por meio da cogeração a partir da queima do bagaço em caldeiras de alta pressão, o que garante a autossuficiência energética das usinas e o fornecimento de excedentes para a rede elétrica nacional. Inovações recentes também permitem a produção de biogás, biometano e pellets, reforçando o papel da cana-de-açúcar na transição para uma economia de baixo carbono (PIZOL, 2022; RAÍZEN, 2024).

2.2 Sistema de cultivo da cana-de-açúcar no Brasil

O sistema de cultivo da cana-de-açúcar no Brasil é estruturado com base nas condições climáticas regionais, que definem as janelas ideais para o plantio e a colheita. O plantio é comumente dividido em dois sistemas: a cana-de-ano-e-meio e a cana-de-ano. No sistema de ano-e-meio, o plantio ocorre entre janeiro e março, permitindo que a cultura se desenvolva por cerca de 18 meses antes do primeiro corte, aproveitando o período de maior umidade para a brotação (OLIVEIRA, 2024).

Já a cana-de-ano é plantada entre setembro e novembro, com um ciclo de aproximadamente 12 meses. A colheita é planejada para coincidir com o período de estiagem, que na região Centro-

Sul ocorre entre abril e novembro, garantindo maior concentração de açúcares e melhores condições para o tráfego de máquinas (CHERUBIN, 2022; PIZOL, 2022).

Historicamente, a prática da queima da palha era amplamente utilizada como método de pré-colheita para facilitar o corte manual e eliminar resíduos vegetais. No entanto, devido aos impactos ambientais e à saúde pública, a legislação brasileira passou a restringir severamente essa prática. No estado de São Paulo, a Lei Estadual nº 11.241/2002 estabeleceu a eliminação gradativa do uso do fogo como método despalhador, impondo prazos para a transição total para a colheita mecanizada (SÃO PAULO, 2002).

A queima da palha, embora prejudicial ao meio ambiente, atuava historicamente como uma ferramenta de controle cultural, pois o calor eliminava formas imaturas de insetos e destruía os abrigos presentes nos restos culturais. Com a proibição dessa prática e a transição para a colheita mecanizada de cana crua, o acúmulo de palha sobre o solo alterou a dinâmica fitossanitária dos canaviais.

Se por um lado a palhada conserva a umidade e protege o solo, por outro, ela cria um ambiente favorável para a sobrevivência de pragas como a cigarrinha-das-raízes (*Mahanarva fimbriolata*), que encontra no ambiente úmido sob a palha as condições ideais para seu desenvolvimento e proliferação.

Essa mudança no sistema de cultivo exige que os produtores adotem estratégias de Manejo Integrado de Pragas (MIP) mais robustas e diversificadas para mitigar os novos desafios impostos pela ausência do fogo e pela presença constante da palhada no campo (PRUDENCIO et al., 2025; GURGEL, 2025).

2.3 Manejo Integrado de Pragas (MIP) na cultura da cana-de-açúcar

O Manejo Integrado de Pragas (MIP) na cultura da cana-de-açúcar baseia-se na integração de diferentes estratégias de controle, visando reduzir os danos econômicos causados pelas pragas e minimizar impactos ambientais. O MIP preconiza o monitoramento populacional da praga e a tomada de decisão baseada em níveis de dano econômico, priorizando métodos de controle biológico, culturais e comportamentais antes da adoção de medidas químicas. Essa abordagem contribui para a sustentabilidade do sistema produtivo e para a conservação dos inimigos naturais presentes no agroecossistema (ALMEIDA, 2022; GIL, 2012).

O controle biológico constitui um dos pilares do MIP na cana-de-açúcar brasileira. Estudos demonstram que a integração desses agentes biológicos promove redução significativa da infestação de algumas pragas e contribui para diminuir a dependência de inseticidas químicos (PAULA, 2023; INÁCIO, 2014).

Outro aspecto importante do MIP é a compatibilização das práticas de manejo com a preservação dos inimigos naturais. Dessa forma, a seleção de produtos seletivos, associada ao monitoramento contínuo das populações de pragas e à adoção de práticas culturais adequadas, torna-se fundamental para o sucesso do manejo integrado. Além disso, estratégias complementares, como a indução de resistência das plantas por meio do uso de silício, têm sido estudadas como ferramentas adicionais para reduzir os danos causados pela broca-da-cana e fortalecer programas de MIP (MATIOLI, 2018; VILELA, 2013).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A atual pesquisa classifica-se como um estudo de natureza qualitativa e exploratória, estruturado por meio do procedimento de revisão bibliográfica e documental. A metodologia adotada visou fundamentar a análise sobre a erradicação da soqueira como prática sustentável no manejo de pragas e renovação do solo, utilizando-se de fontes que contemplam desde bases históricas até as mais recentes atualizações técnicas e legislativas do setor sucroenergético.

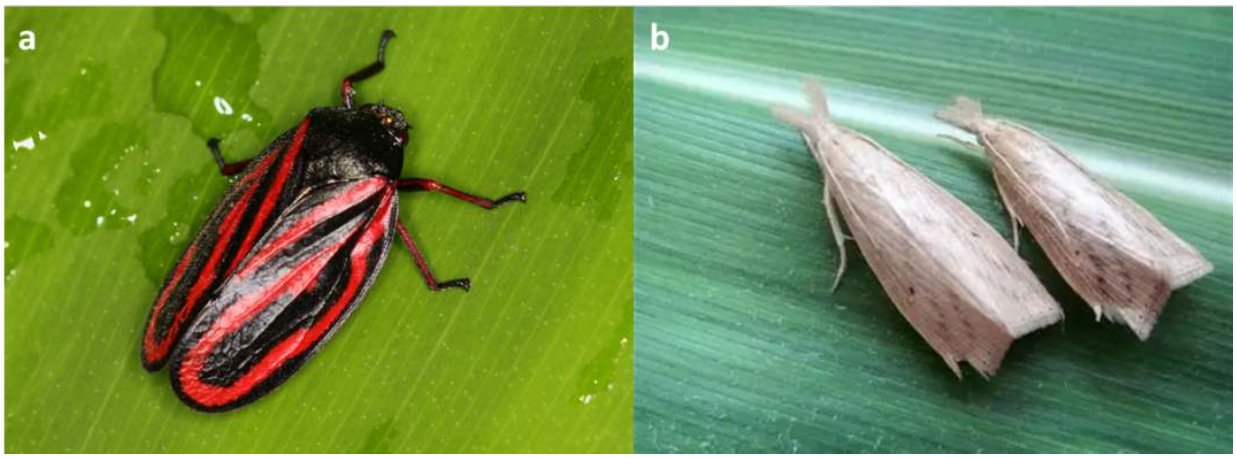
Os materiais foram analisados de forma interpretativa, permitindo correlacionar as características biológicas das pragas com as práticas culturais de manejo, visando atingir o objetivo de discutir a eficácia da erradicação da soqueira na produtividade e sustentabilidade da lavoura.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Impactos das pragas na produtividade e qualidade da cana-de-açúcar

O ataque de insetos como a *Mahanarva fimbriolata* (cigarrinha-das-raízes) (Figura 1a) e a *Diatraea saccharalis* (broca-da-cana) (Figura 1b) compromete severamente a viabilidade econômica da lavoura, atuando em diferentes frentes, desde a redução da produtividade agrícola até a degradação da qualidade tecnológica da matéria-prima.

Figura 1 – Pragas *Mahanarva fimbriolata* (a) e *Diatraea saccharalis* (b)



Fonte: Agrolink ([s. d.]).

Em termos de produtividade agrícola, as perdas podem ser drásticas. Estudos experimentais indicam que campos infestados pela cigarrinha-das-raízes sem o devido controle podem apresentar reduções de produtividade que variam de 15% a 85%. Em cenários de alta infestação, a cana atacada chega a produzir 32% menos do que áreas tratadas, o que representa uma perda direta de toneladas de colmos por hectare e, consequentemente, uma redução drástica na receita líquida do produtor (DINARDO-MIRANDA; GIL, 2007; LEAL et al., 2008).

No que se refere à qualidade tecnológica, o impacto é igualmente profundo. O ataque dessas pragas interfere na fisiologia da planta, reduzindo a taxa fotossintética e dificultando o fluxo de água e nutrientes. Como consequência direta, observa-se uma redução significativa no teor de sacarose (Pol) e na pureza do caldo, acompanhada de um aumento indesejado nos teores de fibra e açúcares redutores (AR). O aumento da fibra, especificamente, prejudica a extração industrial e diminui a capacidade de moagem das usinas (ROSSATO JUNIOR, 2009; LEAL et al., 2008).

Além dos danos no campo, os prejuízos estendem-se ao processo industrial. A matéria-prima proveniente de canaviais infestados apresenta maiores teores de compostos fenólicos e ácidos orgânicos, que atuam como inibidores do metabolismo das leveduras durante a fermentação. Esse cenário favorece a proliferação de bactérias contaminantes, reduzindo o rendimento alcoólico e dificultando a recuperação de açúcar de qualidade. Portanto, o controle eficaz dessas pragas não é apenas uma questão de proteção da planta, mas uma necessidade estratégica para garantir a eficiência agroindustrial e a rentabilidade do setor sucroenergético (RAVANELI, 2010; LEAL et al., 2008).

4.2 A erradicação da soqueira no Manejo Integrado de Pragas e renovação do solo

Diante dos desafios impostos pelas pragas na produtividade e qualidade da cana-de-açúcar, a erradicação da soqueira emerge como uma prática cultural estratégica e fundamental no contexto do Manejo Integrado de Pragas (MIP) e da sustentabilidade agrícola. Esta medida, que consiste na eliminação da parte subterrânea da planta após a colheita, visa não apenas preparar o solo para um novo ciclo de cultivo, mas também atuar diretamente no controle de diversas pragas (MACEDO et al., 2012; CAETANO, 2021).

Um dos principais benefícios da erradicação da soqueira reside na sua capacidade de interromper o ciclo biológico de pragas que se abrigam ou se desenvolvem nos restos culturais e no sistema radicular da cana. O bicudo-da-cana-de-açúcar (*Sphenophorus levis*), por exemplo, é uma praga que se beneficia da presença da soqueira para sua sobrevivência e proliferação. A remoção da soqueira expõe as formas imaturas do inseto (larvas e pupas) ao ambiente, tornando-as vulneráveis a predadores, parasitas e condições climáticas adversas, além de destruir seu habitat e fonte de alimento.

Da mesma forma, a erradicação da soqueira contribui para o controle da cigarrinha-das-raízes (*Mahanarva fimbriolata*), ao desestruturar o ambiente úmido e protegido que a palhada e os restos de soqueira proporcionam para seu desenvolvimento (CAETANO, 2021; PRUDENCIO et al., 2025).

Além do controle direto de pragas, a erradicação da soqueira desempenha um papel crucial na renovação do solo. A reforma do canavial, que inclui a erradicação da soqueira e o preparo do solo, promove a descompactação, a aeração e a incorporação de matéria orgânica, melhorando as condições físicas, químicas e biológicas do solo.

Este processo é essencial para restaurar a fertilidade, otimizar a absorção de nutrientes pela nova cultura e, consequentemente, aumentar o potencial produtivo da lavoura. A prática também permite a rotação de culturas, o que contribui para a quebra do ciclo de pragas e doenças específicas da cana-de-açúcar, promovendo um ambiente mais saudável e resiliente para o próximo plantio (MACEDO et al., 2012).

Em suma, a erradicação da soqueira não deve ser vista apenas como uma etapa de preparo para o replantio, mas como uma ferramenta multifuncional que integra o manejo de pragas com a melhoria da saúde do solo. Ao reduzir as populações de pragas e otimizar as condições do solo, essa prática contribui significativamente para a sustentabilidade da canavicultura moderna, minimizando a dependência de métodos de controle químico e promovendo um sistema de produção mais equilibrado e eficiente (MACEDO et al., 2012; PRUDENCIO et al., 2025).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados demonstram que as pragas da cana-de-açúcar, como a cigarrinha-das-raízes (*Mahanarva fimbriolata*) e a broca-da-cana (*Diatraea saccharalis*), impõem perdas significativas que transcendem a produtividade agrícola, afetando drasticamente a qualidade tecnológica da matéria-prima e a eficiência do processo industrial. Reduções de produtividade que variam de 15% a 85% e a degradação da qualidade do caldo, com impacto na fermentação e no rendimento de açúcar e etanol, ressaltam a urgência de estratégias de manejo eficazes.

Nesse cenário, a erradicação da soqueira se destaca como uma ferramenta multifuncional. Além de preparar o solo para um novo ciclo de cultivo, promovendo descompactação, aeração e incorporação de matéria orgânica, essa prática atua diretamente no Manejo Integrado de Pragas (MIP). A eliminação da soqueira interrompe o ciclo biológico de pragas como o bicudo-da-cana (*Sphenophorus levis*) e a própria cigarrinha-das-raízes, expondo suas formas imaturas e destruindo seus abrigos, o que contribui para a redução das populações e minimiza a dependência de métodos de controle químico.

Conclui-se que a erradicação da soqueira é uma prática cultural que oferece benefícios duplos: otimiza a saúde e a fertilidade do solo, e serve como um método eficaz de controle de pragas, contribuindo para a sustentabilidade e a rentabilidade da canavicultura. A adoção dessa prática, em conjunto com outras estratégias de MIP, é fundamental para mitigar os impactos negativos das pragas e garantir a longevidade e a produtividade dos canaviais.

REFERÊNCIAS

AGROLINK. **Pragas**. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/problemas/pragas. Acesso em: 7 jun. 2026.

ALMEIDA, José Eduardo M. de. Manejo integrado de pragas em cana-de-açúcar. **Revista Cultivar**, Pelotas, 2022. Disponível em: https://revistacultivar.com.br/artigos/manejo-integrado-de-pragas-em-cana-de-acucar. Acesso em: 7 jun. 2026.

ALVES, Maria Eduarda da Silva. **Utilização dos agrotóxicos no plantio da cana-de-açúcar**. 2024. 19 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico em Química) – Etec Prof[a] Carmelina Barbosa, Dracena, 2024.

CAETANO, Letícia Fernanda. **Bioecologia, monitoramento e controle do bicudo-da-cana-de-açúcar (*Sphenophorus levis*)**: uma revisão bibliográfica. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agronômica) – Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2021.

CHERUBIN, Natália. **Cana de ano x cana de ano meio**: qual a melhor opção? 2022.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; GIL, M. A. Estimativa do nível de dano econômico de *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) em cana-de-açúcar. **Fitossanidade**, Campinas, v. 66, n. 1, p. 81-88, 2007.

ELIAS, K. **Ciclo da cana-de-açúcar**: contexto e características. 2022.

GIL, Edivaldo Panassi. **Manejo integrado de pragas no controle da broca da cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis*)**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Biocombustíveis) – Faculdade de Tecnologia de Araçatuba, Araçatuba, 2012.

GURGEL, G. **Cigarrinha-das-raízes ameaça cana-de-açúcar**. 2025.

INÁCIO, Sérgio. **Principais parasitoides para o controle da *Diatraea saccharalis* na cultura da cana-de-açúcar**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Biocombustíveis) – Faculdade de Tecnologia de Araçatuba, Araçatuba, 2014.

LEAL, José Eduardo Tiraboschi et al. Influência da cigarrinha-das-raízes *Mahanarva fimbriolata* e seus métodos de controle sobre a produtividade e a qualidade da cana-de-açúcar. **Nucleus**, Ituverava, v. 5, n. 2, p. 55-66, 2008. Disponível em: https://www.nucleus.feituverava.com.br/index.php/nucleus/article/view/96. Acesso em: 18 fev. 2026.

MACEDO, Newton et al. Manejo de pragas e nematoides. *In*: SANTOS, F.; BORÉM, A.; CALDAS, C. (org.). **Cana-de-açúcar**: bioenergia, açúcar e etanol – tecnologias e perspectivas. 2. ed. Viçosa: [s. n.], 2011. cap. 5, p. 119-159.

MATIOLI, Thaís Fagundes. **Seletividade de inseticidas ao parasitoide *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae)**: implicações no manejo de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). 2018. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2018.

OLIVEIRA, A. **Plantio de cana-de-açúcar 2024/25**: guia completo de análise. 2024.

PAULA, Matheus Henrique Nogueira de. **Impactos econômicos com uso da *Cotesia flavipes* para controle biológico da broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis***. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Agronegócio) – Faculdade de Tecnologia de Botucatu, Botucatu, 2023.

PIZOL, J. V. **Ciclo da cana-de-açúcar**: saiba mais sobre o processo. 2022.

PRUDENCIO, Marcelo Falaci et al. Atualizações no manejo integrado das principais pragas da cana-de-açúcar no Brasil. **Aracê**, [S. l.], v. 7, n. 7, p. 35354-35374, 2025.

RAÍZEN. **Você conhece os produtos derivados da cana-de-açúcar?** 2024.

RAVANELI, G. C. **Qualidade da matéria-prima, microbiota fermentativa e produção de etanol sob ataque de *Mahanarva fimbriolata* em cana-de-açúcar**. 2010. 90 f. Tese (Doutorado em Microbiologia Agropecuária) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2010.

ROSSATO JUNIOR, J. A. S. **Influência dos estressores bióticos *Diatraea saccharalis* e *Mahanarva fimbriolata* na produtividade e qualidade tecnológica da cana-de-açúcar**. 2009. 61 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

SANTANA, Tammires L. C. et al. História e produtos da cana-de-açúcar: um breve relato. *In*: GUIMARÃES, A. G. (org.). **Ciências agrárias**: o avanço da ciência no Brasil. Guarujá: Editora Científica Digital, 2022. v. 3, cap. 13, p. 198-221.

SÃO PAULO (Estado). **Lei nº 11.241, de 19 de setembro de 2002**. São Paulo, 2002.

VILELA, Michelle. **Interação silício × *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) × *Cotesia flavipes* (Cameron, 1891) em cana-de-açúcar**. 2013. Tese (Doutorado em Agronomia/Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

Os conceitos e as opiniões expressos neste artigo são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

INTERFACE TECNOLÓGICA

TECNOLOGIA EM AGRONEGÓCIO
Interface Tecnológica · v. 23, n. 1, 2026 · p. 205–216
ISSN on-line 2447-0864 · ISSN impresso 1807-3980
https://doi.org/10.31510/infa.v23i1.2404

O MERCADO INTERNACIONAL DE AMÊNDOAS DE CACAU E A INSERÇÃO DO BRASIL NA CADEIA PRODUTIVA GLOBAL

The international cocoa bean market and Brazil's integration into the global production chain

Daltro Cella[1], **Paula Regina de Jesus Pinsetta Pavarina**[2]

AUTORIA

[1] **Daltro Cella**
Fatec Catanduva – SP – Brasil
daltro_cella@yahoo.com.br
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5656-9093

[2] **Paula Regina de Jesus Pinsetta Pavarina**
Unesp Franca – SP – Brasil
paula.pavarina@unesp.br
ORCID: 0000-0002-7341-4795

HISTÓRICO

Recebido	30/03/2026
Aceito	04/06/2026
Publicado	30/06/2026

COMO CITAR

CELLA, D.; PAVARINA, P. R. J. P. O mercado internacional de amêndoas de cacau e a inserção do brasil na cadeia produtiva global. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 23, n. 1, p. 205-216, 2026. DOI: 10.31510/infa.v23i1.2404.

LICENÇA

Artigo de acesso aberto distribuído sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

cc BY 4.0

RESUMO

O comércio internacional de amêndoas de cacau atingiu US$ 18,7 bilhões em 2024, um aumento em dólares de 84,4% em relação ao ano de 2023, quando o comércio totalizou US$ 10,2 bilhões. Nos últimos cinco anos, o comércio de amêndoas cresceu a uma taxa anualizada de 15,5%. Assim, o objetivo deste trabalho é analisar a produção, o processamento e o comércio internacional de amêndoas de cacau, com ênfase na inserção do Brasil na cadeia produtiva global. A metodologia baseia-se em pesquisa bibliográfica e documental, com abordagem quali-quantitativa, utilizando dados de fontes como IBGE, FAOSTAT, OEC, AGROSTAT, CEPLAC e ICCO. Os resultados evidenciam elevada concentração da produção mundial em poucos países, especialmente africanos, com destaque para a Costa do Marfim. O processamento e o comércio também são concentrados em grandes empresas e países com forte capacidade industrial. No Brasil, observa-se posição relevante na produção, porém com baixa competitividade no comércio internacional, caracterizada por exportações concentradas, dependência de importações e déficit comercial. Conclui-se que a cadeia do cacau apresenta assimetrias estruturais. O fortalecimento do setor no Brasil depende do aumento da produtividade, agregação de valor, diversificação de mercados e adoção de práticas sustentáveis.

Palavras-chave: Cacauicultura. Cadeia produtiva. Chocolate. Grãos de cacau.

ABSTRACT

International trade in cocoa beans reached US$18.7 billion in 2024, an 84.4% increase compared to 2023, when trade totaled US$10.2 billion. Over the last five years, cocoa bean trade has grown at an annualized rate of 15.5%. Therefore, the objective of this work is to analyze the production, processing, and international trade of cocoa beans, with an emphasis on Brazil's insertion in the global production chain. The methodology is based on bibliographic and documentary research, with a qualitative-quantitative approach, using data from sources such as IBGE, FAOSTAT, OEC, AGROSTAT, CEPLAC, and ICCO. The results show a high concentration of world production in a few countries, especially African ones, notably Ivory Coast. Processing and trade are also concentrated in large companies and countries with strong industrial capacity. In Brazil, a relevant position in production is observed, but with low competitiveness in international trade, characterized by concentrated exports, import dependence, and a trade deficit. It is concluded that the cocoa supply chain presents structural asymmetries. Strengthening the sector in Brazil depends on increasing productivity, adding value, diversifying markets, and adopting sustainable practices.

Keywords: Cocoa farming. Production chain. Chocolate. Cocoa beans.

1 INTRODUÇÃO

O cacau (*Theobroma cacao*) é uma cultura de origem tropical, nativa das regiões da América Latina, especialmente das bacias dos rios Amazonas e Orinoco, tendo sido historicamente utilizado por civilizações pré-colombianas, como maias e astecas, em práticas alimentares, econômicas e religiosas. Com a expansão marítima europeia a partir do século XVI, o cacau foi introduzido no mercado internacional, passando por transformações tecnológicas e culturais que resultaram na sua consolidação como matéria-prima essencial para a indústria do chocolate (IDEC, 2024).

Ao longo dos séculos, a produção de cacau expandiu-se para diferentes regiões tropicais do mundo, com destaque para países africanos e asiáticos, que atualmente concentram grande parte da oferta global. Essa dinâmica contribuiu para a formação de uma cadeia produtiva altamente globalizada e marcada por forte concentração geográfica, tanto na produção quanto no processamento e na comercialização. Nesse contexto, observa-se a existência de assimetrias estruturais entre países produtores de matéria-prima e aqueles que dominam as etapas de maior agregação de valor.

No Brasil, a cacauicultura possui relevância histórica e econômica, tendo se destacado, especialmente, durante o ciclo do cacau no sul da Bahia entre o final do século XIX e início do século XX. Apesar de sua importância, o setor enfrentou crises significativas, como a concorrência internacional e a disseminação de doenças, a exemplo da vassoura-de-bruxa (doença fúngica), que impactaram negativamente a produção nacional. Mais recentemente, verifica-se um processo de reconfiguração produtiva, com a expansão da cultura para a região Norte, sobretudo no estado do Pará, e a crescente valorização de sistemas sustentáveis e de produtos de maior qualidade (BRASIL, 2023).

Diante desse cenário, a cadeia produtiva do cacau assume importância estratégica, não apenas pelo seu papel econômico, mas também por suas implicações sociais e ambientais. A elevada concentração produtiva e industrial, associada à volatilidade dos preços internacionais e à baixa agregação de valor em países produtores, evidencia a necessidade de análises que contribuam para a compreensão das dinâmicas globais e das possibilidades de inserção mais competitiva.

Assim, o presente estudo tem como objetivo geral analisar a produção, o processamento e o comércio internacional de amêndoas de cacau, com ênfase na inserção do Brasil na cadeia produtiva global. Especificamente, busca-se examinar a estrutura e a dinâmica dessa cadeia, identificar a distribuição geográfica da produção e avaliar o posicionamento brasileiro no comércio internacional, destacando desafios e oportunidades para o fortalecimento do setor.

2 A CACAUICULTURA NO BRASIL E NO MUNDO

2.1 A cadeia produtiva do cacau: estrutura, dinâmica e desafios

No cenário econômico global a cadeia produtiva do cacau é importante porque a amêndoa de cacau é uma das matérias-primas mais valorizadas pela indústria alimentícia para a fabricação do chocolate. No Brasil, a cacauicultura apresenta papel significativo na geração de renda, sobretudo em regiões como da Bahia e do Pará, contribuindo para o desenvolvimento regional e a sustentabilidade (SOUZA JÚNIOR, 2018).

A cadeia produtiva do cacau é composta por três grandes segmentos: produção, processamento e comercialização. A produção agrícola é realizada predominantemente por pequenos e médios produtores em regiões tropicais. Essa etapa de produção envolve atividades como plantio, manejo, colheita, fermentação e secagem das amêndoas, processos essenciais para a qualidade do produto. O cultivo do cacau exige condições específicas de clima, como alta umidade e temperaturas elevadas, além de solos férteis. No Brasil, destaca-se o sistema agroflorestal conhecido como "cabruca", no qual o cacau é cultivado sob a sombra de árvores nativas, contribuindo para a conservação da biodiversidade (CEPLAC, 2016).

A segunda etapa corresponde ao processamento industrial, no qual as amêndoas de cacau são transformadas em produtos intermediários, como massa de cacau, manteiga de cacau e pó de cacau. Esse processo envolve tecnologias específicas e é dominado por grandes empresas multinacionais, que exercem forte influência sobre os preços e a dinâmica do mercado global. A industrialização agrega valor ao produto, sendo etapa fundamental para a inserção competitiva nos mercados internacionais (ICCO, 2021).

No mundo as três maiores empresas moedoras de cacau (Barry Callebaut, Cargill e Olam Food Ingredients) respondem por 60% a 65% da capacidade mundial de processamento, seguindo um padrão oligopolizado típico de cadeias globais de commodities agroindustriais. A empresa Barry Callebaut é a líder global no processamento e moagem de cacau, com forte presença na Europa, África e Ásia. A Cargill também se destaca como uma das maiores processadoras globais de cacau e fornecedora de ingredientes para a indústria alimentícia. A Olam International é um importante player global na originação e moagem de cacau. A Blommer Chocolate Company é uma grande processadora na América do Norte. A Guan Chong Berhad tem papel relevante no mercado asiático de moagem. E, a Natra atua no processamento e produção de derivados. Além dessas empresas de moagem existem outras grandes do setor, que incluem a Nestlé, Mars, The Hershey Company, Puratos e Cémoi, que também possuem atividades de processamento e moagem dentro de suas cadeias produtivas (GLOBAL GROWTH INSIGHTS, 2026).

No Brasil, as principais empresas moageiras de cacau são a Barry Callebaut; a Cargill, a Olam International e a Indústria Brasileira de Cacau (IBC). Juntas essas empresas, segundo a Associação Nacional das Indústrias Processadoras de Cacau (AIPC), respondem por cerca de 93% a 95% da compra e moagem de cacau no país, evidenciando um elevado grau de concentração industrial (AIPC, 2026).

A terceira etapa da cadeia produtiva refere-se à comercialização e distribuição, que engloba desde a exportação das amêndoas até a venda de produtos, como chocolates e derivados. O mercado do cacau é altamente globalizado e concentrado, com países africanos liderando a produção e países europeus e norte-americanos dominando o consumo e a industrialização (ICCO, 2021).

Atualmente, a cadeia produtiva do cacau enfrenta diversos desafios, destacando-se a volatilidade dos preços internacionais, a baixa remuneração dos produtores, a incidência de pragas e doenças (como a vassoura-de-bruxa) e as pressões ambientais decorrentes da expansão agrícola. Além disso, questões sociais, como o trabalho precário em algumas regiões produtoras, têm gerado preocupações no cenário internacional (FAO, 2020).

Em contrapartida, verifica-se o surgimento de novas tendências voltadas à promoção de maior sustentabilidade e equidade na cadeia produtiva. Iniciativas como certificações socioambientais, comércio justo (*fair trade*) e produção de cacau fino têm contribuído para a valorização do produto e para a melhoria das condições de vida dos produtores. No Brasil, destaca-se também o

crescimento do movimento *bean-to-bar*, no qual produtores e pequenas indústrias controlam todas as etapas da produção do chocolate, agregando valor e promovendo a rastreabilidade (SOUZA JÚNIOR, 2018).

2.2 A produção brasileira de amêndoas de cacau

Segundo dados da Produção Agrícola Municipal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (PAM/IBGE), a cacauicultura no Brasil teve em 2024 uma área colhida de 617.168 hectares (ha), conforme a Tabela 1. O estado da BA teve a maior área colhida com 428.997 ha, seguido pelo PA com 163.405 ha. Juntos estes estados representaram aproximadamente 96% da área de cacau colhida no Brasil. Em terceiro lugar aparece o estado do ES com uma área colhida de 15.784 ha (2,6% da área colhida nacional); e, em quarto lugar RO com 6.870 ha (1,1% da área colhida). Portanto, a área colhida desses quatro maiores estados produtores é de 99,6% da área média colhida no Brasil para o ano de 2024 (IBGE, 2025).

Com relação a produção de cacau o Brasil produziu 297.509 toneladas (t) em 2024. O estado do PA foi o maior produtor nacional com 137.455 t (46,2%); seguido pela BA com uma produção de 137.028 t (46,1% do total nacional). Na sequência aparecem os estados do ES (12.166 t); e, RO (8.716 t). Somando as produções dos quatro maiores estados brasileiros chegou-se a 99,3% da produção nacional de amêndoas de cacau (Tabela 1).

Tabela 1 – Área colhida, produção, produtividade e valor da produção de amêndoas de cacau por estado brasileiro em 2024

Estados	Área colhida (hectares)	% por estado	% acum.	Produção (Ton.)	% por estado	% acum.	Prod. (kg/ha)	Valor da Produção (mil R$)	% por estado	% acum.
BA	428.997	69,511%	69,511%	137.028	46,1%	46,1%	319	6.518.915,00	42,71%	42,71%
PA	163.405	26,477%	95,987%	137.455	46,2%	92,3%	841	7.716.788,00	50,55%	93,26%
ES	15.784	2,557%	98,545%	12.166	4,1%	96,3%	771	543.076,00	3,56%	96,82%
RO	6.870	1,113%	99,658%	8.716	2,9%	99,3%	1269	408.600,00	2,68%	99,49%
AM	1.305	0,211%	99,869%	770	0,3%	99,5%	590	23.184,00	0,15%	99,65%
RR	272	0,044%	99,913%	662	0,2%	99,8%	2434	26.480,00	0,17%	99,82%
MT	229	0,037%	99,950%	152	0,1%	99,8%	664	5.773,00	0,04%	99,86%
MG	141	0,023%	99,973%	107	0,0%	99,8%	759	4.928,00	0,03%	99,89%
TO	99	0,016%	99,989%	297	0,1%	99,9%	3000	9.504,00	0,06%	99,95%
CE	62	0,010%	99,999%	149	0,1%	100,0%	2403	7.208,00	0,05%	99,9997%
AL	4	0,001%	100,000%	7	0,002%	100,0%	1750	42,00	0,0003%	100,00%
Total	**617.168**	**100%**	**-**	**297.509**	100,0%	-	**482***	**15.264.498,00**	100,00%	**-**

Fonte: IBGE (2026).

* Produtividade média nacional de amêndoas de cacau por hectare.

Apesar dos estados do PA e a BA liderarem a produção nacional de amêndoas de cacau, esses dois estados não apresentam as maiores produtividades. Atualmente, os estados do TO (3.000 kg/ha); RR (2.434 kg/ha); e, CE (2.403 kg/ha) lideram a produtividade nacional de amêndoas de cacau (Tabela 1). A elevada produtividade alcançada ocorre devido à combinação de tecnologia de irrigação de precisão, manejo técnico especializado e condições climáticas favoráveis, que reduzem a incidência de pragas e doenças (BRASIL, 2023).

A Tabela 1 apresenta ainda o valor da produção de amêndoas de cacau em 2024, com destaque para os estados de PA, BA, ES e RO, que somados, responderam por 99,49% do total nacional, equivalentes a aproximadamente 15,3 bilhões de reais dos quais 93,26% são originários dos estados do PA e da BA.

De acordo com a PAM/IBGE (2026), a produção de amêndoas de cacau por microrregião geográfica brasileira apresenta elevada concentração espacial. Destacam-se as microrregiões de Altamira (PA), com 31% da produção, Ilhéus-Itabuna (BA), com 28,7%, Valença (BA), com 7,4%, e Jequié (BA), com 6,2%, as quais, em conjunto, respondem por 73,3% do total produzido no país, evidenciando uma acentuada polarização produtiva. Esse padrão revela a dependência da cadeia cacaueira em poucos territórios, influenciada por fatores como condições edafoclimáticas, tradição produtiva e organização da atividade (IBGE, 2026).

Os estados de ES e de RO apresentam uma participação secundária, com destaque para as microrregiões de Linhares (ES) com 3,1% e de Ji-Paraná (RO) com 1,9%. As dez principais microrregiões produtoras de cacau concentram cerca de 90,7% da produção, enquanto as demais apresentam participações pouco expressivas, configurando uma estrutura com forte concentração e ampla dispersão de pequenas produções.

Portanto, do ponto de vista regional o PA é tido como polo emergente, e a Bahia, como região tradicional, além da participação secundária de estados como ES e RO. Esse cenário reflete tanto a herança histórica da cacauicultura quanto as transformações recentes associadas à expansão territorial e diversificação produtiva no Brasil (IBGE, 2026).

2.3 Produção mundial de amêndoas de cacau

A Tabela 2 evidencia a forte concentração da produção mundial de cacau em um número reduzido de países, com destaque para a liderança expressiva da Costa do Marfim, responsável por 36,19% da produção global. Em seguida, aparecem Indonésia (12,11%) e Gana (10,15%), que, somados ao líder, concentram 58,45% da produção mundial. Esse dado revela uma elevada dependência do mercado internacional em relação a poucos países, especialmente do continente africano, que domina amplamente a oferta global. Ainda no grupo dos principais produtores, países como Equador (7,73%), Nigéria (6,7%) e Camarões (6,13%) reforçam essa concentração, fazendo com que os seis primeiros colocados representem cerca de 79,01% da produção total.

Tabela 2 – Produção de amêndoas de cacau por país em 2024

Ordem	Países	Produção (toneladas)	% por país	% acumulado
1	Costa Marfim	1.890.442,0	36,19%	36,19%
2	Indonésia	632.702,0	12,11%	48,31%
3	Gana	530.000,0	10,15%	58,45%
4	Equador	403.698,8	7,73%	66,18%
5	Nigéria	350.000,0	6,70%	72,88%
6	Camarões	320.000,0	6,13%	79,01%
7	Brasil	297.509,0	5,70%	84,71%
8	Peru	157.252,5	3,01%	87,72%
9	Serra Leoa	93.749,6	1,79%	89,51%
10	Colômbia	67.678,0	1,30%	90,81%
11	Rep. Dominicana	57.461,0	1,10%	91,91%
12	Uganda	55.000,0	1,05%	92,96%
13	Rep. Dem. Congo	50.000,0	0,96%	93,92%
14	Papua N. Guiné	45.000,0	0,86%	94,78%
15	Índia	30.388,0	0,58%	95,36%
16	Demais países	242.314,7	4,64%	100,00%
-	**Total**	**5.223.195,6**	**100,00%**	-

Fonte: FAOSTAT (2026).

O Brasil, de acordo com a Tabela 2, ocupa a sétima posição, com 5,70% da produção mundial, indicando relevância no cenário global, embora distante dos líderes africanos. Outros países latino-americanos, como Peru, Colômbia e República Dominicana, apresentam participações menores, mas contribuem para a diversificação regional da produção. A partir da oitava posição, observa-se uma redução significativa na participação percentual, indicando uma estrutura produtiva concentrada em um número restrito de países. Tal configuração pode acarretar vulnerabilidades na oferta global, especialmente diante de eventos como crises climáticas, fitossanitárias ou instabilidades econômicas nas principais regiões produtoras.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo foi realizado com base em referências teóricas publicadas em periódicos científicos, boletins técnicos, meios eletrônicos e websites especializados, com o objetivo de sistematizar o conhecimento já produzido sobre a cacauicultura. Dessa forma, o trabalho apoia-se em um arcabouço teórico consolidado, permitindo também a ampliação das análises a partir de novos levantamentos de dados atualizados. Conforme Bervian, Cervo e Silva (2006), a pesquisa teórica busca descrever os fatos e compreender, com a maior precisão possível, os fenômenos e suas características.

Adicionalmente, o presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa quali-quantitativa, pois envolve a análise e interpretação de dados estatísticos relacionados à produção e ao mercado de cacau, articulados com abordagens teóricas. Segundo Schneider, Fujii e Corazza (2017), esse

tipo de abordagem permite integrar diferentes perspectivas analíticas, ampliando a compreensão dos fenômenos estudados a respeito da cacauicultura.

As informações qualitativas foram obtidas a partir de artigos científicos de autores como Gereffi (1999), Humphrey e Schmitz (2002), além de Souza Júnior (2018). Já os dados quantitativos foram coletados em fontes secundárias provenientes de bases nacionais e internacionais reconhecidas, como IBGE/PAM, FAOSTAT, GLOBAL GROWTH INSIGHTS, OEC, MAPA, CEPLAC, ICCO e IDEC, entre outras fontes especializadas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo o Observatório da Complexidade Econômica (OEC) em 2024, o comércio global de amêndoas de cacau atingiu US$ 18,7 bilhões (Tabela 3), refletindo um aumento de 84,4% em relação a 2023, quando o comércio totalizou US$ 10,2 bilhões. Nos últimos cinco anos, o comércio nessa categoria cresceu a uma taxa anualizada de 15,5% (OEC, 2026).

A análise das dinâmicas globais e da inserção do Brasil nesse mercado permite compreender as assimetrias existentes na cadeia produtiva do cacau, evidenciando tanto as vulnerabilidades associadas à concentração geográfica quanto os desafios relacionados à competitividade e agregação de valor no comércio internacional.

4.1 O comércio internacional de amêndoas de cacau

Analisando a Tabela 3 observa-se uma elevada concentração tanto do lado das exportações quanto das importações de amêndoas de cacau em 2024, além de uma clara divisão geográfica entre países produtores e países processadores/consumidores. Há uma predominância de países africanos nas exportações, com destaque para a Costa do Marfim, responsável por 25,97% do total mundial, seguido por Equador (16,49%); Nigéria (11,74%); Gana (7,79%); Camarões (6,84%); e Peru (4,53%). Esses seis países concentram mais de 73,35% das exportações globais, evidenciando muita centralização da oferta de amêndoas de cacau. Essa concentração implica vulnerabilidade da oferta global, especialmente diante de riscos climáticos, fitossanitários ou instabilidades políticas nessas regiões.

Tabela 3 – Países exportadores e importadores de amêndoas de cacau em 2024

Países exportadores	Valores (USD)	% por país	% acumulado	Países importadores	Valores (USD)	% por país	% acumulado
1-Costa do Marfim	4.866.905.754,00	25,97%	25,97%	1-Países Baixos	3.976.045.686,00	21,21%	21,21%
2-Equador	3.090.770.944,00	16,49%	42,46%	2-Malásia	3.081.133.352,00	16,44%	37,65%
3-Nigéria	2.201.103.766,00	11,74%	54,20%	3-Alemanha	1.751.996.795,00	9,35%	47,00%
4-Gana	1.459.804.126,00	7,79%	61,99%	4-Bélgica	1.478.605.046,00	7,89%	54,89%
5-Camarões	1.281.305.705,00	6,84%	68,83%	5-Indonésia	1.240.271.189,00	6,62%	61,51%
6-Peru	848.347.860,00	4,53%	73,35%	6-Estados Unidos	1.136.697.922,00	6,06%	67,57%
7-Países Baixos	693.787.300,00	3,70%	77,06%	7-Singapura	702.886.797,00	3,75%	71,32%
8-Guiné	485.214.323,00	2,59%	79,64%	8-Canadá	651.090.075,00	3,47%	74,80%
9-Rep. Dominicana	447.600.407,00	2,39%	82,03%	9-França	576.537.558,00	3,08%	77,87%
10-Papua N. Guiné	353.896.022,00	1,89%	83,92%	10-Espanha	563.869.390,00	3,01%	80,88%
11-Rep. Democ. Congo	351.274.211,00	1,87%	85,79%	11-Itália	542.792.673,00	2,90%	83,78%
12-Uganda	328.706.179,00	1,75%	87,55%	12-Turquia	493.090.420,00	2,63%	86,41%
13-Bélgica	305.880.792,00	1,63%	89,18%	13-México	333.933.612,00	1,78%	88,19%
14-Estados Unidos	298.416.482,00	1,59%	90,77%	14-Suíça	271.841.301,00	1,45%	89,64%
15-Malásia	240.696.216,00	1,28%	92,06%	15-Reino Unido	230.836.819,00	1,23%	90,87%
16-Libéria	222.558.460,00	1,19%	93,24%	16-Japão	219.477.714,00	1,17%	92,04%
17-Serra Leoa	142.919.218,00	0,76%	94,01%	17-Índia	193.671.914,00	1,03%	93,08%
18-Togo	132.345.012,00	0,71%	94,71%	18-Estônia	170.094.587,00	0,91%	93,98%
19-Estônia	105.965.441,00	0,57%	95,28%	19-Áustria	149.134.256,00	0,80%	94,78%
20-Indonésia	103.088.160,00	0,55%	95,83%	20-Brasil	142.399.825,00	0,76%	95,54%
Demais países	781.846.798,00	4,17%	100,00%	Demais importadores	836.026.245,00	4,46%	100,00%
Total exportações	18.742.433.176,00	100,00%	-	Total importações	18.742.433.176,00	100,00%	-

Fonte: OEC (2026).

No lado das importações de amêndoas de cacau, o padrão também revela concentração, porém com características distintas. Os principais importadores são países com forte indústria de processamento e reexportação, como os Países Baixos (21,21%) e a Malásia (16,44%), seguidos pela Alemanha (9,35%); Bélgica (7,89%); Indonésia (6,62%); e, EUA (6,06%). Esses seis países somam aproximadamente 67,57% das importações globais, evidenciando a centralização do processamento industrial em poucos polos. Destaca-se a participação dos países europeus que dentre os vinte maiores importadores somam 50,12% das compras internacionais de amêndoas de cacau.

Um aspecto relevante da Tabela 3 é a sobreposição de alguns países nas duas listas, como Países Baixos, Bélgica, Estados Unidos e Malásia, o que indica a existência de fluxos de reexportação e cadeias produtivas globalizadas. Esses países importam amêndoas, agregam valor por meio do processamento industrial (produção de manteiga, pasta e chocolate) e, posteriormente, reexportam produtos derivados (ICCO, 2023).

Por fim, observa-se que os 20 principais países exportadores concentram cerca de 95,83% das exportações, enquanto os 20 principais importadores respondem por aproximadamente 95,54% das importações, confirmando uma estrutura altamente concentrada em ambos os lados do mercado, ou seja, enquanto países tropicais exportam matéria-prima, países industrializados dominam as etapas de maior valor agregado (ICCO, 2023).

4.2 O Brasil no mercado internacional de amêndoas de cacau

De acordo com as Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro (AGROSTAT), apresentadas na Tabela 4, o comércio exterior brasileiro de amêndoas de cacau apresenta uma concentração em poucos mercados, com destaque para o Japão, que absorve 56,81% do valor total exportado. Em seguida aparecem os Países Baixos (26,33%) e a Indonésia (9,91%). Esses três países concentram mais de 93% das exportações brasileiras, evidenciando elevada dependência de mercados específicos. Tal padrão indica baixa diversificação comercial e maior vulnerabilidade a oscilações de demanda nesses destinos.

Por outro lado, a análise das importações na Tabela 4 revela uma dependência ainda mais acentuada de fornecedores externos, especialmente de países africanos. A Costa do Marfim responde sozinha por 76,54% do valor importado pelo Brasil, seguida por Gana, com 23,46%. O Peru apresenta uma participação residual em termos quantitativos, não alterando o padrão concentrado observado.

Um aspecto particularmente relevante é o expressivo desequilíbrio na balança comercial desse produto. Enquanto o Brasil exporta cerca de US$ 4,2 milhões, importa aproximadamente US$ 421,8 milhões, evidenciando um déficit significativo. Esse cenário reflete limitações da produção interna frente à demanda da indústria nacional de processamento, que necessita complementar sua oferta com matéria-prima externa. Tal dinâmica é característica de países que possuem parque industrial ativo, mas cuja produção agrícola não é suficiente para atender plenamente a demanda doméstica (HUMPHREY; SCHMITZ, 2002).

Tabela 4 – Exportações e importações brasileiras de amêndoas de cacau inteiro ou partido em 2025

Destino das exportações brasileiras	Valor (USD)	Peso (Kg)	% por país	% acum.	Origem das importações brasileiras	Valor (USD)	Peso (Kg)	% por país
1-Japão	2.413.149,00	203.016	56,81%	56,81%	1-Costa do Marfim	322.819.844,00	34.144.435	76,54%
2-Países Baixos	1.118.562,00	113.399	26,33%	83,14%	2-Gana	98.968.117,00	8.015.094	23,46%
3-Indonésia	420.920,00	40.080	9,91%	93,05%	3-Peru	241,00	22	0,0001%
4-França	151.777,00	10.947	3,57%	96,62%	Total	421.788.202,00	42.159.551	100,00%
5-Alemanha	62.668,00	3.388	1,48%	98,09%				
6-Bélgica	54.338,00	5.040	1,28%	99,37%				
7-Uruguai	22.700,00	1.170	0,53%	99,91%				
8-Suíça	1.417,00	239	0,033%	99,94%				
9-Estados Unidos	1.103,00	638	0,026%	99,97%				
10-Singapura	883,00	170	0,021%	99,988%				
11-Hong Kong	450,00	5	0,011%	99,999%				
12-Portugal	56,00	24	0,001%	100,000%				
Total	4.248.023,00	378.116	100,00%	-				

Fonte: AGROSTAT (2026).

Adicionalmente, a presença de países como Países Baixos e Bélgica entre os destinos das exportações indica que parte do cacau brasileiro é direcionada a centros de reprocessamento e redistribuição global. Esse padrão reforça a inserção do Brasil em cadeias globais de valor, nas quais a agregação de valor ocorre majoritariamente fora do país (GEREFFI, 1999).

Por meio do Plano Inova Cacau 2030, o Brasil busca ampliar a adoção de boas práticas nas etapas de colheita, pós-colheita e processamento, bem como promover a melhoria da qualidade das amêndoas, além de incentivar a certificação e a rastreabilidade da produção. Espera-se que essa iniciativa contribua para a expansão das exportações de cacau fino de aroma e seus derivados, favorecendo o alcance de superávits na balança comercial brasileira e fortalecendo o reconhecimento internacional da qualidade do cacau produzido no país (BRASIL, 2023).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise desenvolvida ao longo deste trabalho evidencia que a cadeia produtiva do cacau se configura como um sistema global complexo, altamente integrado e marcado por significativas assimetrias estruturais.

Os resultados obtidos indicam que a produção mundial de amêndoas de cacau encontra-se fortemente concentrada em um número reduzido de países, com predominância do continente africano. Essa concentração implica elevada dependência da oferta global em relação a poucas regiões, o que pode gerar vulnerabilidades diante de eventos climáticos, fitossanitários e instabilidades políticas. De forma semelhante, o processamento industrial e o comércio internacional também apresentam elevado grau de concentração, sendo dominados por grandes empresas multinacionais e por países que atuam como centros de transformação e reexportação. Tal configuração reforça a existência de cadeias globais de valor nas quais os países produtores, em sua maioria, permanecem restritos à exportação de matéria-prima, enquanto as etapas de maior valor agregado concentram-se em economias mais desenvolvidas.

No caso brasileiro, verifica-se uma posição intermediária na cadeia global do cacau e sua participação no comércio internacional de amêndoas ainda é limitada e caracterizada por forte concentração de mercados de destino. Ademais, observa-se um expressivo déficit na balança comercial desse produto, evidenciando a dependência de importações para suprir a demanda da indústria nacional de processamento. Esse cenário revela desafios estruturais relacionados à competitividade, à produtividade e à capacidade de agregação de valor no país.

Por outro lado, o estudo também evidencia importantes oportunidades para o fortalecimento da cacauicultura brasileira. A expansão da produção na região amazônica, especialmente no estado do Pará, aliada à adoção de sistemas produtivos sustentáveis, como os agroflorestais, aponta para um modelo de desenvolvimento que concilia eficiência econômica e conservação ambiental.

Nesse sentido, para que as iniciativas do Plano Inova Cacau 2030 se consolidem, torna-se fundamental a adoção de políticas públicas e estratégias privadas voltadas à ampliação da produtividade, à diversificação de mercados, ao fortalecimento da indústria nacional e à redução das desigualdades ao longo da cadeia.

Conclui-se que o fortalecimento da produção, aliado à agregação de valor e à inserção estratégica nas cadeias globais, é essencial para reduzir a dependência externa, ampliar a competitividade e promover um crescimento mais equilibrado e inclusivo do setor cacaueiro brasileiro.

REFERÊNCIAS

AGROSTAT – ESTATÍSTICAS DE COMÉRCIO EXTERIOR DO AGRONEGÓCIO BRASILEIRO. **AGROSTAT**. 2025.

AIPC – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS INDÚSTRIAS PROCESSADORAS DE CACAU. **AIPC**.

BERVIAN, P. A.; CERVO, A. L.; SILVA, R. da. **Metodologia científica**. São Paulo: Pearson, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **História do cacau e chocolate**. Brasília: MAPA, 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Secretaria de Inovação, Desenvolvimento Rural e Irrigação. Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira. **Plano Inova Cacau 2030**: estratégias para fomentar o desenvolvimento sustentável das regiões produtoras de cacau no Brasil. Brasília, DF: MAPA/SDI/CEPLAC, 2023.

CEPLAC – COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA. **Sistemas de produção de cacau no Brasil**. Ilhéus: CEPLAC, 2016.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Cocoa market review**. Roma: FAO, 2020.

FAOSTAT – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Culturas e produtos pecuários**.

GEREFFI, G. International trade and industrial upgrading in the apparel commodity chain. **Journal of International Economics**, v. 48, n. 1, p. 37-70, 1999.

GLOBAL GROWTH INSIGHTS. **Tamanho, participação, crescimento e análise da indústria do mercado de cacau, por tipos (licor de cacau, manteiga de cacau, cacau em pó), por aplicações (confeitaria, cosméticos, outros), perspectivas regionais e previsão até 2035**.

HUMPHREY, J.; SCHMITZ, H. How does insertion in global value chains affect upgrading in industrial clusters? **Regional Studies**, v. 36, n. 9, p. 1017-1027, 2002.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal (PAM)**.

ICCO – INTERNATIONAL COCOA ORGANIZATION. **Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics**. Abidjan: ICCO, 2021.

ICCO – INTERNATIONAL COCOA ORGANIZATION. **Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics**. Londres, 2023.

ICCO – INTERNATIONAL COCOA ORGANIZATION. **Estatísticas**. 2026.

IDEC – INSTITUTO BRASILEIRO DE DEFESA DO CONSUMIDOR. **Cacau**: a história e como a fruta se tornou chocolate. São Paulo, 2024.

OEC – OBSERVATÓRIO DA COMPLEXIDADE ECONÔMICA. **Exportadores e importadores**.

SCHNEIDER, E. M.; FUJII, R. A. X.; CORAZZA, M. J. Pesquisas quali-quantitativas: contribuições para a pesquisa em ensino de ciências. **Revista Pesquisa Qualitativa**, São Paulo, v. 5, n. 9, p. 569-584, dez. 2017.

SOUZA JÚNIOR, J. O. (org.). **Cacau**: cultivo, pesquisa e inovação. Ilhéus: Editus/UESC, 2018.

SÜDWIND INSTITUTE. **Strengthening the competitiveness of cocoa production and improving the income of cocoa producers**. Bonn, 2017.

Os conceitos e as opiniões expressos neste artigo são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

INTERFACE TECNOLÓGICA

TECNOLOGIA EM AGRONEGÓCIO
Interface Tecnológica · v. 23, n. 1, 2026 · p. 217–227
ISSN on-line 2447-0864 · ISSN impresso 1807-3980
https://doi.org/10.31510/infa.v23i1.2419

MERCADO INTERNACIONAL DO CACAU: produção e dinâmica de preços

International cocoa market: production and price dynamics

Maria Clara Janoni Jorge[1], **Kamili Vitória Miranda Marques**[2], **Daltro Cella**[3]

AUTORIA

[1] **Maria Clara Janoni Jorge**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
mariajj.clara@icloud.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0003-5557-4538

[2] **Kamili Vitória Miranda Marques**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
kamilimiranda321@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0004-6450-7836

[3] **Daltro Cella**
Fatec Catanduva – SP – Brasil
daltro_cella@yahoo.com.br
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5656-9093

HISTÓRICO

Recebido	14/04/2026
Aceito	08/06/2026
Publicado	30/06/2026

COMO CITAR

JORGE, M. C. J.; MARQUES, K. V. M.; CELLA, D. Mercado internacional do cacau: produção e dinâmica de preços. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 23, n. 1, p. 217-227, 2026. DOI: 10.31510/infa.v23i1.2419.

LICENÇA

Artigo de acesso aberto distribuído sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

cc BY 4.0

RESUMO

O presente estudo analisa a cadeia produtiva do cacau, com ênfase na produção, no processamento e no comércio internacional, buscando compreender o posicionamento do Brasil no mercado global e o comportamento recente dos preços. A metodologia adotada é de natureza aplicada, com abordagem quantitativa e qualitativa, utilizando pesquisa bibliográfica e documental baseada em dados de instituições como IBGE, FAOSTAT, OEC e ICCO, referentes ao período de 2020 a 2024, analisados por meio de estatística descritiva e abordagem analítico-interpretativa. Os resultados indicam que a produção mundial é concentrada em poucos países, especialmente na África Ocidental, tornando o mercado vulnerável a choques de oferta. Observou-se elevada volatilidade nos preços, com forte alta seguida de queda recente. No Brasil, destaca-se a redução da participação relativa, mas com crescimento do processamento interno. Conclui-se que, apesar dos desafios, a cacauicultura brasileira apresenta potencial de crescimento, especialmente com investimentos em produtividade, sustentabilidade e agregação de valor.

Palavras-chave: Cacau. Cadeia produtiva. Produção. Volatilidade de preços.

ABSTRACT

This study analyzes the cocoa production chain, with an emphasis on production, processing, and international trade, seeking to understand Brazil's position in the global market and recent price behavior. The methodology adopted is applied in nature, with a quantitative and qualitative approach, using bibliographic and documentary research based on data from institutions such as IBGE, FAOSTAT, OEC, and ICCO, referring to the period from 2020 to 2024, analyzed through descriptive statistics and an analytical-interpretative approach. The results indicate that world production is concentrated in a few countries, especially in West Africa, making the market vulnerable to supply shocks. High price volatility was observed, with a sharp rise followed by a recent fall. In Brazil, the reduction in relative participation stands out, but with growth in domestic processing. It is concluded that, despite the challenges, Brazilian cocoa farming has growth potential, especially with investments in productivity, sustainability, and value aggregation.

Keywords: Cocoa. Production chain. Production. Price volatility.

1 INTRODUÇÃO

O cacau é o fruto do cacaueiro, planta tropical pertencente à espécie *Theobroma cacao*, que significa "alimento dos deuses" e evidencia a relevância histórica e simbólica desse fruto, especialmente para civilizações antigas como os Maias e os Astecas, que utilizavam suas sementes tanto na preparação de bebidas quanto como instrumento de troca. O desenvolvimento do cacaueiro ocorre, predominantemente, em áreas de clima quente e úmido, características da faixa intertropical, o que explica sua ampla difusão atual em países da África, América Latina e Ásia (MAPA, 2017).

O cacau configura-se como uma importante *commodity* agrícola no comércio internacional, exercendo papel significativo na geração de renda, especialmente na África Ocidental, na América do Sul e no Sudeste Asiático. No contexto brasileiro, o setor cacaueiro já ocupou posição de destaque mundial, especialmente no início do século XX. Entretanto, fatores como a incidência da "vassoura-de-bruxa" (doença fúngica) e a diversificação da economia nacional contribuíram para a redução de sua importância relativa. Atualmente, o país passou por uma mudança estrutural, deixando de ser exportador de amêndoas para se tornar importador, ao mesmo tempo em que houve expansão da produção e do consumo interno de chocolate (CEPLAC, 2016).

No plano institucional, o setor é coordenado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), com papel de destaque para a Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (Ceplac), responsável por ações de pesquisa, extensão rural e apoio ao desenvolvimento sustentável. A cadeia produtiva brasileira caracteriza-se pelo predomínio do processamento interno, crescimento do consumo e presença significativa de grandes empresas (MAPA, 2017).

Portanto, o objetivo geral deste estudo é analisar a produção, o comércio internacional e o comportamento dos preços da amêndoa de cacau no período de 2020 a 2024, buscando compreender o posicionamento do Brasil no mercado global. Especificamente, pretende-se examinar a evolução histórica e a distribuição geográfica da produção nacional e mundial, identificar os principais países exportadores e importadores, analisar a dinâmica da moagem e do processamento, bem como interpretar as oscilações recentes dos preços internacionais.

A realização deste estudo justifica-se pela relevância econômica, social e ambiental do cacau no cenário mundial, especialmente em países produtores onde a atividade desempenha papel fundamental na geração de renda e emprego.

2 O CULTIVO DO CACAU NO BRASIL E NO MUNDO

A produção de cacau no Brasil a partir dos anos 2000 contou com políticas públicas e programas governamentais que buscaram revitalizar o setor, como o Plano Executivo para Aceleração do Desenvolvimento e Diversificação do Agronegócio na Região Cacaueira do Estado da Bahia (PAC do Cacau), que foi implementado em 2008, com foco em crédito, renegociação de dívidas e incentivo à produção sustentável. Paralelamente, o estado do Pará (PA) passou a ganhar destaque como nova fronteira produtiva, com crescimento da produção baseado em sistemas agroflorestais e maior produtividade. Apesar disso, o Brasil ainda enfrenta desafios relacionados à competitividade internacional, produtividade e organização da cadeia produtiva (GONÇALVES E SILVA; TRIACA, 2025).

De acordo com Gonçalves e Silva e Triaca (2025), o panorama histórico da produção de cacau no Brasil evidencia uma trajetória marcada por forte crescimento inicial (século XIX), consolida-

ção internacional (início do século XX), crises profundas (vassoura-de-bruxa em 1989) e esforços recentes de recuperação e modernização do setor, com mudanças importantes na distribuição geográfica da produção e na estrutura produtiva.

Atualmente a produção de amêndoas de cacau no Brasil entre os anos de 2020 e 2024, de acordo com dados da Produção Agrícola Municipal (PAM) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), apresenta relativa estabilidade ao longo do período, com leve crescimento entre 2020 (269.740 toneladas - t) e 2021 (302.126 t), seguido de uma pequena retração e estabilização até 2024 (297.509 t). A média quinquenal de 293.303 toneladas indica que o setor mantém um patamar produtivo consolidado, sem grandes oscilações estruturais, sugerindo maturidade produtiva e relativa resiliência frente a variações conjunturais (IBGE, 2026).

A análise espacial revela uma forte concentração da produção em dois estados: Pará (PA) e Bahia (BA). O estado do PA lidera com média de 142.595,4 toneladas de amêndoas de cacau produzidas, representando 48,6% da produção nacional, enquanto a BA responde por 45,0%, com média de 131.862,2 toneladas. Juntos, esses estados concentram 93,6% da produção brasileira, caracterizando uma estrutura altamente concentrada e dependente de dois polos produtivos. Esse padrão reflete tanto condições edafoclimáticas favoráveis quanto a consolidação histórica da cacauicultura nessas regiões (IBGE, 2026).

No caso do PA, observa-se uma leve tendência de redução após 2022, ainda que mantendo liderança absoluta. Já a BA apresenta crescimento expressivo entre 2020 e 2021, seguido de estabilidade, o que pode indicar recuperação produtiva ou maior eficiência no manejo. A proximidade entre os volumes dos dois estados sugere uma dualidade produtiva no país, com potencial competição e complementaridade regional (CEPLAC, 2026).

Os demais estados apresentam participação marginal, destacando-se o Espírito Santo (ES), com 3,9% da produção média, consolidando-se como terceiro maior produtor, embora muito distante dos líderes. Rondônia (RO), com 2,0%, demonstra crescimento relevante em 2024, indicando possível expansão recente da atividade. Estados da região Norte, como Amazonas (AM) e Roraima (RR), e do Centro-Oeste, como Mato Grosso (MT), apresentam produções reduzidas, mas com sinais pontuais de crescimento, especialmente em RR e RO, o que pode indicar fronteiras agrícolas emergentes (IBGE, 2026).

A análise da participação média acumulada reforça o elevado grau de concentração: os três principais estados (PA, BA e ES) atingem 97,5% da produção total. Isso implica baixa diversificação regional, o que pode representar risco estrutural ao setor diante de eventos climáticos, fitossanitários ou econômicos que afetem essas regiões (IBGE, 2026).

Assim, a cacauicultura brasileira é marcada por: estabilidade produtiva nacional; forte concentração geográfica, sobretudo em PA e BA; presença de estados secundários com participação reduzida, mas com potenciais sinais de expansão; e, baixa diversificação regional, o que aponta para a necessidade de políticas de incentivo à expansão sustentável da cultura em novas áreas, visando maior equilíbrio produtivo e redução de riscos (GONÇALVES E SILVA; TRIACA, 2025).

Com relação à produção média de amêndoas de cacau no mundo entre 2020 e 2024, os dados do Banco de Dados Estatísticos da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAOSTAT) revelam uma estrutura altamente concentrada, com predominância de poucos países, além de oscilações relevantes na produção global ao longo do período (FAOSTAT, 2026).

Entre os anos 2020 e 2024 a produção mundial apresentou variação moderada, passando de 5,68 milhões de toneladas em 2020 para 5,23 milhões em 2024, com média para o período de aproximadamente 5,49 milhões de toneladas. De acordo com o *International Cocoa Organization* (ICCO) houve uma queda significativa em 2023, seguida de leve recuperação em 2024, indicando sensibilidade do setor a fatores como clima (chuvas excessivas e fora de época), pragas ("podridão parda" e "vassoura-de-bruxa"), envelhecimento dos cacaueiros e falta de investimentos em fertilizantes, e instabilidades econômicas (mineração ilegal de ouro em Gana, destruindo áreas de produção de cacau) (ICCO, 2026).

No que se refere à distribuição por países, há forte concentração na Costa do Marfim, que lidera com ampla margem, apresentando média de 2,1 milhões de toneladas e participação de 38,28% da produção mundial. Em seguida, aparece Gana, com 13,54%, embora com tendência de queda acentuada ao longo do período, especialmente após 2021. Esses dois países, ambos localizados na África Ocidental, concentram juntos mais de 50% da produção global, evidenciando elevada dependência regional (FAOSTAT, 2026).

Na sequência, destacam-se Indonésia (11,98%) e Equador (6,37%). A Indonésia apresenta relativa estabilidade produtiva, enquanto o Equador demonstra crescimento consistente ao longo dos anos, consolidando-se como um dos principais produtores emergentes. Outros países africanos, como Nigéria (5,97%) e Camarões (5,54%), também possuem participação relevante, reforçando o protagonismo africano no mercado mundial de cacau (FAOSTAT, 2026).

O Brasil ocupa a sétima posição, com participação média de 5,35% entre 2020 e 2024, evidenciando estabilidade produtiva no período, porém com menor competitividade relativa quando comparado aos principais produtores africanos. Já países como Peru, República Dominicana e Colômbia apresentam participações menores, porém relevantes em nichos específicos, como cacau fino e de qualidade superior (ICCO, 2026).

Outro ponto importante é que os dez principais países concentram cerca de 92,41% da produção mundial média entre 2020 e 2024, enquanto os demais países somam apenas 7,59%, o que evidencia uma estrutura produtiva altamente concentrada na África Ocidental e suscetível a riscos. Essa concentração pode gerar vulnerabilidades no abastecimento global, sobretudo diante de eventos climáticos adversos, pragas ou instabilidades políticas nas principais regiões produtoras.

2.1 Exportações, importações e moagem de amêndoas de cacau entre 2020 e 2024

De acordo com o Observatório de Complexidade Econômica (OEC), entre 2020 e 2024, o comércio global de amêndoas de cacau atingiu mais que USD 11,5 bilhões em média por ano. A análise da Tabela 1 sobre as exportações mundiais de cacau evidencia uma forte concentração geográfica da oferta, com a liderança absoluta da Costa do Marfim, com média anual de aproximadamente USD 4,08 bilhões, representando 35,46% das exportações globais. Esse desempenho confirma o papel do país como principal fornecedor mundial, sustentado por elevada escala produtiva e forte inserção no comércio internacional. Em conjunto com Gana (12,82%), Nigéria (8,26%) e Camarões (6,26%) forma-se um núcleo africano dominante, responsável por mais de 60% das exportações globais, o que evidencia a centralidade da África Ocidental na cadeia do cacau (OEC, 2026).

Na terceira posição, o Equador apresenta 12,05% de participação média, com crescimento expressivo, saindo em 2020 de pouco mais de USD 844 milhões para mais de USD 1,3 bilhões de média entre 2020 e 2024 (Tabela 1). Esse avanço indica um processo de expansão e valorização do

cacau latino-americano, possivelmente associado à qualidade diferenciada (cacau fino ou aromático) e à ampliação da demanda internacional (OEC, 2026).

Outro aspecto relevante é a heterogeneidade entre os países exportadores. Enquanto economias como Camarões (6,26%) mantêm participação intermediária, países como Peru (2,71%) e República Dominicana (2,33%) ocupam nichos específicos, frequentemente ligados à produção de cacau de maior valor agregado. Já os Países Baixos (3,34%) se destacam não como produtores, mas como importantes reexportadores e centros de processamento, evidenciando a relevância da logística e da industrialização na cadeia global (ICCO, 2026).

Tabela 1 – Países exportadores e importadores de amêndoas de cacau entre 2020 e 2024

Países exportadores	Exportações Média (2020 a 2024) (USD)	% Médio por país nas exportações (2020 a 2024)	Participação % acum. nas exportações	Países importadores	Importações Média (2020 a 2024) (USD)	% Médio por país nas importações (2020 a 2024)	Participação % acum. nas importações
1- Costa Marfim	4.078.301.983	35,46%	35,46%	1- Países Baixos	2.380.739.553	20,74%	20,74%
2- Gana	1.474.999.671	12,82%	48,28%	2- Malásia	1.528.751.260	13,32%	34,06%
3- Equador	1.385.876.586	12,05%	60,33%	3- EUA	1.015.634.923	8,85%	42,90%
4- Nigéria	950.220.367	8,26%	68,60%	4- Alemanha	999.096.378	8,70%	51,61%
5- Camarões	719.676.084	6,26%	74,85%	5- Bélgica	883.223.299	7,69%	59,30%
6- Países Baixos	384.428.649	3,34%	78,20%	6- Indonésia	753.126.945	6,56%	65,86%
7- Peru	312.237.412	2,71%	80,91%	7- França	444.943.264	3,88%	69,74%
8- Rep. Dominicana	268.258.919	2,33%	83,24%	8- Singapura	369.100.649	3,22%	72,95%
9- Guiné	177.536.722	1,54%	84,79%	9- Canadá	361.578.711	3,15%	76,10%
10- Papua N. Guiné	148.464.987	1,29%	86,08%	10- Itália	352.376.514	3,07%	79,17%
Demais	1.601.170.220	13,92%	100,00%	Demais	2.390.647.659	20,83%	100,00%
Total	11.501.171.602	100%	-	Total	11.479.219.156	100%	-

Fonte: OEC (2026).

A análise da participação acumulada na Tabela 1 revela que os dez principais exportadores atingem mais de 86% da oferta mundial, isso demonstra uma estrutura altamente concentrada, que pode gerar vulnerabilidades, uma vez que choques climáticos, instabilidades políticas ou crises sanitárias nesses países podem impactar significativamente a oferta global (ICCO, 2026).

Por fim, observa-se uma tendência de crescimento no valor total exportado, que atinge cerca de USD 18,7 bilhões em 2024, o maior valor da série. Esse aumento pode estar relacionado tanto à elevação dos preços internacionais (Gráfico 1) quanto à ampliação da demanda global por chocolate e derivados (ICCO, 2026).

Quanto às importações de amêndoas de cacau entre 2020 e 2024, a Tabela 1 evidencia uma forte concentração geográfica das compras por parte dos países industrializados e pelos centros de processamento, com destaque para os Países Baixos, com média anual de USD 2,38 bilhões (20,74% de participação global). Esse protagonismo está diretamente relacionado ao papel estratégico do país especialmente no processamento e redistribuição de cacau para outros mercados do continente europeu (OEC, 2026).

Na segunda posição das importações entre 2020 e 2024 está a Malásia com 13,32% das importações, evidenciando a crescente relevância da Ásia no processamento de cacau. Países como Indonésia (6,56%) e Singapura (3,22%) reforçam essa tendência, demonstrando que a região asiática vem ampliando sua participação na cadeia global, tanto no processamento quanto na reexportação, conforme apresentado na Tabela 1.

Entre os países desenvolvidos destacam-se como importadores de cacau os Estados Unidos (8,85%), a Alemanha (8,70%) e a Bélgica (7,69%), refletindo a forte demanda das indústrias de chocolate e derivados concentradas nestes países. Entre os países europeus elencados entre os dez maiores importadores observa-se que estes são responsáveis por mais de 44% das compras mundiais. Esses países possuem cadeias industriais consolidadas e alto consumo per capita, o que sustenta volumes elevados de importação (OEC, 2026).

Quanto à participação acumulada da Tabela 1, mostra que os dez maiores importadores entre 2020 e 2024 atingem aproximadamente 79,17%, indicando uma estrutura relativamente concentrada, porém menos que a observada nas exportações. Isso sugere maior diversificação geográfica da demanda em comparação à oferta (OEC, 2026).

Outro aspecto relevante é o comportamento temporal das importações com forte expansão em 2024, quando o valor total atinge cerca de USD 18,7 bilhões. Esse crescimento pode estar associado à elevação dos preços internacionais do cacau (Gráfico 1), bem como à retomada do consumo global de chocolates e produtos derivados após períodos de instabilidade econômica (ICCO, 2026).

As importações de amêndoas de cacau são caracterizadas por alta concentração em países industrializados, protagonismo europeu e asiático no processamento e crescente dinamismo da demanda global, especialmente nos anos mais recentes com participação de 20,83% do grupo “demais países” nas compras internacionais de cacau.

De acordo com a Associação Nacional das Indústrias Processadoras de Cacau (AIPC) as amêndoas importadas são encaminhadas para a moagem, que representa uma etapa fundamental da cadeia produtiva, pois transforma as amêndoas em produtos intermediários como manteiga, pasta e pó de cacau. Entre 2020 e 2024, observa-se uma reorganização geográfica dessa atividade, marcada pela crescente internalização do processamento nos países produtores e pela manutenção da relevância dos países industrializados (AIPC, 2026).

Historicamente, a moagem concentrou-se na Europa, especialmente nos Países Baixos e Alemanha, devido à proximidade com grandes indústrias *chocolatiers*. Contudo, ao longo da década de 2020, houve um deslocamento gradual dessa atividade para países produtores, sobretudo na África Ocidental. Atualmente, a moagem global está próxima de 5 milhões de toneladas anuais, com distribuição regional relativamente estável com a Europa liderando com cerca de 35 a 36%, seguida por Ásia/Oceania com aproximadamente 23%, a África (22%) e as Américas (18 a 19%).

Apesar disso, a participação africana vem crescendo, indicando maior verticalização da produção nos países de origem (ICCO, 2026).

A Costa do Marfim é líder com mais de 14% da moagem mundial de amêndoas de cacau, refletindo a estratégia de industrialização e agregação de valor no país de origem. Esse crescimento é consistente com a expansão da capacidade instalada e aumento da moagem, ou seja, tendência de crescer ainda mais (TRIDGE, 2026).

Os Países Baixos com 12,26% mantêm posição central por ser um *hub* tradicional europeu devido a estrutura portuária, mas com tendência de estabilidade, indicando perda relativa de participação global. A França (4,26%) e o Reino Unido (3,45%) mantém estável sua participação no mercado de moagem de cacau. A Europa, apesar de ainda dominante, apresenta crescimento mais lento em comparação à África com relação a expansão na moagem de grão de cacau (ICCO, 2026).

Na Ásia, Indonésia com 8,94% e Malásia com 7,22% consolidam-se como polos industriais relevantes para o mercado do cacau, enquanto o Gana é responsável por 5,54% da moagem, mostra crescimento consistente, reforçando a tendência de processamento local (TRIDGE, 2026).

Já nas Américas, os Estados Unidos com 7,47% da moagem de cacau consolidam-se como grande mercado consumidor e industrial. O Brasil é o principal processador da América Latina com 4,81% e tem mantido um crescimento moderado, impulsionado pela demanda interna e pela indústria alimentícia (TRIDGE, 2026).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo de natureza aplicada, com abordagem quantitativa e qualitativa, tendo como objetivo analisar a cadeia produtiva do cacau, com ênfase na produção, no comércio internacional e no comportamento recente do mercado. Quanto aos objetivos, classifica-se como descritiva e explicativa, pois busca não apenas apresentar os dados, mas também interpretar os fatores econômicos e estruturais que influenciam o setor cacaueiro (GIL, 2008).

Segundo Lakatos e Marconi (2017), a pesquisa bibliográfica foi desenvolvida a partir da análise de livros, artigos científicos e publicações especializadas, contribuindo para a fundamentação teórica do estudo. Já a pesquisa documental utilizou dados secundários provenientes de instituições reconhecidas nacional e internacionalmente, como o IBGE, a FAOSTAT, o OEC, o ICCO, e o COCOAINTEL cuja confiabilidade é amplamente reconhecida na literatura econômica e agrícola (IBGE, 2026; FAOSTAT, 2026; OEC, 2026; ICCO, 2026; COCOAINTEL, 2026).

A coleta de dados concentrou-se no período de 2020 a 2024, abrangendo informações sobre produção nacional e mundial, exportações, importações e moagem de cacau. Os dados foram organizados em tabelas e submetidos à análise estatística descritiva, incluindo o cálculo de médias, participações percentuais e participações acumuladas, permitindo identificar padrões de concentração produtiva, distribuição geográfica e evolução temporal do setor (SIEGEL; CASTELLAN, 2006).

Por fim, adotou-se uma abordagem analítico-interpretativa, na qual os dados quantitativos foram articulados com o referencial teórico, possibilitando uma compreensão mais ampla das transformações recentes na cadeia produtiva do cacau. Esse procedimento segue a perspectiva de análise integrada proposta por Gil (2017), permitindo não apenas descrever o comportamento do

setor, mas também identificar tendências, desafios e oportunidades para o desenvolvimento da cacauicultura no Brasil e no mundo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresentaremos neste capítulo as exportações e importações brasileiras de cacau entre 2020 e 2024 e o comportamento dos preços do cacau no mercado internacional.

De acordo com os valores médios entre 2020 e 2024 das Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro (AGROSTAT) o Brasil apresentou uma forte concentração geográfica das exportações brasileiras de cacau (em valor e volume), revelando padrões relevantes tanto do ponto de vista comercial quanto estrutural da inserção do Brasil no mercado internacional. O Japão foi o maior comprador de cacau do Brasil com 54,25% do valor exportado e 63,10% do volume (kg). Esse resultado indica não apenas elevada dependência de um único mercado, mas também sugere que o cacau exportado ao Japão possui características específicas que garantem maior absorção em volume. A discrepância entre participação em valor e volume também pode indicar preços médios relativamente mais baixos por kg em comparação a outros mercados (AIPC, 2026).

Na sequência, aparecem como principais compradores do cacau brasileiro: os Países Baixos, França, Suíça e Bélgica, que juntos consolidam a importância do mercado europeu. Os Países Baixos respondem por 18,05% do valor e 14,50% do volume, atuando tradicionalmente como um hub de redistribuição de cacau na Europa. Já França, Suíça e Bélgica apresentam participações relevantes, associadas à forte indústria chocolateira desses países, caracterizada por maior valor agregado. A soma desses mercados europeus, juntamente com o Japão, ultrapassa 97% das exportações totais, evidenciando elevada concentração em poucos destinos (AGROSTAT, 2026).

Por outro lado, mercados como Estados Unidos, Alemanha, Argentina e Coreia do Sul possuem participação marginal, todos abaixo de 1% individualmente. Isso sugere baixo grau de diversificação comercial, o que pode representar um risco em termos de vulnerabilidade a choques de demanda ou barreiras comerciais impostas por mercados dominantes (AGROSTAT, 2026).

Quanto às importações médias brasileiras de cacau entre 2020 e 2024 elas são concentradas tanto em termos de valor (USD) quanto de volume (kg), evidenciando forte dependência de países como a Costa do Marfim, responsável por 64,00% do valor importado e 60,74% do volume total; e, Gana, com 35,98% do valor e 39,25% do volume importado. Juntos, esses dois países africanos concentram praticamente a totalidade das importações brasileiras, ou seja, 99,99% tanto em valor quanto em quantidade, evidenciando uma estrutura altamente concentrada e dependente da África Ocidental (AGROSTAT, 2026).

4.1 O comportamento dos preços internacionais do cacau

O Gráfico 1 foi elaborado com dados da ICCO (2026) e apresenta a evolução dos preços internacionais do cacau entre 2020 e 2026, revelando um comportamento marcado por três fases distintas: estabilidade inicial, forte valorização e posterior correção com queda nos preços do mercado.

Na primeira fase (2020–2022), observa-se no Gráfico 1 relativa estabilidade dos preços, situados em torno de USD 2.000 a USD 3.000 por tonelada. Esse período reflete um cenário de equilíbrio entre oferta e demanda no mercado internacional, padrão que historicamente caracterizou o setor cacaueiro. A partir de 2023, inicia-se uma segunda fase marcada por tendência de alta nos preços do cacau, claramente representada pela inclinação ascendente da curva no Gráfico 1. Esse mo-

vimento culmina em um pico histórico entre 2024 e início de 2025, quando os preços ultrapassam USD 10.000 por tonelada. Tal valorização extrema está associada a choques de oferta nas principais regiões produtoras da África Ocidental, especialmente Costa do Marfim e Gana, decorrentes de fatores como condições climáticas adversas, doenças nas lavouras e envelhecimento dos cacaueiros. Além disso, a redução dos estoques globais e déficits sucessivos de produção contribuíram para pressionar os preços, configurando uma crise no mercado mundial de cacau (ICCO, 2026).

Na terceira fase (2025–2026), o Gráfico 1 demonstra uma inflexão na tendência, com queda significativa dos preços após o pico histórico. As cotações recuam para níveis próximos de USD 3.000 a USD 5.000 por tonelada, indicando uma redução superior a 50% em relação ao ápice anterior. Esse movimento de queda está relacionado à recuperação gradual da oferta global, favorecida por melhores condições climáticas e expansão produtiva em alguns países, além da retração da demanda, uma vez que os altos preços anteriores reduziram o consumo industrial de cacau (ICCO, 2026).

Apesar dessa queda, o Gráfico 1 também sugere que os preços permanecem acima da média histórica observada no início da série, o que indica que o mercado ainda opera sob condições de relativa restrição estrutural. Conforme apontam análises recentes, a correção atual não representa um retorno completo à normalidade, mas sim um processo de ajuste após níveis excepcionalmente elevados, mantendo-se ainda um prêmio de risco associado à instabilidade da oferta global (ICCO, 2026).

Gráfico 1 – Preço do cacau em grãos entre 2020 e 2026



Fonte: ICCO (2026).

Os preços do cacau são influenciados: pelas condições climáticas (secas, chuvas), que afetam a produção na África Ocidental; pela especulação financeira no mercado de *commodities*; pela oferta global de cacau; quantidade de estoques e pela demanda mundial por chocolate e derivados, especialmente em países industrializados. Assim como fatores estruturais como: doenças nas lavouras, envelhecimento dos cacaueiros e custos de produção, influenciam a oferta no médio e longo prazo. Por fim, aspectos econômicos e políticos, incluindo variações cambiais e instabilidade em países produtores afetam o comportamento dos preços, evidenciando que o mercado de cacau re-

sulta da interação entre oferta, demanda e fatores externos, o que explica sua elevada volatilidade (CHAI PREDICT, 2026).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da cadeia produtiva do cacau evidenciou a relevância dessa cultura no contexto econômico global, especialmente por seu papel na geração de renda e na dinâmica do comércio internacional. Observou-se que a produção mundial permanece concentrada em poucos países, sobretudo na África Ocidental, o que torna o mercado sensível a choques de oferta, como variações climáticas e problemas fitossanitários. Esse cenário contribui diretamente para a volatilidade dos preços, como verificado no período recente, marcado por uma elevação expressiva seguida de forte correção, indicando um processo de ajuste após um ciclo de escassez e valorização extrema.

No caso brasileiro, constatou-se que, apesar da perda de protagonismo ao longo das últimas décadas, o país ainda apresenta relevância no setor, com destaque para a produção nos estados da Bahia e do Pará. Além disso, observa-se uma mudança estrutural na cadeia, caracterizada pela ampliação do processamento interno e pelo crescimento do consumo de derivados, como o chocolate. No entanto, desafios persistem, como a necessidade de aumento da produtividade, redução dos custos de produção e fortalecimento da competitividade no mercado internacional, especialmente diante da condição atual de importador líquido de amêndoas de cacau.

Adicionalmente, verificou-se que o comportamento recente dos preços do cacau reflete a interação entre fatores estruturais e conjunturais, incluindo oferta global, demanda da indústria e condições climáticas. Apesar da queda após o pico histórico, os preços ainda se mantêm em patamar superior à média de longo prazo, sugerindo a existência de restrições estruturais no lado da oferta. Esse contexto reforça a importância de estratégias voltadas à sustentabilidade da produção, inovação tecnológica e maior integração da cadeia produtiva.

Por fim, conclui-se que a cacauicultura apresenta potencial de crescimento no Brasil, desde que sejam superados os entraves estruturais e adotadas políticas públicas e iniciativas privadas que promovam a modernização do setor. A valorização de sistemas produtivos sustentáveis, como os agroflorestais, aliada ao investimento em qualidade e agregação de valor, pode representar um diferencial competitivo no mercado global. Dessa forma, o estudo contribui para a compreensão das dinâmicas do setor cacaueiro e oferece subsídios para o desenvolvimento de estratégias que fortaleçam sua importância econômica e social no país.

REFERÊNCIAS

AGROSTAT – ESTATÍSTICAS DE COMÉRCIO EXTERIOR DO AGRONEGÓCIO BRASILEIRO. **AGROSTAT**. 2025.

AIPC – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS INDÚSTRIAS PROCESSADORAS DE CACAU. **AIPC**.

CEPLAC – COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA. **Sistemas de produção de cacau no Brasil**. Ilhéus: CEPLAC, 2016.

CHAI PREDICT. **Cocoa prices in 2025**: structural rebalancing. 2026.

FAOSTAT – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Culturas e produtos pecuários**.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GONÇALVES E SILVA, A.; TRIACA, L. M. A competitividade do cacau no Brasil, entre 2005 e 2022. **Reflexões Econômicas**, v. 9, e4841, p. 1-19, 2025.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal (PAM)**.

ICCO – INTERNATIONAL COCOA ORGANIZATION. **Estatísticas**. 2026.

MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. **História do cacau e chocolate**. Brasília: MAPA, 2017.

MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. Secretaria de Inovação, Desenvolvimento Rural e Irrigação. Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira. **Plano Inova Cacau 2030**: estratégias para fomentar o desenvolvimento sustentável das regiões produtoras de cacau no Brasil. Brasília, DF: MAPA/SDI/CEPLAC, 2023.

OEC – OBSERVATÓRIO DA COMPLEXIDADE ECONÔMICA. **Exportadores e importadores**.

SIEGEL, Sidney; CASTELLAN JR., N. John. **Estatística não paramétrica para as ciências do comportamento**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

TRIDGE. **Global cocoa market and processing trends**. Seoul, 2024.

Os conceitos e as opiniões expressos neste artigo são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

INTERFACE TECNOLÓGICA

TECNOLOGIA EM AGRONEGÓCIO
Interface Tecnológica · v. 23, n. 1, 2026 · p. 228–236
ISSN on-line 2447-0864 · ISSN impresso 1807-3980
https://doi.org/10.31510/infa.v23i1.2425

COMO TORNAR A PRODUÇÃO AGRÍCOLA MAIS SUSTENTÁVEL E EFICIENTE

How to make agricultural production more sustainable and efficient

Vitória de Fátima Nogueira Cardoso[1], **Alessandra Carla Furlanetti**[2]

AUTORIA

[1] **Vitória de Fátima Nogueira Cardoso**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
cardosovitoria2001@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0006-3410-9743

[2] **Alessandra Carla Furlanetti**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
furlanetti.af@gmail.com
ORCID: 0000-0003-2375-6831

HISTÓRICO

Recebido	20/04/2026
Aceito	04/06/2026
Publicado	30/06/2026

COMO CITAR

CARDOSO, V. F. N.; FURLANETTI, A. C. Como tornar a produção agrícola mais sustentável e eficiente. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 23, n. 1, p. 228-236, 2026. DOI: 10.31510/infa.v23i1.2425.

LICENÇA

Artigo de acesso aberto distribuído sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

cc BY 4.0

RESUMO

A agricultura convencional, embora aumente a produtividade, gera impactos ambientais significativos, como degradação do solo, contaminação da água e perda de biodiversidade. A agricultura sustentável surge como alternativa, integrando práticas como rotação de culturas, adubação orgânica, plantio direto, consórcios agrícolas e manejo integrado de pragas, visando conciliar produtividade e preservação ambiental. O reaproveitamento de resíduos agroindustriais e a economia circular reduzem desperdícios e custos, enquanto tecnologias como agricultura de precisão, drones e inteligência artificial otimizam o uso de recursos. A capacitação dos produtores e o suporte institucional são essenciais para implementar essas práticas. A integração entre sustentabilidade, inovação tecnológica e formação técnica fortalece a eficiência produtiva, a conservação ambiental e a segurança alimentar, promovendo um modelo agrícola viável, resiliente e ambientalmente responsável.

Palavras-chave: Agricultura sustentável. Tecnologias agrícolas. Manejo de resíduos.

ABSTRACT

Conventional agriculture, while increasing productivity, generates significant environmental impacts, such as soil degradation, water contamination, and biodiversity loss. Sustainable agriculture emerges as an alternative, integrating practices such as crop rotation, organic fertilization, no-till farming, intercropping, and integrated pest management, aiming to reconcile productivity and environmental preservation. The reuse of agro-industrial waste and the circular economy reduce waste and costs, while technologies such as precision agriculture, drones, and artificial intelligence optimize resource use. Producer training and institutional support are essential to implement these practices. The integration of sustainability, technological innovation, and technical training strengthens productive efficiency, environmental conservation, and food security, promoting a viable, resilient, and environmentally responsible agricultural model.

Keywords: Sustainable agriculture. Agricultural technologies. Waste management.

1 INTRODUÇÃO

A produção agrícola é fundamental para garantir a segurança alimentar e o desenvolvimento econômico em nível global. Nos últimos anos, o setor agrícola tem avançado significativamente em produtividade, possibilitando maior oferta de alimentos para uma população em constante crescimento. Contudo, o modelo tradicional de produção tem gerado impactos ambientais consi-

deráveis, como degradação do solo, uso excessivo de insumos químicos, desperdício de recursos naturais e contaminação de corpos d'água (BOTELHO et al., 2020).

Esses desafios evidenciam a necessidade de repensar os métodos produtivos, buscando alternativas que conciliem eficiência, produtividade e responsabilidade ambiental. Nesse cenário, a agricultura sustentável surge como uma solução capaz de promover a produção de alimentos de maneira eficiente e ambientalmente responsável. A integração de conceitos como economia circular e o reaproveitamento de resíduos agroindustriais permite transformar subprodutos em insumos úteis, reduzindo desperdícios e aumentando a eficiência da produção (BORGES; MARTINS; BASSO, 2024). Além disso, práticas como plantio direto, rotação de culturas, adubação verde e cobertura vegetal contribuem para a conservação do solo e da biodiversidade, prevenindo a erosão e aumentando a resiliência do sistema agrícola frente a mudanças climáticas e ambientais (KARPINSKI et al., 2024).

A adoção de tecnologias modernas, como agricultura de precisão, sensores de monitoramento, drones e softwares de gestão agrícola, aliada à capacitação dos produtores, permite otimizar o uso de água, fertilizantes e defensivos, aumentando a produtividade sem intensificar os impactos ambientais (SILVA et al., 2020).

Diante disso, o estudo da agricultura sustentável é relevante, pois fornece subsídios para implementar práticas que conciliem produtividade e preservação ambiental, fortalecendo a economia agrícola, mitigando impactos ambientais e garantindo a segurança alimentar das gerações futuras.

O presente trabalho teve como objetivo analisar e discutir estratégias para tornar a produção agrícola mais sustentável e eficiente, considerando métodos de manejo do solo, aproveitamento de resíduos agroindustriais, tecnologias aplicadas à agricultura de precisão e capacitação dos produtores, visando à implementação de um modelo economicamente viável, socialmente responsável e ambientalmente sustentável.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Agricultura sustentável e impactos ambientais da agricultura convencional

Agricultura desempenha papel essencial na produção de alimentos, porém os modelos produtivos adotados ao longo das últimas décadas têm gerado importantes impactos ambientais. A agricultura convencional, caracterizada pelo uso intensivo de insumos químicos, mecanização e monoculturas, tem contribuído significativamente para a degradação ambiental. Entre os principais impactos da agricultura convencional destacam-se a degradação do solo, contaminação de recursos hídricos e perda da biodiversidade. Segundo estudos recentes, o manejo inadequado do solo e o uso excessivo de fertilizantes e pesticidas resultam em alterações químicas, físicas e biológicas do solo, comprometendo sua fertilidade e sustentabilidade a longo prazo (GRICIO; SCOTON, 2023). Além disso, a intensificação agrícola está associada ao aumento das emissões de gases de efeito estufa e às mudanças climáticas, agravando problemas ambientais globais (MAGALHÃES et al., 2021).

Outro impacto relevante é o desmatamento e a degradação dos ecossistemas naturais para expansão agrícola. Esse processo contribui para a perda de biodiversidade e altera os ciclos naturais, afetando diretamente o equilíbrio ambiental. Conforme apontado por Oliveira, Schlindwein e

Vasconcelos (2025), o modelo agrícola convencional ainda apresenta desafios significativos quanto à sustentabilidade e à necessidade de políticas públicas que reduzam seus impactos ambientais.

Diante desse cenário, a agricultura sustentável surge como alternativa viável para conciliar produção agrícola e conservação ambiental. Esse modelo baseia-se em práticas como rotação de culturas, uso eficiente dos recursos naturais, redução de insumos químicos e valorização da biodiversidade. De acordo com Silva e Baldicera (2024), agricultura sustentável promove a preservação ambiental ao adotar técnicas que minimizam os impactos negativos e incentivam o uso racional dos recursos naturais.

A sustentabilidade na agricultura também está relacionada aos aspectos sociais e econômicos. Sistemas sustentáveis favorecem agricultura familiar, promovem a geração de renda e incentivam políticas públicas voltadas ao desenvolvimento rural. Estudos indicam que práticas sustentáveis contribuem para o reaproveitamento de resíduos, melhoria da fertilidade do solo e fortalecimento de sistemas alimentares locais (SILVA et al., 2021).

Outro ponto importante é que os agroecossistemas sustentáveis apresentam maior resiliência ambiental, pesquisas mostram que esses sistemas são capazes de manter o equilíbrio ecológico e reduzir impactos ambientais, promovendo uma produção mais estável e menos dependente de insumos externos (SANTOS et al., 2023).

2.2 Princípios e práticas da agricultura sustentável

A agricultura sustentável tem se consolidado como um modelo essencial para a produção de alimentos de forma equilibrada, considerando aspectos ambientais, sociais e econômicos. Seus princípios estão fundamentados na conservação dos recursos naturais, na redução dos impactos ambientais e na promoção de sistemas produtivos resilientes. Entre os principais princípios da agricultura sustentável, destacam-se o uso racional dos recursos naturais, especialmente solo e água. Esse modelo busca manter a fertilidade do solo por meio de práticas como adubação orgânica e rotação de culturas, evitando sua degradação ao longo do tempo. Além disso, a sustentabilidade agrícola envolve a preservação da biodiversidade e o equilíbrio dos ecossistemas produtivos, fatores fundamentais para garantir a produtividade a longo prazo (SILVA; BALDICERA, 2024).

Um princípio importante é a diversificação dos sistemas agrícolas, estudos apontam que a diversificação de culturas contribui para o aumento da biodiversidade, melhoria da qualidade do solo e maior estabilidade produtiva. Essa prática reduz a dependência de insumos externos e aumenta a resiliência dos sistemas frente às mudanças climáticas (RAVELOARITIANA; WANGER, 2024).

A integração entre conhecimentos tradicionais e científicos também é um pilar da agricultura sustentável. A agroecologia configura-se como uma alternativa ao modelo agrícola convencional, promover práticas produtivas que consideram o equilíbrio dos ecossistemas e a sustentabilidade. Esse enfoque incentiva a diversificação dos sistemas agrícolas e o manejo sustentável dos recursos naturais, contribuindo para a preservação ambiental e para o desenvolvimento social (DEBASTIANI; CALGARO; PILAU SOBRINHO, 2022).

No que se refere às práticas da agricultura sustentável inclui técnicas como rotação de culturas, consórcios agrícolas, agroflorestas e manejo integrado de pragas, estas visam reduzir o uso de agrotóxicos e promover o controle biológico, minimizando impactos ambientais. De acordo com Alves et al. (2022), práticas agrícolas resilientes aumentam a eficiência produtiva e favorecem a conservação dos recursos naturais, especialmente em regiões vulneráveis, como o Semiárido bra-

sileiro, caracterizado pela escassez hídrica, e áreas da África Subsaariana, onde fatores climáticos e socioeconômicos limitam a produção agrícola.

O uso de tecnologias tem contribuído para a sustentabilidade no campo, ferramentas como agricultura de precisão, inteligência artificial e monitoramento digital permitem otimizar o uso de insumos e reduzir desperdícios. Conforme Pandolfi et al. (2025), a aplicação de tecnologias avançadas possibilita maior eficiência produtiva aliada à redução de fatores ambientais.

Outro aspecto relevante é o papel das políticas públicas e da agricultura familiar na promoção da sustentabilidade. Sistemas produtivos sustentáveis favorecem o desenvolvimento local, a geração de renda e a segurança alimentar. Estudos indicam que práticas sustentáveis contribuem para o reaproveitamento de resíduos e melhoria da fertilidade do solo, além de fortalecer sistemas alimentares mais justos e equilibrados (SILVA et al., 2021).

2.3 Uso de tecnologia e capacitação na agricultura sustentável

A agricultura sustentável tem evoluído significativamente nas últimas décadas, impulsionada pelo avanço tecnológico e pela necessidade de capacitação dos produtores rurais. Nesse contexto, o uso de tecnologias modernas aliado à formação técnica dos agricultores torna-se fundamental para garantir eficiência produtiva e redução dos impactos ambientais. O avanço da tecnologia na agricultura, especialmente com o surgimento da agricultura digital e de precisão, tem permitido maior controle sobre os processos produtivos. Ferramentas como sensores, inteligência artificial e sistemas de monitoramento possibilitam a otimização do uso de recursos naturais, como água e fertilizantes. De acordo com Agapito (2024), agricultura inteligente contribui para aumentar a produtividade e promover a sustentabilidade ao melhorar a gestão dos recursos e reduzir desperdícios.

Além disso, a Tecnologia da Informação (TI) desempenha papel essencial na modernização do setor agrícola. Sistemas digitais permitem o monitoramento em tempo real das lavouras, facilitando a tomada de decisão e aumentando a eficiência produtiva. Segundo Silva e Santos (2024), a incorporação da TI na agricultura contribui diretamente para enfrentar desafios como mudanças climáticas e escassez de recursos naturais.

Outro aspecto relevante é a chamada Agricultura 4.0 ou 5.0, que integra tecnologias avançadas como inteligência artificial, Internet das Coisas (IoT) e automação. Esses recursos permitem uma produção mais eficiente e sustentável, reduzindo custos e impactos ambientais. Conforme Silveira Junior (2024), essas tecnologias promovem maior eficiência produtiva e sustentabilidade no campo, representando uma transformação significativa no modelo agrícola.

No entanto, adoção dessas tecnologias depende diretamente da capacitação dos agricultores. A falta de conhecimento técnico ainda é um dos principais obstáculos para a implementação de práticas sustentáveis. Estudos indicam que a capacitação técnica e o acesso à informação são fundamentais para que produtores, especialmente os de pequena escala, consigam utilizar tecnologias de forma eficiente (BARBOSA et al., 2025).

Além disso, políticas públicas, programas de extensão rural e acesso ao crédito são fatores essenciais para promover a inclusão tecnológica no campo. A capacitação, quando aliada ao suporte institucional, contribui para o fortalecimento da agricultura familiar e para o desenvolvimento sustentável. Segundo Kieling (2024), o uso de tecnologias associado ao apoio governamental pode aumentar a produtividade, promover a sustentabilidade e reduzir desigualdades no meio rural.

Outro ponto importante é a adoção de tecnologias sustentáveis em cooperativas e comunidades rurais. Pesquisas mostram que agricultores que recebem capacitação tendem a adotar práticas mais eficientes, como o uso racional de insumos e técnicas de conservação do solo. Essas práticas resultam em maior sustentabilidade ambiental e econômica (TOZATO et al., 2025).

2.4 Manejo de resíduos agroindustriais e economia circular

A gestão de resíduos agroindustriais constitui uma estratégia relevante para a valorização de subprodutos, possibilitando sua transformação em insumos úteis e contribuindo para a redução de impactos ambientais. Nesse contexto, a adoção dos princípios da economia circular na agricultura favorece a reutilização de resíduos orgânicos, como cascas, palhadas e subprodutos do processamento, os quais podem ser empregados na produção de biofertilizantes e na melhoria da matéria orgânica do solo. A incorporação desses resíduos promove avanços na fertilidade e estrutura do solo, além de estimular a atividade microbiana e reduzir a dependência de fertilizantes sintéticos, contribuindo para sistemas agrícolas mais sustentáveis e economicamente viáveis (PEREIRA et al., 2024; MARQUES et al., 2021).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa de natureza qualitativa, com abordagem exploratória e descritiva, baseada em revisão bibliográfica. Esse tipo de metodologia é amplamente utilizado em estudos sobre sustentabilidade, pois permite a análise e interpretação de diferentes contribuições científicas sobre o tema (SILVA et al., 2021).

A abordagem qualitativa é especialmente adequada para o estudo de fenômenos complexos, pois possibilita uma compreensão aprofundada e contextualizada da realidade, considerando a subjetividade e a interação entre diferentes variáveis presentes no ambiente investigado (JUNG; RAMOS, 2024).

Da mesma forma, conforme González (2020), esse tipo de abordagem é fundamental em estudos que envolvem questões sociais e ambientais, uma vez que permite compreender as múltiplas perspectivas e significados atribuídos pelos participantes em seus contextos naturais de vivência.

Segundo Prodanov e Freitas (2020), a pesquisa exploratória permite o aprimoramento de ideias e a construção de hipóteses, sendo essencial nas etapas iniciais de um estudo científico.

A pesquisa descritiva tem como objetivo descrever características de determinada população, fenômeno ou realidade. Esse tipo de pesquisa busca identificar, registrar e analisar fatos sem interferir neles, permitindo uma compreensão detalhada do objeto de estudo. Conforme Gil (2021), a pesquisa descritiva é amplamente utilizada para analisar relações entre variáveis e apresentar características de determinados contextos.

A combinação dessas abordagens qualitativa, exploratória e descritiva é bastante comum em pesquisas acadêmicas, especialmente em estudos baseados em revisão de literatura. Essa integração permite não apenas compreender o fenômeno estudado, mas também descrevê-lo de forma sistemática e fundamentada. Segundo estudos recentes, essa abordagem metodológica é eficiente para analisar temas complexos, como sustentabilidade e agricultura, pois possibilita uma visão ampla e interdisciplinar (SILVA et al., 2021).

A coleta de dados foi realizada por meio de levantamento de artigos científicos disponíveis no Google Acadêmico, priorizando publicações entre 2020 e 2025. Foram utilizados descritores

como “agricultura sustentável”, “impactos ambientais da agricultura convencional”, “tecnologia na agricultura” e “capacitação rural”. Os critérios de inclusão envolveram: artigos publicados em periódicos científicos; textos completos disponíveis online e estudos relacionados diretamente ao tema da pesquisa. Já os critérios de exclusão incluíram trabalhos duplicados, incompletos ou que não apresentavam relevância direta com o objeto de estudo (AGAPITO, 2024).

A análise dos dados foi realizada por meio da análise de conteúdo, permitindo a organização das informações em categorias temáticas, como: impactos ambientais da agricultura convencional, princípios da agricultura sustentável, uso de tecnologias e capacitação no meio rural. Esse método possibilita interpretar os dados de forma sistemática e compreender os principais aspectos abordados pela literatura científica (ALVES et al., 2022).

Além disso, a pesquisa adotou uma abordagem interdisciplinar, considerando aspectos ambientais, sociais e econômicos da agricultura sustentável. Essa perspectiva é essencial para compreender a complexidade do tema e suas múltiplas dimensões, conforme destacado por estudos recentes que abordam a sustentabilidade no setor agrícola (SANTOS et al., 2023).

Por fim, ressalta-se que a metodologia utilizada permite uma visão ampla e fundamentada sobre o tema, contribuindo para a compreensão dos desafios e das potencialidades da agricultura sustentável. A revisão bibliográfica, quando bem estruturada, constitui uma ferramenta importante para a produção de conhecimento científico e para o embasamento de futuras pesquisas (KIELING, 2024).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos estudos selecionados evidencia que agricultura convencional, embora tenha proporcionado aumento significativo na produtividade agrícola, apresenta impactos ambientais relevantes e persistentes. Conforme discutido na fundamentação teórica, problemas como degradação do solo, contaminação de recursos hídricos e perda da biodiversidade são recorrentes em sistemas produtivos intensivos (GRICIO; SCOTON, 2023; MAGALHÃES et al., 2021). Esses resultados reforçam que o modelo convencional, apesar de eficiente em termos produtivos, mostra-se insustentável a longo prazo, especialmente diante das crescentes demandas ambientais.

Nesse contexto, os estudos analisados convergem ao apontar agricultura sustentável como alternativa viável para mitigar esses impactos. Práticas como rotação de culturas, adubação orgânica e manejo integrado de pragas demonstram resultados positivos na conservação do solo e na redução da dependência de insumos químicos. Conforme destacados por Silva e Baldicera (2024), essas práticas contribuem diretamente para a manutenção da fertilidade do solo e para a preservação ambiental, corroborando os achados desta pesquisa.

Outro resultado relevante refere-se à diversificação dos sistemas agrícolas, apontada como estratégia fundamental para aumentar a resiliência dos agroecossistemas. Estudos como de Raveloaritiana e Wanger (2024) indicaram que sistemas diversificados apresentam maior estabilidade produtiva e melhor aproveitamento dos recursos naturais. No entanto, observa-se que a adoção dessas práticas ainda enfrenta limitações, principalmente relacionadas à falta de conhecimento técnico e ao predomínio de modelos produtivos convencionais.

A análise também evidencia o papel crescente das tecnologias no fortalecimento da agricultura sustentável. Ferramentas como agricultura de precisão, sensores e sistemas digitais têm contribuído para otimizar o uso de insumos e reduzir impactos ambientais. Conforme Agapito (2024),

essas tecnologias permitem maior eficiência na gestão dos recursos, o que é confirmado pelos estudos analisados. Entretanto, a pesquisa aponta que o acesso desigual a essas tecnologias, especialmente por pequenos produtores, ainda constitui um desafio bastante significativo.

5 CONCLUSÃO

O presente estudo teve como objetivo analisar estratégias para tornar a produção agrícola mais sustentável e eficiente, sendo alcançado por meio de uma revisão bibliográfica de caráter qualitativo, exploratório e descritivo.

Os resultados indicam que, embora a agricultura convencional seja produtiva, ela gera impactos ambientais significativos, como degradação do solo, contaminação da água e perda da biodiversidade. Em contrapartida, agricultura sustentável demonstrou uma alternativa viável, com práticas que contribuem para a conservação dos recursos naturais e melhoria da qualidade do solo.

Destacou-se também o papel das tecnologias, como uso da agricultura de precisão, que favorece o uso eficiente de insumos. No entanto, sua adoção ainda enfrenta limitações, principalmente devido à falta de acesso e capacitação dos produtores.

Conclui-se que a integração entre práticas sustentáveis, tecnologia e capacitação é essencial para promover um modelo agrícola mais eficiente e ambientalmente responsável.

Como limitação, o estudo baseou-se apenas em revisão bibliográfica. Assim, sugere-se que pesquisas futuras incluam estudos de campo e análises práticas da aplicação dessas técnicas que foram citadas anteriormente.

REFERÊNCIAS

AGAPITO, Luiz A. Agricultura inteligente: revisão literária sobre a tendência global e evolução no Centro-Oeste brasileiro. **Revista de Tecnologia & Gestão Sustentável**, 2024. Disponível em: https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/rtgs/article/view/5412. Acesso em: 18 mar. 2026.

ALVES, H. K. M. N. et al. Uma abordagem sobre práticas agrícolas resilientes para maximização sustentável dos sistemas de produção no Semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 15, n. 1, 2022. Disponível em: https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/250108. Acesso em: 1 mar. 2026.

BARBOSA, Vinicius Cristóvão da Silva et al. Desafios e oportunidades na adoção de tecnologias de automação na agricultura de pequena escala: um caminho para a sustentabilidade. **Academic Journal on Computing, Engineering and Applied Mathematics**, 2025. Disponível em: https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/AJCEAM/article/view/20564. Acesso em: 18 fev. 2026.

BORGES, Arthur Massaro; MARTINS, Caio Cesar dos Santos; BASSO, Micheli Cristiani Aiello. Gestão sustentável e reutilização de resíduos agroindustriais: uma abordagem sob a perspectiva da economia circular e da administração do agronegócio. **ARACÊ – Revista de Agricultura e Ciências do Ecossistema**, 2024. Disponível em: https://periodicos.newsciencepubl.com/arace/article/view/1978. Acesso em: 17 fev. 2026.

BOTELHO, Matheus Gabriel Lopes et al. Pesticides in agriculture: agents of environmental damage and the search for sustainable agriculture. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 8, e396985806, 2020. DOI: https://doi.org/10.33448/rsd-v9i8.5806. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/5806. Acesso em: 14 fev. 2026.

DEBASTIANI, J. S. M.; CALGARO, C.; PILAU SOBRINHO, L. L. Crise global e colonialidade: a agroecologia como espaço para proteção do meio ambiente, igualdade de gênero e sustentabilidade. **Revista Videre**, v. 14, n. 29, p. 177-191, 2022. Disponível em: https://ojs.ufgd.edu.br/videre/article/view/12804. Acesso em: 20 fev. 2026.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2021.

GONZÁLEZ, F. E. Reflexões sobre alguns conceitos da pesquisa qualitativa. **Revista Pesquisa Qualitativa**, v. 8, n. 17, p. 155-183, 2020. DOI: https://doi.org/10.33361/RPQ.2020.v.8.n.17.322.

GRICIO, Jonatas Glal; SCOTON, Edvaldo José. Agricultura sustentável: análise de experiências implementadas no Brasil e em outros países. **Environmental Science & Technology Innovation**, 2023. Disponível em: https://revistas.unisagrado.edu.br/index.php/esti/article/view/601. Acesso em: 3 mar. 2026.

JUNG, Hildegard Susana; RAMOS, Roberto Carlos. O estudo de caso em pesquisas de abordagem qualitativa: possibilidade para a compreensão de fenômenos complexos. **Revista Pedagógica**, v. 26, n. 1, e8278, 2024. Disponível em: https://pegasus.unochapeco.edu.br/revistas/index.php/pedagogica/article/view/8278. Acesso em: 19 mar. 2026.

KARPINSKI, Frank Willian; DELLAI, Daniel; BALDICERA, Alana; JUNG, Débora Carreta. A agricultura sustentável e seu papel na preservação do meio ambiente: a busca por manejos conservacionistas e eficientes para um meio mais sustentável. **Revista UNICREA**: Revista Técnico Científica da Universidade Corporativa do CREA-SC, Florianópolis, v. 2, n. 2, p. 3-16, 2024. Disponível em: https://revistaunicrea.crea-sc.org.br/index.php/revistaunicrea/article/view/76. Acesso em: 12 mar. 2026.

KIELING, Daniel. Fortalecendo a agricultura familiar para a segurança alimentar e o desenvolvimento sustentável: políticas, financiamento e tecnologia. **Revista VIDA**: Exatas e Ciências da Terra, v. 2, n. 1, 2024. Disponível em: https://periodicos.universidadebrasil.edu.br/index.php/viecit/article/view/176. Acesso em: 20 fev. 2026.

MAGALHÃES, G. de O. et al. Agricultura e sustentabilidade: mudanças climáticas e modificações no desenvolvimento agropecuário. **Divers@!**, v. 14, n. 1, p. 100-112, 2021. Disponível em: https://revistas.ufpr.br/diver/article/view/80514. Acesso em: 18 fev. 2026.

MARQUES, R. F. P. V. et al. Impactos da disposição de resíduos sólidos urbanos no solo em municípios de Minas Gerais – Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 3, p. 1382-1392, 2021. DOI: https://doi.org/10.26848/rbgf.v14.3.p1382-1392.

OLIVEIRA, Cléverson de Ávila; SCHLINDWEIN, Madalena Maria; VASCONCELOS, Priscila Elise Alves. O papel das políticas públicas no desenvolvimento sustentável do agronegócio brasileiro: impactos e desafios. **ARACÊ**, v. 7, n. 8, 2025. Disponível em: https://periodicos.newsciencepubl.com/arace/article/view/7396. Acesso em: 18 mar. 2026.

PANDOLFI, José Guilherme et al. Aplicação de deep learning na agricultura sustentável: otimização de práticas agrícolas no contexto brasileiro. **Revista Interface Tecnológica**, v. 21, n. 2, 2025. Disponível em: https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/2030. Acesso em: 18 fev. 2026.

PEREIRA, J. C. et al. Gestão de resíduos orgânicos no setor do agronegócio. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 16, n. 1, 2024. Disponível em: https://revistas.uepg.br/index.php/ret/article/view/22874. Acesso em: 19 mar. 2026.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2020.

RAVELOARITIANA, Estelle; WANGER, Thomas Cherico. **Agricultural diversification increases biodiversity and ecosystem services over time**. [S. l.]: arXiv, 2024. Disponível em: https://arxiv.org/abs/2403.05599. Acesso em: 9 mar. 2026.

SANTOS, A. F. et al. Agroecossistemas rurais sob o aspecto da sustentabilidade: uma análise no Sul do Amazonas. **Ciência e Natura**, v. 45, 2023. Disponível em: https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/70866. Acesso em: 9 mar. 2026.

SILVA, Gean Carlos Franco da; BALDICERA, Alana Karine. A importância da agricultura sustentável na preservação do meio ambiente. **Revista UNICREA**, 2024. Disponível em: https://revistaunicrea.crea-sc.org.br/index.php/revistaunicrea/article/view/79. Acesso em: 12 mar. 2026.

SILVA, Henrique da; SANTOS, Leandro de Lima. A contribuição da tecnologia da informação na agricultura para o desenvolvimento sustentável. **Ciência & Trópico**, v. 48, n. 2, 2024. Disponível em: https://periodicos.fundaj.gov.br/CIC/article/view/2313. Acesso em: 10 mar. 2026.

SILVA, Leonardo França da et al. Sustentabilidade, agricultura familiar e políticas públicas no Brasil: uma revisão de literatura. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, 2021. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/14220. Acesso em: 15 mar. 2026.

SILVA, Luis Leopoldo; BAPTISTA, Fátima; CRUZ, Vasco F.; SILVA, José R. Marques da. Aumentar as competências dos agricultores para a prática de uma agricultura sustentável. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 43, n. 2, p. 240-252, 2020. Disponível em: https://revistas.rcaap.pt/rca/article/view/19942. Acesso em: 12 mar. 2026.

SILVEIRA JUNIOR, Danilo Fernandes da. **Agricultura 5.0**: sustentabilidade e eficiência através de tecnologias avançadas. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso. Repositório Institucional do Conhecimento – RIC-CPS, 2024. Disponível em: https://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/32926. Acesso em: 11 mar. 2026.

TOZATO, Thiago Salles et al. Tecnologias sustentáveis na agricultura: adoção por agricultores em uma cooperativa do Noroeste Paulista. **Multitemas**, v. 30, n. 75, 2025. Disponível em: https://www.multitemas.ucdb.br/multitemas/article/view/4860. Acesso em: 18 mar. 2026.

Os conceitos e as opiniões expressos neste artigo são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

INTERFACE TECNOLÓGICA

TECNOLOGIA EM AGRONEGÓCIO
Interface Tecnológica · v. 23, n. 1, 2026 · p. 237–245
ISSN on-line 2447-0864 · ISSN impresso 1807-3980
https://doi.org/10.31510/infa.v23i1.2435

O MERCADO DE CARNE DE FRANGO NO BRASIL: desafios e perspectivas pós-pandemia da COVID-19

The chicken meat market in Brazil: challenges and perspectives post COVID-19 pandemic

Tais de Cássia Souza Silva[1], **Marcos Alberto Claudio Pandolfi**[2]

AUTORIA

[1] **Tais de Cássia Souza Silva**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
tais_taqu@hotmail.com

[2] **Marcos Alberto Claudio Pandolfi**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
marcos.pandolfi@fatectq.edu.br
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9407-7230

HISTÓRICO

Recebido	24/04/2026
Aceito	04/06/2026
Publicado	30/06/2026

COMO CITAR

SILVA, T. C. S.; PANDOLFI, M. A. C. O mercado de carne de frango no brasil: desafios e perspectivas pós-pandemia da COVID-19. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 23, n. 1, p. 237-245, 2026. DOI: 10.31510/infa.v23i1.2435.

LICENÇA

Artigo de acesso aberto distribuído sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

cc BY 4.0

RESUMO

O setor avícola brasileiro tem um importante papel tanto para a economia nacional como para a cadeia alimentar global. Dentro do agronegócio, esse setor é um dos mais dinâmicos devido à elevada produtividade, competitividade internacional e importância econômica. A pandemia da COVID-19 trouxe impactos a esse setor, como a logística, a falta de mão de obra, custo da produção, falta de insumos e manutenção da sanidade animal. O objetivo deste estudo foi analisar os impactos da pandemia no mercado da avicultura brasileira, pontuando os desafios e perspectivas desse cenário. A pesquisa caracteriza-se como de caráter qualitativo, fundamentada em revisão de literatura pautada em estudos recentes, relatórios institucionais e dados oficiais. Os resultados encontrados mostram que apesar dos problemas oriundos do período pandêmico, o setor apresentou resistência e se adaptou à realidade vivida, aumentando as exportações e se mantendo no mercado. No período pós-pandemia o maior desafio do setor tem sido manter a sanidade animal, sustentabilidade e custos, mas as estimativas de expansão são notáveis e motivadoras para quem trabalha com esse mercado.

Palavras-chave: Avicultura. COVID-19. Agronegócio. Economia. Sanidade.

ABSTRACT

The Brazilian poultry sector plays an important role both for the national economy and for the global food chain. Within agribusiness, this sector is one of the most dynamic due to high productivity, international competitiveness, and economic importance. The COVID-19 pandemic brought impacts to this sector, such as logistics issues, labor shortages, production costs, lack of inputs, and maintenance of animal health. The objective of this study was to analyze the impacts of the pandemic on the Brazilian poultry market, highlighting the challenges and prospects of this scenario. The research is characterized as qualitative in nature, based on a literature review guided by recent studies, institutional reports, and official data. The results show that despite the problems arising from the pandemic period, the sector demonstrated resilience and adapted to the reality experienced, increasing exports and maintaining its position in the market. In the post-pandemic period, the biggest challenge of the sector has been maintaining animal health, sustainability, and costs, but the growth estimates are remarkable and motivating for those who work in this market.

Keywords: Poultry farming. COVID-19. Agribusiness. Economy. Animal health.

1 INTRODUÇÃO

A avicultura apresenta-se como um dos setores mais relevantes do agronegócio brasileiro, e se destaca pela elevada produtividade, efetividade e concorrência com o mercado global. Nesse cenário o Brasil aparece na posição de maior exportador e produtor de carne de frango, contribuindo significativamente para a economia nacional (MAPA, 2025).

Com o advento da pandemia da SARS-CoV-2 (COVID-19) em 2020, diversos setores produtivos sofreram impactos diretos e indiretos. Na avicultura, houve alterações na cadeia produtiva, incluindo dificuldades logísticas, aumento no custo de insumos e desafios relacionados à saúde dos trabalhadores (ROCHA et al., 2020).

No período pós-pandemia, o mercado da avicultura, em específico da carne de frango, passou por um processo de reestruturação, o que mostrou sua vulnerabilidade, mas também evidenciou a sua capacidade positiva de adaptação. Embora tenha passado por dificuldades, tanto a produção quanto o consumo da carne de frango continuam crescendo, fator ocasionado pelo custo acessível e pela alta aceitação do mercado consumidor (ROCHA et al., 2020).

Dentro desse contexto surge a problemática: Quais são os principais desafios enfrentados pelo mercado da avicultura no período pós-pandemia e quais são as perspectivas de crescimento e desenvolvimento do setor?

Como forma de responder ao problema da pesquisa, o objetivo deste artigo foi analisar os impactos da pandemia no mercado da carne de frango no Brasil, evidenciando os desafios e perspectivas desse cenário. Os objetivos específicos configuram: compreender os impactos da pandemia na avicultura; analisar o comportamento do mercado pós-pandemia; pontuar as tendências e perspectivas futuras da avicultura.

A escolha do tema justifica-se porque dentro do setor do agronegócio, o mercado da carne de frango apresenta grande relevância no contexto econômico, social e sustentável. É importante destacar, que mesmo diante da capacidade de adaptação do mercado ao período de problemas ocasionados pela pandemia, em 2025 o setor passou por impasses, devido à sanidade animal.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A importância da avicultura no Brasil

A avicultura brasileira destaca-se como um dos pilares do agronegócio nacional, é dentre as proteínas, a mais consumida no Brasil. Dentro dessa dinâmica, como forma de mostrar a relevância do setor, o Conselho Mundial da Avicultura criou, em 10 de maio de 2012, o Dia Mundial do Frango (MAPA, 2025).

Dentro da avicultura brasileira, o ano de 2019 encerrou as exportações com valores abaixo do esperado e o mercado interno conseguiu sustentar o preço dos produtos, visto que elevou o valor da carne bovina, o que trouxe como consequência a necessidade da substituição dessa proteína por outra de maior aceitação e menor custo. Mesmo com valores abaixo do esperado, as exportações da carne de frango aumentaram 2% em 2019, segundo Secex (CEPEA-ESALQ/USP, 2019).

Frente à relevância da avicultura para o país, o Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) tem como desafio desenvolver um trabalho voltado para o apoio e incentivo da produção e exportação de produtos oriundos. O setor é considerado um dos pilares que mais contribuem para efetividade e economia no agronegócio. Além de promover parte da alimentação da população nacio-

nal, traz oportunidades, gera empregos e renda e por isso deve ser incentivado e receber os investimentos necessários.

O Brasil devido a sua eficiente produção e fiscalização na produção avícola, exporta carne de frango para mais de 172 países, e com isso ocupa o primeiro lugar em exportação e o terceiro em produção, segundo dados da Secretaria de Comércio e Relações Internacionais (SCRI) (MAPA, 2025).

De acordo com o MAPA (2025), em 2023 o Brasil exportou mais de 5 milhões de toneladas de carne de frango, o equivalente a US$ 9,61 bilhões. No ano de 2025, as exportações de carne de frango foram de 5,324 milhões de toneladas, o que trouxe um aumento de 0,6% em comparação ao ano de 2024, cujo valor foi de 5,294 milhões. Sobre a receita os valores ficaram entre US$ 9,79 bilhões em 2025 e US$ 9,928 bilhões em 2024.

A produção de carne de frango para 2026, segundo estimativa global definida pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) é de 15,7 milhões de toneladas superando 2025 que foi de 15,45 milhões (ALVES JÚNIOR, 2026).

Entre os meses de janeiro e julho de 2025 as exportações do setor envolvendo carne de frango e miudezas ultrapassaram US$ 5,47 bilhões, equivalente a 2,9 milhões de toneladas para exportação. Sobre o setor de exportação de ovos os valores atingiram mais de US$ 123,78 milhões segundo dados da SCRI (MAPA, 2025).

Outro aspecto relevante refere-se à diversificação dos mercados atendidos. O país exporta carne de frango para os seguintes países e parceiros comerciais: China, Arábia Saudita, Japão e Emirados Árabes Unidos, México e Filipinas. As miudezas são exportadas para China, Hong Kong, Gana e Arábia Saudita (MAPA, 2025).

O Brasil destina cerca de 33% de sua produção às exportações. Esse fator evidencia a importante cadeia produtiva além de um sistema sanitário rigoroso e eficiente, que promove a qualidade e segurança dos produtos. Nesse sentido, destaca-se o mercado halal, no qual o Brasil ocupa posição de liderança mundial, respeitando rigorosamente os preceitos religiosos e as normas sanitárias estabelecidas (MAPA, 2025).

Outro destaque para a avicultura brasileira está no fato de que o Brasil ocupa a posição de maior exportador de carne halal do mundo. Conforme o Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal da Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA) (2025) sobre o comércio de carne halal, onde o abate acontece segundo respeito aos preceitos religiosos, no Brasil há a observância do Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) e pela Portaria nº 365/2021.

Em relação ao mercado halal, o Brasil se destaca como importante exportador, atendendo mais de 30 países. Em 2023, as exportações desse segmento ultrapassaram 2,2 milhões de toneladas, gerando receita superior a US$ 3,9 bilhões.

De acordo com a SCRI (2025) a crescente preferência pela carne de frango halal do Brasil, mostra a qualidade dispensada ao setor, e a capacidade do país em atender mercados diversificados, o que reforça o compromisso brasileiro com a segurança alimentar mundial. A avicultura brasileira mostra a sua importância econômica e social, visto que a grande produção gera milhões de empregos, traz alimento de qualidade e alcança mercado em todo o mundo.

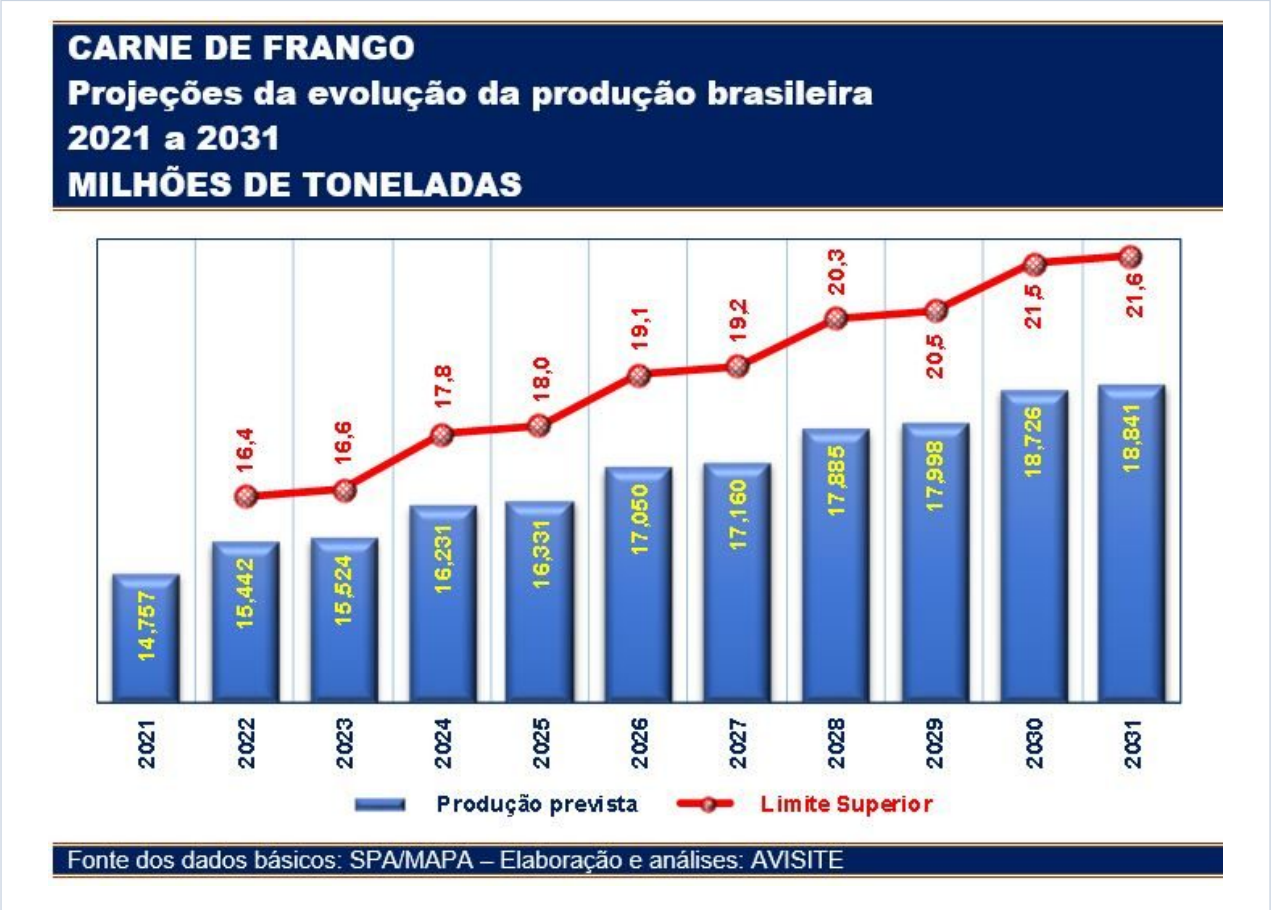
2.2 Impactos da pandemia no mercado da avicultura

Assim como todos os setores, a pandemia também atingiu o agronegócio e trouxe preocupação para o setor da avicultura. Nascimento et al. (2022) descrevem que a pandemia atingiu o país de forma mais intensa em março de 2020 e impactou todos os sistemas de criação. A produtividade da avicultura foi afetada, sendo mais evidente no consumo interno, nas exportações e custos de produção, em decorrência dos entraves com a logística, redução da demanda de mercados, problemas sanitários e de mão de obra, além de custos do insumo como milho e soja.

No período da pandemia os frigoríficos puderam observar também a vulnerabilidade no ambiente de trabalho e no processo produtivo. No entanto, no período pós-pandemia o setor apresentou recuperação e crescimento. A produção brasileira se manteve em expansão, e houve aumento da demanda interna e externa (ROCHA et al., 2020).

De acordo com a Figura 1, apesar de uma queda na produção de 2016 e 2018 e da desaceleração do ritmo de crescimento da produção, a oferta de frango pelo Brasil continuou aumentando.

Figura 1 – Ritmo de crescimento da produção brasileira de frango

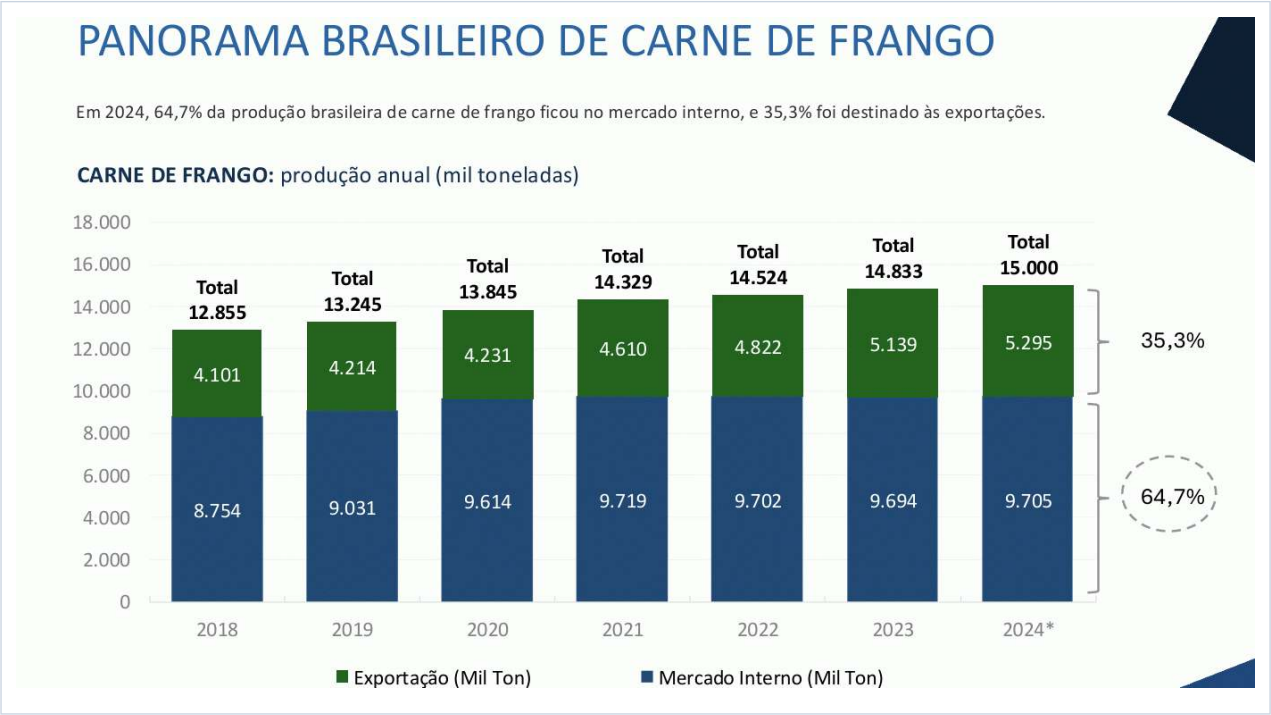


Fonte: SPA/MAPA (2021).

Analisando a Figura 1 é possível perceber que embora o crescimento da produção brasileira de frango tenha sofrido queda em anos específicos (2016 e 2018), a produção manteve-se crescente ao longo dos anos seguintes, o que mostra a importância do setor para a economia do país, em específico para o setor do agronegócio.

A Figura 2 detalha o panorama brasileiro da carne de frango até 2024 evidenciando o mercado interno e a exportação. De acordo com os valores apontados fica claro que a avicultura é de grande importância para abastecer o mercado interno.

Figura 2 – Mercado da carne de frango no Brasil (mercado interno e exportações)



Fonte: ABPA (2024).

Mesmo com a pandemia em destaque no mundo todo, em 2020, as exportações nacionais da avicultura atingiram 4,23 milhões de toneladas, equivalente a um aumento de 0,4% relacionado a 2019. Sobre a parte financeira, a receita da exportação em 2020 foi de US$ 6,994 bilhões e em 2019, US$ 6,123 bilhões, o que evidencia que em 2020 mesmo frente a pandemia, a receita apresentou crescimento de 12,5% (ABPA, 2021).

3 METODOLOGIA

O trabalho caracteriza-se como uma pesquisa de abordagem qualitativa, fundamentada a partir de uma revisão bibliográfica sobre o tema. Foram consultados materiais provenientes da base de dados *Google Scholar*, bem como relatórios da Embrapa, Ministério da Agricultura e Pecuária e outras fontes confiáveis. A análise dos dados foi realizada de forma interpretativa, buscando trazer o contexto, identificar padrões e tendências no setor. As palavras-chave utilizadas foram: avicultura brasileira; avicultura e a pandemia da COVID-19; impactos da pandemia na avicultura; a importância da avicultura para o agronegócio brasileiro.

Como critério de inclusão utilizou-se o idioma (língua portuguesa) e o ano de publicação (últimos 5 anos).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cadeia produtiva da carne de frango exerce papel relevante no desenvolvimento econômico e social do país. Esse crescimento contínuo está diretamente associado ao avanço das técnicas

de manejo, melhorias na alimentação dos animais, aprimoramento genético, implementação de práticas de biossegurança, modernização das estruturas produtivas e maior incorporação de tecnologias no sistema produtivo (EMBRAPA, 2008).

Conforme a Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) (2022), o setor avícola tem como ponto forte a geração de empregos, e envolve aproximadamente 1 milhão de colaboradores.

O número de empregos oriundo do abate e do processamento de carne de frango traz a ocupação de 150 mil postos de trabalho. Na produção primária, os postos formais de trabalho ocupado atingem mais de 90 mil.

Como forma de evidenciar os desafios vividos pela avicultura no pós-pandemia a Tabela 1 traz especificações dentro desse contexto.

Quadro 1 – Desafios da avicultura pós-pandemia

Desafios	Características	Autores
Problemas de ordem sanitária	Como a ocorrência da IAAP, fator que se não for devidamente solucionado pode impactar as exportações e desacreditar a imagem do setor mundialmente.	MAPA (2025)
Aumento dos custos de produção	Os custos com ração (milho e soja) aumentaram significativamente, impactando a margem de lucro dos produtores. Esse fator continua sendo um dos principais desafios econômicos.	(CNA) (2025)
Logística e exportações	A pandemia evidenciou fragilidades na logística global. Mesmo após esse período, o setor ainda enfrenta desafios relacionados ao transporte e às barreiras sanitárias internacionais.	FAO (2023)
Sustentabilidade e bem- estar animal	Há crescente pressão por práticas sustentáveis e respeito ao bem-estar animal, exigindo adaptações no sistema produtivo.	ABPA (2023)
Tecnologia e Inovação	A adoção de tecnologias, como inteligência artificial e monitoramento automatizado, vem crescendo, mas ainda enfrenta desafios como custo e adaptação.	EMBRAPA (2025)

Fonte: Elaborado pela autora com base nos documentos estudados (2026).

Além da geração de empregos e renda, da resiliência com relação à COVID-19, a avicultura brasileira enfrentou em 2025 um caso de Influenza Aviária de Alta Patogenicidade (IAAP) em plantéis. Este fato ocorreu em maio, em Montenegro no estado do Rio Grande do Sul. O MAPA trabalhou de forma eficiente, utilizando medidas eficientes de contenção norteadas por estratégias de controle sanitário e promoveu também a comunicação efetiva aos organismos internacionais, como forma de erradicar o problema (MAPA, 2025).

Depois de cumprir o vazio sanitário de 28 dias, a Organização Mundial de Saúde Animal (OMSA) foi notificada pelo Brasil, e em junho do mesmo ano, o país se autodeclarou novamente livre da doença. Diante desse fato muitos países voltaram a importar a carne de frango brasileira, fator importante para o crescimento do setor e contribuição para o Produto Interno Bruto (PIB) oriundo do agronegócio.

O Brasil utilizou-se da ciência, tecnologia e controle sanitário rigoroso para combater a IAAP. Além da responsabilidade em trazer um produto de qualidade, é importante contribuir com a segurança alimentar, e assim fortalecer a confiança da avicultura brasileira perante outros mercados (MAPA, 2025).

Diante do combate à gripe aviária o setor da avicultura mantém sua posição de referência mundial em segurança e sanidade alimentar. Diante da promoção da sanidade da produção animal, o Brasil estabelece o respeito à Agenda 30 em 10 quando cumpre o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 3, que preconiza a saúde e o bem-estar e o ODS 12, onde fica determinado a produção e o consumo responsáveis (ONU BRASIL, 2015).

Sobre as perspectivas para o mercado da avicultura no Brasil, Alves Júnior (2026) descreve que muitos são os pontos favoráveis como: crescimento contínuo da produção, aumentos da demanda global por proteína animal, aumento das exportações, avanços tecnológicos da produção e o fortalecimento da biosseguridade.

O mercado tende a crescer sempre e ganha notoriedade no mercado frente ao seu custo competitivo em relação a outras proteínas. A Tabela 2 traz algumas perspectivas para o mercado da carne de frango no Brasil de 2025 a 2026.

Quadro 2 – **Perspectivas do mercado da carne de frango**

Perspectivas	Características	
Produção e exportação	A produção de carne de frango tem a estimativa para 2026 de atingir cerca de 15,6 milhões de toneladas, com exportações crescendo para 5,5 milhões de toneladas. A China continua sendo o principal comprador, seguida por países da União Europeia e Emirados Árabes.	ABPA (2024)
Consumo Interno	O brasileiro consome cada vez mais frango, com projeção de consumo *per capita* atingindo 47 kg a 47,8 kg por habitante ao ano em 2026, devido à migração de consumo frente a carnes mais caras.	ABPA (2026)
Preço	Os preços internos estão firmes e em recuperação, com previsão de o quilo no atacado passar de R$ 5,00 em 2026.	Cepea-Esalq-USP (2025).
Ovos	A produção de ovos também apresenta forte alta, com expectativa de chegar a 65 bilhões de unidades em 2026 e consumo per capita de 306 unidades.	Cepea-Esalq-USP (2025).

Fonte: Elaborado pela autora com base nos documentos estudados (2026).

Com base na fundamentação teórica exposta na análise realizada, percebe-se que, apesar do crescimento expressivo e das vantagens do setor, as questões sanitárias ainda representam um grande desafio. Isso ocorre porque a produção intensiva acaba criando um ambiente favorável para o surgimento e a multiplicação de pragas, muitas vezes difíceis de controlar. Esse cenário é influenciado por fatores como condições ambientais adequadas, oferta constante de alimento, abrigo e a ausência de predadores naturais.

Em relação aos problemas sanitários, os prejuízos variam conforme o nível de infestação, podendo comprometer significativamente tanto o desempenho produtivo quanto os resultados econômicos da atividade (EMBRAPA, 2025).

O maior desafio está no sentido do controle sanitário, visto que as infestações ou contaminações acabam por trazer prejuízos especialmente no contexto das exportações. Sendo assim, é preciso que o setor da avicultura esteja sempre sob a fiscalização dos órgãos competentes da federação brasileira.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avicultura tem papel estratégico para a economia nacional, destacando-se no abastecimento do mercado interno e nas exportações mundiais de carne de frango. Mesmo diante dos impactos provocados pela pandemia da COVID-19, o setor demonstrou elevada capacidade de adaptação e recuperação, mantendo o crescimento da produção, das exportações e do consumo interno.

Os impactos da pandemia revelaram fragilidades importantes no setor, tais como: custos de produção elevados, logística internacional dificultada e sujeita a questões sanitárias imprevistas. Entretanto, o período pós-pandemia também evidenciou a eficiência da avicultura brasileira em

reorganizar sua cadeia produtiva, investir em biosseguridade e fortalecer os mecanismos de controle sanitário.

A rápida atuação diante dos casos de Influenza Aviária de Alta Patogenicidade reforçou a credibilidade do Brasil no mercado internacional e demonstrou a importância da fiscalização e da atuação dos órgãos competentes.

As perspectivas futuras para a avicultura brasileira são positivas devido ao aumento da demanda global por proteína animal, pela ampliação das exportações e pelo crescimento do consumo interno. O avanço tecnológico, a automação dos sistemas produtivos e o fortalecimento das práticas sustentáveis e de bem-estar animal também se apresentam como fatores essenciais para garantir maior competitividade ao setor nos próximos anos.

Portanto, para a avicultura brasileira assegurar a manutenção desse crescimento, torna-se indispensável o investimento contínuo em inovação, sanidade animal, sustentabilidade e infraestrutura logística.

REFERÊNCIAS

ABPA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Projeções de 2020 com números positivos**. 2021. Disponível em: https://abpa-br.org/projecoes-mostram-que-setores-devem-fechar-2020-com-numeros-positivos/. Acesso em: 12 fev. 2026.

ABPA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Panorama e perspectivas sobre a avicultura e suinocultura brasileiras**. 2024. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-setoriais/aves-e-suinos/2025/59a-ro-20-03-2025/mercaado-da-carne-de-aves-e-suinos.pdf. Acesso em: 12 fev. 2026.

ABPA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Brasil fecha ano com crescimento em produção, consumo e exportações de carne de frango, carne suína e ovos, aponta a ABPA**. São Paulo, 2025a. Disponível em: https://abpa-br.org/noticias/brasil-fecha-ano-com-crescimento-em-producao-consumo-e-exportacoes-de-carne-de-frango-carne-suina-e-ovos-aponta-a-abpa/. Acesso em: 8 jun. 2026.

ABPA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório anual**. 2025b. Disponível em: https://abpa-br.org/mercados/abpa-apresenta-novo-relatorio-anual-2025/. Acesso em: 12 fev. 2026.

ABPA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório anual 2026**. 2026. Disponível em: https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2026/04/relatorio_ABPA-2804_DIGITAL.pdf. Acesso em: 8 jun. 2026.

ALVES JÚNIOR, H. **Exportações da carne de frango no Brasil devem subir em quase 4% em 2026 aponta USDA**. 2026. Disponível em: https://www.canalrural.com.br/aves-e-suinos/exportacoes-de-frango-do-brasil-batem-recorde-historico-em-2025/. Acesso em: 10 mar. 2026.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 365, de 16 de julho de 2021. Aprova o Regulamento Técnico de Manejo Pré-abate e Abate Humanitário e os métodos de insensibilização autorizados. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 2021. Disponível em: https://anatellegis.datalegis.net/action/ActionDatalegis.php?acao=abrirTextoAto&cod_menu=10661&cod_modulo=502&link=S&numeroAto=00000365&orgao=SDA%2FMAPA&seqAto=000&tipo=POR&valorAno=2021. Acesso em: 20 mar. 2026.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria nº 676, de 18 de abril de 2024**. Aprova os procedimentos para solicitação, avaliação, concessão revogação da autorização excepcional para abate e processamento de produtos de origem animal de espécies de açougue de acordo com preceitos religiosos. Brasília, DF, 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Avicultura brasileira já exportou mais de US$ 5,4 bilhões em 2025**. Brasília, DF, 2025.

CEPEA-ESALQ/USP. **Agromensal, janeiro/2020 – frango**. São Paulo, 2020a. Disponível em: https://www.cepea.org.br/upload/revista/pdf/0683365001586351829.pdf. Acesso em: 15 fev. 2026.

CEPEA-ESALQ/USP. **Ovos Cepea**: produção bate novo recorde. São Paulo, 2020b. Disponível em: https://cepea.org.br/br/diarias-de-mercado/ovos-cepea-producao-bate-novo-recorde-em-maio.aspx. Acesso em: 15 fev. 2026.

CEPEA-ESALQ/USP. **Setor de ovos avança 2025 com exportações e produção recordes**. Piracicaba, 2025. Disponível em: https://www.cepea.org.br/br/opiniao-cepea/setor-de-ovos-avanca-2025-com-exportacoes-e-producao-recordes.aspx. Acesso em: 20 mar. 2026.

CNA – CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. **Análise dos custos de produção na avicultura e suinocultura no 1º trimestre de 2025**: desafios e recomendações. Brasília: CNA, 2025. Disponível em: https://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/agronegocio/407465-cna-divulga-analise-com-dados-do-agro-em-agosto.html. Acesso em: 8 jun. 2026.

EMBRAPA SUÍNOS E AVES. **Sistemas de produção de frangos de corte**. 2008. Disponível em: https://www.aviculturaindustrial.com.br/imprensa. Acesso em: 2 fev. 2026.

EMBRAPA SUÍNOS E AVES. **Influenza aviária**. 2025. Disponível em: https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/influenza-aviaria. Acesso em: 10 mar. 2026.

FAO. **The State of Food and Agriculture 2023**. Rome: FAO, 2023. Disponível em: https://www.fao.org/agrifood-economics/publications/detail/en/c/1661488/. Acesso em: 2 jan. 2026.

MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. **Mapa destaca vocação brasileira na exportação de carne de frango**. 2025. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/2024/mapa-destaca-vocacao-brasileira-na-exportacao-de-carne-de-frango. Acesso em: 10 mar. 2026.

NASCIMENTO, A. C. F.; MACHADO, B. L.; OLIVEIRA, J. R.; MENDONÇA, M. de O. **Impactos da pandemia da Covid-19 na avicultura do Brasil**. 2022. Disponível em: https://www.nutritime.com.br/wp-content/uploads/2022/05/Artigo-558.pdf. Acesso em: 15 fev. 2026.

ONU BRASIL. **Sobre o nosso trabalho para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil**. 2015. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/sdgs. Acesso em: 2 mar. 2026.

RAIS – RELAÇÃO ANUAL DE INFORMAÇÕES SOCIAIS. **Ano base 2022**. Disponível em: https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/estatisticas-trabalho/rais/rais-2022/apresentacao_rais-2022.pdf. Acesso em: 2 mar. 2026.

ROCHA, C. F. et al. **Impactos macroeconômicos e setoriais da COVID-19 no Brasil**. 2020. Disponível em: https://www.ie.ufrj.br/images/IE/TDS/2020/TD_IE_007_2020_2020_DWECK%20(org)_vf.pdf. Acesso em: 10 mar. 2026.

Os conceitos e as opiniões expressos neste artigo são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

TECNOLOGIA EM AGRONEGÓCIO
Interface Tecnológica · v. 23, n. 1, 2026 · p. 246–253
ISSN on-line 2447-0864 · ISSN impresso 1807-3980
https://doi.org/10.31510/infa.v23i1.2448

INTERFACE TECNOLÓGICA

AVALIAÇÃO DAS PERDAS E ESTRATÉGIAS DE OTIMIZAÇÃO NO PROCESSAMENTO DE GOIABA PARA PRODUÇÃO DE POLPA

Evaluation of losses and optimization strategies in guava processing for pulp production

Kamille Teixeira[1], **Rosemary Chiuchi Magrini**[2]

AUTORIA

[1] **Kamille Teixeira**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
kamille_teixeira@hotmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0007-0637-2859

[2] **Rosemary Chiuchi Magrini**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
rosemary.magrini@fatec.sp.gov.br
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2057-8833

HISTÓRICO

Recebido	**27/04/2026**
Aceito	**04/06/2026**
Publicado	**30/06/2026**

COMO CITAR

TEIXEIRA, K.; MAGRINI, R. C. Avaliação das perdas e estratégias de otimização no processamento de goiaba para produção de polpa. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 23, n. 1, p. 246-253, 2026. DOI: 10.31510/infa.v23i1.2448.

LICENÇA

Artigo de acesso aberto distribuído sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

cc BY 4.0

RESUMO

O processamento de goiaba para produção de polpa apresenta perdas significativas ao longo das etapas de seleção, despolpamento e refinamento, influenciando diretamente o rendimento industrial. Este estudo teve como objetivo analisar as perdas no processamento industrial da goiaba, com foco no rendimento de polpa, por meio de um estudo de caso em uma agroindústria de médio porte, situada no interior de São Paulo, onde se avaliou a distribuição das perdas em um lote de 1.000 kg de goiabas maduras, registrando-se perdas de 12% na seleção e classificação, 15% no despolpamento e 5% no refinamento, resultando em rendimento final de 68%, valor compatível com a literatura. A análise das etapas permitiu identificar pontos críticos relacionados ao descarte excessivo de frutos parcialmente aproveitáveis, à retenção de polpa no bagaço e ao acúmulo de material fibroso nas peneiras. Foram discutidas estratégias de otimização, incluindo padronização de critérios de seleção, ajustes operacionais nos equipamentos, manutenção preventiva e implementação de procedimentos operacionais padronizados. Os resultados indicam que intervenções direcionadas podem reduzir perdas e aumentar a eficiência global do processo.

Palavras-chave: Goiaba. Processamento de frutas. Rendimento industrial. Perdas pós-colheita. Polpa de frutas.

ABSTRACT

The processing of guava for pulp production presents significant losses throughout the stages of selection, pulping and refinement, directly influencing the industrial yield. This study aimed to analyze the losses in the industrial processing of guava, focusing on pulp yield, through a case study in a medium-sized agroindustry, located in the interior of São Paulo, where it evaluated the distribution of losses in a batch of 1,000 kg of ripe guavas, registering losses of 12% in selection and classification, 15% in pulping and 5% in refinement, resulting in a final yield of 68%, a value compatible with the literature. The analysis of the stages allowed the identification of critical points related to the excessive disposal of partially usable fruits, pulp retention in the bagasse and the accumulation of fibrous material in the sieves. Optimization strategies were discussed, including standardization of selection criteria, operational adjustments in equipment, preventive maintenance and implementation of standardized operating procedures. The results indicate that targeted interventions can reduce losses and increase the overall efficiency of the process.

Keywords: Guava. Fruit processing. Industrial yield. Post-harvest losses. Fruit pulp.

1 INTRODUÇÃO

Segundo Ferreira e Andrade (2020), a goiaba (*Psidium guajava* L.) configura-se como uma cultura de elevada relevância socioeconômica no contexto da fruticultura tropical brasileira, destacando-se tanto pelo volume de produção quanto pela sua versatilidade de uso na agroindústria de alimentos, especialmente na elaboração de polpas, sucos e produtos derivados.

Não obstante seu potencial produtivo e comercial, a cadeia agroindustrial da goiaba enfrenta desafios estruturais relacionados à elevada perecibilidade do fruto, característica que intensifica a suscetibilidade a perdas quantitativas e qualitativas ao longo das etapas de pós-colheita e processamento.

Sob a perspectiva da engenharia de processos agroindustriais, as perdas configuram-se como um dos principais entraves à eficiência produtiva, na medida em que comprometem o aproveitamento da matéria-prima, elevam os custos operacionais e ampliam os impactos ambientais associados à geração de resíduos orgânicos.

No processamento industrial de frutas, tais perdas são multifatoriais, resultando da interação entre variáveis intrínsecas ao fruto, como composição estrutural, teor de umidade e estágio de maturação, e variáveis extrínsecas, relacionadas às condições logísticas, tecnológicas e operacionais do sistema produtivo (SILVA; BARBOSA; MENDES, 2018).

Nesse contexto, o rendimento de polpa emerge como um indicador sintético de desempenho industrial, expressando a eficiência do processo de transformação ao relacionar a massa de produto obtida à massa de matéria-prima processada. Valores reduzidos desse indicador podem sinalizar ineficiências operacionais, inadequação tecnológica ou deficiências no controle da qualidade da matéria-prima, evidenciando a necessidade de intervenções técnicas e gerenciais no processo produtivo (SANTOS; LIMA, 2019).

Adicionalmente, a literatura especializada aponta que etapas críticas, como a seleção, o despolpamento e o refinamento, concentram parcela significativa das perdas, sobretudo em sistemas produtivos que operam com baixa padronização tecnológica ou com limitações na gestão de processos. Nesse sentido, a análise sistemática dessas etapas torna-se essencial para a identificação de gargalos produtivos e para a proposição de estratégias de otimização do desempenho industrial.

Diante desse panorama, formula-se a seguinte questão de pesquisa: quais fatores técnico-operacionais e qualitativos da matéria-prima influenciam as perdas no processamento industrial da goiaba e de que maneira esses fatores impactam o rendimento de polpa?

O objetivo geral deste estudo consiste em analisar, por meio de estudo de caso, as perdas no processamento industrial da goiaba, com ênfase no rendimento de polpa como indicador de eficiência produtiva.

A relevância desta investigação fundamenta-se na necessidade de aprimoramento da eficiência dos sistemas agroindustriais, sobretudo em um cenário marcado pela crescente demanda por sustentabilidade, racionalização de recursos e competitividade no setor de alimentos.

A adoção do método de estudo de caso justifica-se pela possibilidade de aprofundamento analítico em um contexto empírico específico, permitindo a compreensão detalhada das dinâmicas operacionais e a identificação de soluções aplicáveis à realidade industrial. Assim, o estudo contribui não apenas para o avanço do conhecimento científico na área de processamento de produtos agrícolas, mas também para o suporte à tomada de decisão em ambientes produtivos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Agroindústria da goiaba e sua relevância econômica

A agroindústria de frutas tropicais desempenha papel estratégico no desenvolvimento econômico, sobretudo em países com forte vocação agrícola, como o Brasil. Nesse contexto, a goiaba (*Psidium guajava* L.) destaca-se como uma matéria-prima de grande importância para o setor agroindustrial, em função de sua ampla aceitação no mercado consumidor e de sua versatilidade de uso na produção de polpas, sucos, doces e geleias (CHOUDHURY et al., 2001).

A industrialização da goiaba contribui significativamente para a agregação de valor à produção agrícola, reduzindo perdas pós-colheita e ampliando a vida útil do produto. Além disso, a agroindústria atua como elo fundamental entre a produção primária e o mercado consumidor, promovendo geração de emprego, renda e desenvolvimento regional (SANTOS et al., 2019).

2.2 Características da matéria-prima e implicações no processamento

As características físico-químicas da goiaba influenciam diretamente o desempenho do processamento industrial. A fruta apresenta elevado teor de umidade, além de significativa quantidade de sementes e fibras, fatores que impactam o rendimento de polpa (AZZOLINI; JACOMINO; BRON, 2004).

O estágio de maturação é outro aspecto determinante, uma vez que frutos muito verdes apresentam baixa extração de polpa, enquanto frutos excessivamente maduros podem comprometer a qualidade do produto, devido à degradação enzimática (GOMES FILHO et al., 2017). Dessa forma, o controle da qualidade da matéria-prima é essencial para garantir eficiência no processamento.

2.3 Processamento industrial da goiaba

O processamento industrial da goiaba envolve diversas etapas sequenciais, incluindo recepção, seleção, lavagem, despolpamento, peneiramento e padronização da polpa. Cada uma dessas etapas apresenta potencial para geração de perdas, especialmente quando não há controle adequado das condições operacionais (SANTOS et al., 2019).

A etapa de despolpamento é considerada crítica, pois é responsável pela separação da polpa das sementes e fibras. A eficiência dessa operação depende diretamente da tecnologia empregada e da regulagem dos equipamentos, podendo impactar significativamente o rendimento final (SILVA JÚNIOR, 2009).

2.4 Gestão de perdas

A gestão de perdas na agroindústria está diretamente relacionada à eficiência dos sistemas produtivos e ao uso racional dos recursos, envolvendo a identificação, a análise e o controle de desperdícios ao longo da cadeia produtiva.

As perdas ao longo da cadeia agroalimentar representam problema significativo tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental, uma vez que reduzem a disponibilidade de alimentos, elevam custos e ampliam impactos ambientais (GUSTAVSSON; CEDERBERG; SONESSON, 2011).

Segundo Batalha (2012), parte expressiva das perdas na agroindústria está associada à falta de planejamento, controle e padronização dos processos produtivos, aspectos diretamente relacionados à gestão agroindustrial.

De acordo com Santos et al. (2019), a gestão de perdas está diretamente relacionada ao treinamento dos colaboradores, à padronização dos procedimentos e à manutenção adequada dos equipamentos, fatores essenciais para a redução de desperdícios e melhoria da eficiência produtiva.

Dessa maneira, a gestão de perdas na agroindústria deve ser compreendida como ferramenta estratégica, voltada não apenas à redução de desperdícios, mas também à otimização dos processos, ao aumento da produtividade e à promoção da sustentabilidade no setor.

O rendimento de polpa da goiaba pode variar significativamente em função das características da matéria-prima e da eficiência do processamento, sendo as perdas industriais um fator determinante para a viabilidade econômica da atividade (SANTOS et al., 2019; PIMENTEL et al., 2024).

Segundo Oliveira et al. (2021), a redução de perdas em processos agroindustriais depende da padronização de procedimentos, da capacitação da equipe e da manutenção adequada dos equipamentos. Assim, compreender a distribuição das perdas e seu impacto no rendimento final é essencial para otimizar o aproveitamento da fruta e garantir maior produtividade industrial.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A presente pesquisa caracteriza-se como aplicada, com abordagem quantitativa e qualitativa, de caráter descritivo, utilizando o método de estudo de caso, conforme preconizado por autores clássicos da metodologia científica.

O estudo foi realizado em uma agroindústria de médio porte, com capacidade de processamento de 5 toneladas diárias de goiaba, localizada no interior do estado de São Paulo, especializada na produção de polpa de goiaba.

O método de pesquisa adotado é um estudo de caso. Segundo Yin (2015), o estudo de caso é uma estratégia de pesquisa adequada para investigar fenômenos contemporâneos dentro de seu contexto real, especialmente quando os limites entre fenômeno e contexto não são claramente definidos.

Foi utilizada a ferramenta de IA generativa ChatGPT (OpenAI, GPT-4o; acesso em 18 de abril de 2026) apenas para apoiar a revisão gramatical e a reorganização do texto nas seções de Introdução e Discussão, com o objetivo de aumentar a clareza. Não houve alteração de dados técnicos. As sugestões foram integralmente revisadas e validadas pelos autores, que se responsabilizam pela autoria, precisão e integridade científica do conteúdo, conforme a Portaria CNPq nº 2.664/2026.

3.1 Coleta de dados

No que se refere aos procedimentos de coleta de dados, adotou-se uma abordagem multimétodo, com vistas a garantir maior robustez analítica e triangulação das informações obtidas.

Inicialmente, realizou-se a observação direta do processo produtivo, conduzida de forma sistemática ao longo das diferentes etapas operacionais, desde a recepção da matéria-prima até a obtenção da polpa final. Essa estratégia permitiu a compreensão detalhada do fluxo produtivo, bem como a identificação de pontos críticos associados à ocorrência de perdas, considerando aspectos como manuseio, tempo de processamento, regulagem de equipamentos e condições operacionais.

Complementarmente, procedeu-se à análise de registros operacionais, incluindo dados históricos de produção, relatórios internos, controle de entrada de matéria-prima e volumes de polpa obtidos. Esses documentos forneceram subsídios quantitativos essenciais para a mensuração do rendimento de polpa e para a estimativa dos índices de perdas ao longo das diferentes etapas do processo. A utilização desses registros possibilitou, ainda, a verificação de padrões operacionais e a identificação de variações no desempenho produtivo.

Adicionalmente, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com operadores e colaboradores diretamente envolvidos no processo produtivo, com o objetivo de captar percepções, experiências práticas e conhecimentos tácitos relacionados à operação dos equipamentos e às rotinas de trabalho. Essa etapa qualitativa mostrou-se fundamen-

tal para a compreensão de fatores não evidenciados apenas por dados quantitativos, como dificuldades operacionais, limitações tecnológicas e práticas informais adotadas no cotidiano produtivo.

A integração dessas três técnicas de coleta de dados possibilitou uma análise mais abrangente e aprofundada do processo industrial, contribuindo para maior confiabilidade dos resultados e para a identificação consistente dos principais fatores associados às perdas no processamento da goiaba.

3.2 Variáveis analisadas

Os dados foram analisados por meio de estatística descritiva, com cálculo de rendimento percentual e identificação dos principais pontos de perda no processo produtivo.

A avaliação das perdas foi realizada considerando-se um lote padrão de 1.000 kg de goiabas maduras destinadas à produção de polpa. O processo foi dividido em três etapas principais: (i) seleção e classificação, (ii) despolpamento e (iii) refinamento e peneiramento, conforme metodologia descrita por Ferreira e Andrade (2020). Em cada etapa, registraram-se a massa inicial, a massa final e o percentual de perdas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta a distribuição percentual das perdas observadas ao longo das principais etapas do processamento de goiaba destinada à produção de polpa. Os dados evidenciam que a maior perda ocorre durante o despolpamento, etapa responsável por 15% do total perdido. Esse resultado indica que uma parcela significativa da polpa permanece aderida às cascas e sementes, o que pode estar relacionado à regulagem do equipamento, ao tipo de peneira utilizada ou ao estado de conservação das lâminas e componentes internos.

A segunda maior perda é registrada na etapa de seleção e classificação, que responde por 12% do total. Esse valor reflete o descarte de frutos considerados inadequados para o processamento, seja por danos físicos, deterioração ou características que comprometem a qualidade final do produto. No entanto, parte dessas perdas pode estar associada ao descarte de frutos parcialmente aproveitáveis, o que sugere a necessidade de revisão dos critérios de seleção e de capacitação da equipe responsável por essa etapa.

Por fim, o refinamento e peneiramento apresentam a menor perda percentual, correspondendo a 5%. Embora seja a etapa menos impactante em termos de volume descartado, ainda representa uma fração relevante de polpa retida junto ao material fibroso. Esse resultado reforça a importância de ajustes operacionais, como a escolha adequada da malha da peneira e o controle da pressão e do fluxo de processamento.

Tabela 1 – Distribuição das perdas por etapa do processamento de goiaba

Etapa	Percentual de perdas (%)
Seleção e classificação	12
Despolpamento	15
Refinamento e peneiramento	5

Fonte: Elaborado pela autora (2026).

De modo geral, a Tabela 1 evidencia que as perdas estão distribuídas de forma desigual entre as etapas, com maior concentração no despolpamento e na seleção. Esses resultados ajudam a apontar os pontos críticos do processo e a orientar estratégias de otimização para reduzir desperdícios e aumentar o rendimento industrial.

Conforme apontado por Oliveira et al. (2021), na etapa de seleção e classificação, parte das perdas pode estar associada ao descarte de frutos com defeitos superficiais, mas ainda parcialmente aproveitáveis. A padronização dos critérios de seleção e o treinamento da equipe podem reduzir descartes desnecessários.

Durante o despolpamento, a perda de 15% sugere que uma fração da polpa permanece aderida às cascas e sementes. Ajustes na regulagem do equipamento, manutenção preventiva e eventual reprocessamento do bagaço podem aumentar a eficiência de extração.

Na etapa de refinamento e peneiramento, a perda de 5% pode estar relacionada à retenção de polpa junto ao material fibroso. A escolha adequada da malha da peneira, o controle da pressão de operação e a prevenção de entupimentos são medidas que podem reduzir essa perda.

A Tabela 2 apresenta a evolução da massa ao longo das principais etapas do processamento de goiaba, permitindo visualizar de forma quantitativa o impacto das perdas sobre o rendimento final do produto.

Tabela 2 – Massas inicial, perdida e final em cada etapa do processamento

Etapa	Massa inicial (kg)	Massa perdida (kg)	Massa final (kg)
Seleção e classificação	1.000	120	880
Despolpamento	880	132	748
Refinamento e peneiramento	748	37,4	710,6
Total / Resultado final	—	—	**680**

Fonte: Elaborado pela autora (2026).

Observa-se que, a partir de uma massa inicial de 1.000 kg de frutos, ocorre uma redução progressiva ao longo das etapas de seleção, despolpamento e refinamento, refletindo a eliminação de partes não comestíveis, materiais indesejáveis e frações de polpa que não são recuperadas pelo processo.

Na etapa de seleção e classificação, a massa é reduzida para 880 kg, correspondendo a uma perda de 120 kg. Essa etapa concentra o descarte de frutos danificados, deteriorados ou fora do padrão de qualidade, mas também pode incluir perdas evitáveis decorrentes de critérios de seleção excessivamente rígidos ou de falhas no manuseio pré-processamento. Assim, embora parte dessa perda seja inerente ao processo, outra parte pode ser mitigada por meio de ajustes operacionais e capacitação da equipe.

O despolpamento representa a etapa com maior perda absoluta, totalizando 132 kg. A massa final após essa etapa é de 748 kg, indicando que uma fração significativa da polpa permanece aderida às cascas e sementes.

Esse resultado sugere que a eficiência do equipamento, o tipo de peneira utilizada e as condições de operação exercem forte influência sobre o aproveitamento da matéria-prima. A magnitude dessa perda reforça a necessidade de avaliar a regulagem do despolpador, e a manutenção preventiva, práticas que podem contribuir para a recuperação de parte da polpa residual.

No refinamento e peneiramento, a perda registrada é de 37,4 kg, resultando em uma massa final de 710,6 kg antes das perdas adicionais inerentes ao processo e ao ajuste final do produto. Embora essa etapa apresente a menor perda absoluta, ela ainda representa uma fração relevante de polpa retida junto ao material fibroso. A escolha adequada da malha da peneira, o controle da pressão e a prevenção de entupimentos são fatores determinantes para minimizar essa retenção.

A análise conjunta dos dados evidencia que as perdas são cumulativas e impactam diretamente o rendimento final, que se aproxima de 680 kg de polpa, equivalente a 68% da massa inicial. Esse valor está dentro do esperado

para o processamento de goiaba, mas a distribuição das perdas mostra que há oportunidades de otimização, especialmente no despolpamento e na seleção.

Dessa forma, a Tabela 2 não apenas quantifica as perdas, mas também orienta a identificação de pontos críticos e a definição de estratégias para aumentar a eficiência do processo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise das perdas no processamento de goiaba demonstrou que, embora o rendimento final de 68% esteja dentro do esperado para a indústria de polpas tropicais, há oportunidades claras de otimização em todas as etapas do processo. As perdas observadas na seleção, no despolpamento e no refinamento evidenciam a necessidade de ajustes operacionais e de maior padronização das práticas adotadas.

A implementação de critérios objetivos de seleção, a regulagem adequada dos equipamentos, a manutenção preventiva e o reprocessamento controlado do bagaço podem contribuir significativamente para a redução das perdas.

Além disso, a adoção de procedimentos operacionais padronizados e o treinamento contínuo da equipe são fundamentais para garantir maior consistência e eficiência. Dessa forma, as estratégias discutidas neste estudo podem servir como base para melhorias no rendimento industrial e para o desenvolvimento de processos mais sustentáveis e economicamente viáveis.

REFERÊNCIAS

AZZOLINI, M.; JACOMINO, A. P.; BRON, I. U. Índices para avaliar a qualidade pós-colheita de goiabas em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 95-98, 2004.

BATALHA, M. O. **Gestão agroindustrial**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

BESSA, L. D. et al. Redução de perda de massa em goiabas com revestimentos biodegradáveis. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 63., 2023. **Anais** [...]. Disponível em: https://www.abq.org.br/cbq/2023/trabalhos/10/25301-29785.html. Acesso em: 10 abr. 2026.

CHOUDHURY, M. M. et al. **Deteriorações pós-colheita**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001.

FERREIRA, R. S.; ANDRADE, J. M. Processamento agroindustrial da goiaba: aspectos tecnológicos e rendimento de polpa. **Revista de Agroindústria**, v. 12, n. 2, p. 45-60, 2020.

GOMES FILHO, A. et al. Qualidade pós-colheita de goiabas 'Pedro Sato' tratadas com fécula de mandioca. **Agri-Environmental Sciences**, Palmas, v. 3, n. 1, p. 1-9, 2017.

GUSTAVSSON, J.; CEDERBERG, C.; SONESSON, U. **Global food losses and food waste**: extent, causes and prevention. Rome: FAO, 2011.

OLIVEIRA, L. R. et al. Redução de perdas em processos agroindustriais: estratégias operacionais e tecnológicas. **Revista Brasileira de Engenharia de Produção**, v. 7, n. 3, p. 112-125, 2021.

PIMENTEL, F. C. et al. Perdas nas etapas pós-colheita do pré-processamento: um panorama atual da logística brasileira. **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**, [S. l.], 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/380274262. Acesso em: 15 abr. 2026.

SANTOS, M. A. et al. **Análise do rendimento e perda de frutos na agroindústria de processamento de polpa artesanal**. 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/330862214. Acesso em: 10 abr. 2026.

SANTOS, R. S.; LIMA, F. A. Eficiência produtiva e perdas no processamento de frutas tropicais. **Revista Engenharia Agrícola**, v. 39, n. 4, p. 520-530, 2019.

SILVA, R. M.; BARBOSA, L. A.; MENDES, F. S. Fatores determinantes das perdas no processamento de frutas tropicais. **Revista Ciência Agronômica**, v. 49, n. 2, p. 234-242, 2018.

SILVA JÚNIOR, A. A. **Otimização da desidratação osmótica da goiaba (*Psidium guajava* L.)**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

Os conceitos e as opiniões expressos neste artigo são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

INTERFACE TECNOLÓGICA

TECNOLOGIA EM AGRONEGÓCIO
Interface Tecnológica · v. 23, n. 1, 2026 · p. 254–262
ISSN on-line 2447-0864 · ISSN impresso 1807-3980
https://doi.org/10.31510/infa.v23i1.2481

PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE: desafios, práticas e perspectivas no agronegócio brasileiro

Beef cattle production: challenges, practices, and perspectives in Brazilian agribusiness

Gregori Eduardo Di Santo[1], **Ricardo Luiz Marks**[2], **Vanessa Amaro Vieira**[3]

AUTORIA

[1] **Gregori Eduardo Di Santo**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
gregori.ds9@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0009-0744-5428

[2] **Ricardo Luiz Marks**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
ricardo.marks@fatectq.edu.br
ORCID: https://orcid.org/0009-0008-1101-3049

[3] **Vanessa Amaro Vieira**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
vanessa.vieira@fatectq.edu.br
ORCID: 0000-0003-0454-5713

HISTÓRICO

Recebido	29/04/2026
Aceito	04/06/2026
Publicado	30/06/2026

COMO CITAR

DI SANTO, G. E.; MARKS, R. L.; VIEIRA, V. A. Produção de gado de corte: desafios, práticas e perspectivas no agronegócio brasileiro. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 23, n. 1, p. 254-262, 2026. DOI: 10.31510/infa.v23i1.2481.

LICENÇA

Artigo de acesso aberto distribuído sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

cc BY 4.0

RESUMO

A pecuária de corte ocupa posição estratégica no agronegócio brasileiro, sendo responsável por parcela significativa da geração de renda, empregos e divisas provenientes das exportações de carne bovina. O Brasil destaca-se entre os maiores produtores e exportadores mundiais desse produto, desempenhando papel relevante no abastecimento interno e no comércio internacional. Diante dessa relevância, o presente estudo tem como objetivo apresentar um panorama da produção de gado de corte no Brasil, abordando sua importância econômica, bem como os principais aspectos técnicos relacionados ao manejo alimentar, além das estratégias de comercialização e das perspectivas futuras para o setor. A metodologia utilizada baseou-se em pesquisa exploratória e documental, com revisão bibliográfica em artigos científicos, relatórios técnicos da Embrapa, dados estatísticos do IBGE, MAPA e FAO, além de análises de mercado. Os resultados indicam que a produção de gado de corte enfrenta desafios relacionados à degradação de pastagens, volatilidade de preços, aumento dos custos de insumos e exigências por práticas sustentáveis. Por outro lado, observa-se que a adoção de tecnologias voltadas à intensificação sustentável, ao melhoramento genético e à rastreabilidade apresenta potencial para aumentar a competitividade do setor. Conclui-se que a pecuária de corte no Brasil apresenta perspectivas promissoras, desde que a atividade esteja alinhada à inovação tecnológica, à gestão eficiente e à sustentabilidade socioambiental.

Palavras-chave: Aspectos técnicos. Manejo alimentar. Comercialização. Práticas sustentáveis.

ABSTRACT

Beef cattle farming occupies a strategic position in Brazilian agribusiness, being responsible for a significant portion of income generation, jobs, and foreign exchange from beef exports. Brazil stands out among the world's largest producers and exporters of this product, playing a relevant role in domestic supply and international trade. Given this relevance, this study aims to present an overview of beef cattle production in Brazil, addressing its economic importance, as well as the main technical aspects related to feed management, in addition to marketing strategies and future prospects for the sector. The methodology used was based on exploratory and documentary research, with a bibliographic review of scientific articles, technical reports from Embrapa, statistical data from IBGE, MAPA and FAO, as well as market analyses. The results indicate that beef cattle production faces challenges related to pasture degradation, price volatility, increased input costs, and demands for sustainable practices. On the other hand, it is observed that the adoption of technologies aimed at sustainable intensification, genetic improvement, and traceability has the potential to increase the sector's com-

petitiveness. It is concluded that beef cattle farming in Brazil presents promising prospects, provided that the activity is aligned with technological innovation, efficient management, and socio-environmental sustainability.

Keywords: Technical aspects. Feeding management. Marketing. Sustainable practices.

1 INTRODUÇÃO

A pecuária de corte constitui uma atividade de grande relevância para o agronegócio brasileiro, estando associada à produção de carne bovina destinada ao abastecimento do mercado interno e à participação do país no comércio internacional desse produto. Ao longo das últimas décadas, a atividade passou por importantes transformações relacionadas ao avanço tecnológico, ao melhoramento genético do rebanho e ao aprimoramento dos sistemas produtivos, fatores que contribuíram para o fortalecimento do setor no contexto internacional (CARVALHO; ZEN, 2017). Esse desempenho está relacionado à ampla disponibilidade de áreas de pastagem, ao desenvolvimento tecnológico aplicado à produção pecuária e aos avanços no melhoramento genético do rebanho (EMBRAPA, 2020).

Apesar da expressiva importância econômica e social da atividade, a pecuária de corte enfrenta desafios que impactam sua eficiência produtiva e competitividade no mercado. Entre os principais fatores destacam-se a degradação de áreas de pastagem, as oscilações nos preços da arroba bovina, o aumento dos custos de produção e as exigências sanitárias e ambientais cada vez mais rigorosas (DIAS-FILHO, 2014). Nesse contexto, diferentes sistemas de produção, como os modelos extensivo, semi-intensivo e intensivo, têm sido adotados com o objetivo de otimizar a produtividade, controlar custos e reduzir impactos ambientais (FERRAZ; FELÍCIO, 2010).

Compreender a cadeia produtiva da pecuária de corte é fundamental para identificar seus desafios e oportunidades de desenvolvimento. A adoção de tecnologias voltadas ao manejo alimentar, aliada à adoção de práticas de gestão mais eficientes, tem contribuído para o aumento da produtividade e para o fortalecimento da competitividade do setor no cenário nacional e internacional (MANCIO et al., 2006).

Diante disso, este estudo tem como objetivo analisar o panorama da produção de gado de corte no Brasil, abordando sua relevância econômica, os principais aspectos técnicos, as estratégias de comercialização e as perspectivas para o setor.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

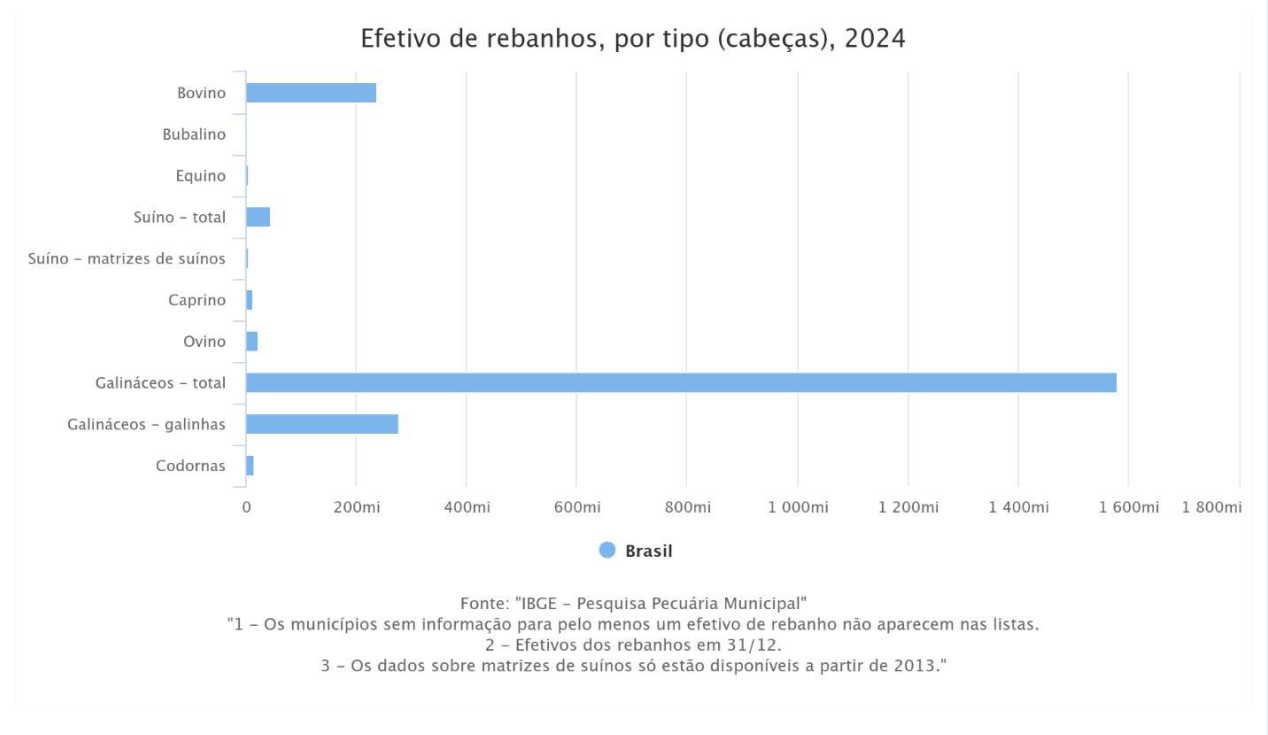
2.1 Importância econômica e produtiva da pecuária de corte no Brasil

A pecuária de corte ocupa posição estratégica na economia brasileira, destacando-se o Brasil entre os maiores produtores de carne bovina do mundo, com volume superior a 11 milhões de toneladas produzidas em 2024, o que reforça a importância do setor tanto para o abastecimento do mercado interno quanto para a consolidação do país no comércio internacional de proteína animal (EMBRAPA, 2024). Apesar dessa relevância, o setor ainda apresenta limitações significativas, uma vez que, segundo Vilela e Marchão (2022), grande parte dos quase 160 milhões de hectares de pastagens no Brasil encontra-se em algum estágio de degradação, comprometendo os índices zootécnicos do rebanho nacional.

Apesar de sua relevância, a atividade enfrenta desafios relacionados à degradação de pastagens e à eficiência produtiva. Segundo Vilela e Marchão (2022), parte significativa das áreas destinadas à pecuária apresenta algum nível de degradação, comprometendo os índices produtivos.

Nesse contexto, sistemas mais intensivos e o uso de tecnologias de manejo têm se mostrado alternativas importantes para elevar a produtividade e a competitividade da atividade (CORRÊA et al., 2009; SANTOS et al., 2025).

Gráfico 1 – Número efetivo de rebanhos em âmbito nacional em 2024



Fonte: IBGE (2024).

2.2 Manejo nutricional e sanidade como fatores determinantes de produtividade

O manejo nutricional e a sanidade animal são fatores fundamentais para o desempenho da pecuária de corte, influenciando diretamente indicadores como ganho de peso, eficiência alimentar e idade de abate (INSTITUTO IDECON, 2024). A Embrapa (2021) aponta que campanhas de vacinação e o controle de parasitas passaram a integrar o manejo sanitário do rebanho, conferindo ao Brasil vantagem competitiva frente a seus concorrentes e garantias sanitárias para os mercados que abastece.

Além disso, o melhoramento genético e a rastreabilidade passaram a desempenhar papel estratégico na cadeia produtiva. Segundo Piccolo Lobo (2021), os programas de seleção genética possibilitam ganhos produtivos e econômicos. Complementarmente, Cotrin, Sabbag e Affonso (2021) apontam que ações estruturantes como a garantia da rastreabilidade do rebanho têm como objetivo oferecer ao mercado produtos de qualidade e com segurança alimentar.

A Tabela 1 apresenta a evolução da taxa de lotação das pastagens bovinas no Brasil no período de 1970 a 2024, medida em cabeças de bovinos por hectare de pastagem (cab./ha). Esse indicador expressa a intensidade de uso das áreas destinadas à criação de gado. Dados mais recentes da Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes (ABIEC) indicam que a taxa média de ocupação alcançou 1,21 cab./ha em 2024 (ABIEC, 2024). Esse desempenho evidencia que a pecuária brasileira passou por um significativo processo de intensificação produtiva, sendo capaz de ampliar o rebanho e a produção de carne sem expansão proporcional da área de pastagem, o que indica ganhos expressivos de produtividade por hectare.

Tabela 1 – Evolução das taxas de lotação das pastagens (cabeças de bovinos por hectare de pastagem), nas grandes regiões e no Brasil, entre 1970 e 2024

Ano	Taxa de lotação (cab./ha)	Variação acumulada
1970	0,60	—
1985	0,74	+23,3%
1996	0,86	+43,3%
2006	1,08	+80,0%
2017	1,15	+91,7%
2024 (est.)	1,21	+101,7%

Fonte: IBGE (2019); Scot Consultoria (2019); ABIEC (2024).

Nota: Dados referentes ao efetivo bovino total em relação à área de pastagens nos estabelecimentos agropecuários. O valor de 1985 é estimado com base na tendência dos Censos Agropecuários do IBGE. O dado de 2024 corresponde à taxa média de ocupação estimada pela ABIEC no Beef Report.

2.3 Sustentabilidade e rastreabilidade na pecuária de corte

A sustentabilidade tem se consolidado como um fator estratégico para a competitividade da pecuária de corte brasileira, especialmente diante das exigências dos mercados consumidores e das demandas relacionadas à preservação ambiental. Nesse contexto, desafios como mudanças climáticas, conservação do solo e uso racional dos recursos naturais exigem a adoção de práticas produtivas mais eficientes e responsáveis (EMBRAPA, 2013).

Outro aspecto relevante é a rastreabilidade da carne bovina, que permite acompanhar o histórico do animal desde o nascimento até o abate, contribuindo para a segurança alimentar, a transparência e o controle de qualidade dos produtos. Além disso, sistemas de rastreabilidade representam importante diferencial competitivo para o acesso a mercados internacionais mais exigentes (FERREIRA; MOURA, 2024).

Entretanto, a implementação desses sistemas ainda enfrenta obstáculos relacionados aos custos de implantação e à necessidade de adaptação tecnológica, especialmente entre pequenos e médios produtores (COUTINHO et al., 2019). Dessa forma, a sustentabilidade da pecuária de corte depende da integração entre eficiência produtiva, responsabilidade socioambiental e adoção de tecnologias capazes de atender às exigências do mercado e garantir a competitividade do setor (SANTOS et al., 2022).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Natureza da pesquisa

A pesquisa caracteriza-se como exploratória e bibliográfica, desenvolvida por meio da análise de artigos científicos, relatórios técnicos e documentos institucionais relacionados à pecuária de corte no Brasil. Conforme Gil (2008), a pesquisa bibliográfica permite ampliar o conhecimento sobre determinado tema a partir de material previamente publicado, contribuindo para a compreensão dos fenômenos investigados.

3.2 Fontes de dados

Os dados utilizados foram obtidos em artigos científicos e documentos técnicos disponibilizados por instituições como EMBRAPA, IBGE, MAPA, FAO e ABIEC, além de publicações indexadas em bases acadêmicas como SciELO e Google Scholar. Essas fontes forneceram informações sobre produção, manejo, sustentabilidade e perspectivas da pecuária de corte brasileira.

3.3 Procedimentos de análise

As informações coletadas foram analisadas de forma descritiva e interpretativa, buscando identificar os principais desafios, avanços tecnológicos e perspectivas da pecuária de corte no Brasil. Os dados foram organizados em categorias temáticas, permitindo uma discussão estruturada e alinhada aos objetivos propostos no estudo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Gráfico 2 apresenta a produção mundial de carnes por tipo entre 2021 e 2023, evidenciando a posição da carne bovina no cenário global de proteína animal.

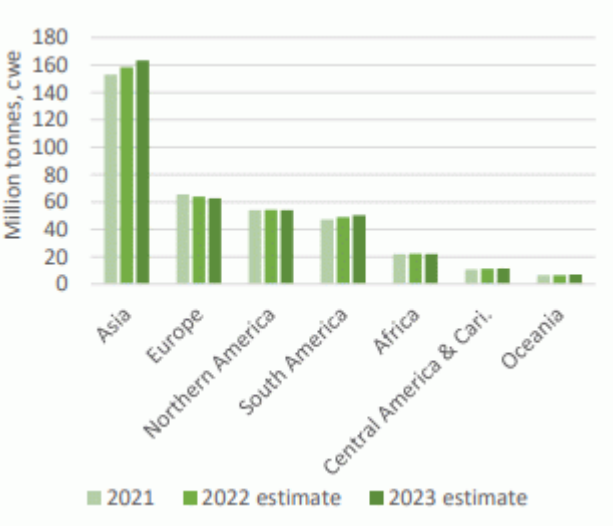
Gráfico 2 – Produção mundial de carne por tipos em milhões de toneladas (2021, 2022, 2023)



Fonte: FAO (2023).

Já o Gráfico 3 apresenta a produção mundial de carnes por regiões em milhões de toneladas entre 2021 e 2023.

Gráfico 3 – Produção mundial de carne por regiões em milhões de toneladas (2021, 2022, 2023)



Fonte: FAO (2023).

4.1 Desafios da produção de gado de corte

Um dos principais desafios da pecuária de corte brasileira é a degradação das pastagens, que compromete a produtividade e aumenta os custos de recuperação das áreas. Estimativas indicam que aproximadamente 50% das pastagens do país apresentam algum nível de degradação (ZIMMER et al., 2012). Além disso, a limitada assistência técnica em diversas regiões dificulta a adoção de práticas de manejo e tecnologias capazes de elevar a eficiência produtiva.

A questão ambiental também representa um desafio relevante para o setor. Segundo Silva et al. (2020, p. 214), "a viabilidade futura do setor depende da capacidade de conciliar produtividade e conservação ambiental". Nesse contexto, aspectos como emissões de gases de efeito estufa, uso racional da água, conservação do solo e preservação da biodiversidade têm recebido crescente atenção de mercados consumidores e órgãos reguladores.

Outro obstáculo refere-se à escassez de mão de obra qualificada. De acordo com Lampert et al. (2024), o chamado "apagão de mão de obra" afeta a capacidade de adoção de novas tecnologias e compromete a eficiência das propriedades rurais. Diante desse cenário, torna-se importante investir em capacitação profissional e em políticas voltadas à qualificação da mão de obra no meio rural.

A Tabela 2 apresenta o Indicador do Boi Gordo CEPEA/ESALQ referente à última semana de setembro de 2025, expresso em reais por arroba (R$/@) e em dólares americanos por arroba (US$/@), acompanhado das variações diárias e mensais registradas no período.

Tabela 2 – Preço da arroba do boi gordo (série mensal)

INDICADOR DO BOI GORDO CEPEA/ESALQ

	VALOR R$*	VAR./DIA	VAR./MÊS	VALOR US$*
24/09/2025	301,80	-0,87%	-2,80%	56,65
23/09/2025	304,45	0,00%	-1,95%	57,05
22/09/2025	304,45	0,12%	-1,95%	57,05
19/09/2025	304,10	-0,36%	-2,06%	57,16
18/09/2025	305,20	0,03%	-1,71%	57,48

Fonte: CEPEA (2025).

4.2 Perspectivas futuras

As perspectivas para a pecuária de corte brasileira são positivas, especialmente diante da expansão do mercado internacional e da crescente adoção de tecnologias voltadas à eficiência produtiva. A intensificação sustentável da produção destaca-se como uma das principais estratégias para o setor, sendo que, de acordo com Dias-Filho (2014, p. 33), a recuperação de pastagens degradadas e a adoção de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) podem "transformar a pecuária em um vetor positivo para a conservação ambiental e a mitigação das mudanças climáticas". Nesse mesmo sentido, Senna Carvalho, Pinto e do Carmo (2023) destacam que as biotécnicas reprodutivas e o melhoramento genético representam importantes ferramentas para elevar o desempenho produtivo e a competitividade da carne bovina brasileira.

A rastreabilidade, a certificação de origem e a digitalização da produção também tendem a ganhar importância, uma vez que consumidores e mercados importadores têm exigido maior transparência, segurança alimentar e sustentabilidade (FERREIRA; MOURA, 2024). Paralelamente, ferramentas como softwares de gestão, dispositivos eletrônicos de identificação animal, drones e sistemas baseados em inteligência artificial estão sendo gradualmente incorporados às propriedades rurais e, conforme afirmam Barcellos et al. (2017, p. 142), essa modernização tecnológica "não deve ser vista apenas como um custo adicional, mas como um investimento estratégico para a sobrevivência e competitividade da atividade pecuária".

Sob a perspectiva econômica, projeções da FAO (2021) indicam crescimento da demanda mundial por carne até 2030, criando oportunidades para o Brasil ampliar sua participação no mercado global. Para isso, será fundamental conciliar produtividade, inovação tecnológica, rastreabilidade e responsabilidade socioambiental.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo permitiu analisar o panorama da produção de gado de corte no Brasil, evidenciando a relevância econômica, social e estratégica da atividade para o agronegócio nacional. Ficou demonstrado que o Brasil ocupa posição de destaque entre os maiores produtores e exportadores mundiais de carne bovina, resultado de um processo contínuo de intensificação produtiva,

expansão das áreas de pastagem e incorporação de tecnologias voltadas ao manejo alimentar do rebanho.

Entre os principais desafios identificados, destacam-se a degradação das pastagens, a volatilidade dos preços da arroba bovina, a escassez de mão de obra qualificada e as crescentes exigências ambientais e sanitárias impostas tanto pelo mercado interno quanto pelo comércio internacional. Tais fatores evidenciam que a competitividade da pecuária de corte brasileira está condicionada não apenas ao aumento da produção em volume, mas também à melhoria qualitativa dos processos produtivos, à adoção de sistemas de rastreabilidade e à adequação às normas ambientais vigentes, aspectos que se mostraram cada vez mais determinantes para o acesso a mercados externos mais exigentes.

No que se refere às perspectivas futuras, observa-se que a intensificação sustentável da produção, a recuperação de pastagens degradadas, o melhoramento genético, a rastreabilidade e a utilização de tecnologias digitais constituem importantes estratégias para ampliar a competitividade do setor. Conclui-se que a pecuária de corte brasileira possui potencial para expandir sua participação no mercado global, desde que o crescimento produtivo esteja associado à inovação, à sustentabilidade e à eficiência na gestão dos sistemas produtivos.

REFERÊNCIAS

ABIEC. **Beef Report 2024**: perfil da pecuária no Brasil. São Paulo: ABIEC, 2024. Disponível em: https://www.abiec.com.br. Acesso em: 28 abr. 2026.

BARCELLOS, J. O. J. et al. Modernização tecnológica na pecuária de corte brasileira. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 2017, Curitiba. **Anais** [...]. Curitiba: ZOOTEC, 2017. p. 138-145.

CARVALHO, T. B.; ZEN, S. A cadeia de pecuária de corte no Brasil: evolução e tendências. **Revista iPecege**, v. 3, n. 1, p. 85-99, 2017.

CEPEA – CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA; ESALQ/USP. **Indicador do boi gordo CEPEA/ESALQ**. Piracicaba: CEPEA, set. 2025. Disponível em: https://www.cepea.esalq.usp.br. Acesso em: 28 abr. 2026.

CORRÊA, C. E. S. et al. Eficiência bioeconômica de bovinos de corte em confinamento. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, 2009. Disponível em: https://www.scielo.br. Acesso em: 28 abr. 2026.

COTRIN, C. D.; SABBAG, O. J.; AFFONSO, A. B. Rastreabilidade bovina: vantagens e desvantagens. **Revista de Ciências Agrárias**, Goiânia, 2021. Disponível em: https://revistas.ufg.br. Acesso em: 28 abr. 2026.

COUTINHO, D. et al. Desafios da rastreabilidade bovina no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v. 28, n. 2, p. 34-47, 2019.

DIAS-FILHO, M. B. **Diagnóstico das pastagens no Brasil**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2014. 36 p. (Documentos, 402).

EMBRAPA. **Rastreabilidade bovina no Brasil**. Brasília: Embrapa, 2002. Disponível em: https://www.embrapa.br. Acesso em: 28 abr. 2026.

EMBRAPA. **Mudanças climáticas e a pecuária de corte brasileira**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2013. Disponível em: https://www.embrapa.br. Acesso em: 28 abr. 2026.

EMBRAPA. Pesquisas da Embrapa Gado de Corte acompanham pecuária nacional desde 1977. **Portal Embrapa**, 2020. Disponível em: https://www.embrapa.br. Acesso em: 28 abr. 2026.

EMBRAPA. Sanidade. **Portal Embrapa Qualidade da Carne**, 2021. Disponível em: https://www.embrapa.br/qualidade-da-carne/carne-bovina/producao-de-carne-bovina/sanidade. Acesso em: 28 abr. 2026.

EMBRAPA. **Pecuária de corte**: produção e mercado. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2024. Disponível em: https://www.embrapa.br. Acesso em: 28 abr. 2026.

FAO – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA. **World Livestock**: meat market review. Roma: FAO, 2021. Disponível em: https://www.fao.org. Acesso em: 28 abr. 2026.

FERRAZ, J. B. S.; FELÍCIO, P. E. Production systems: an example from Brazil. **Meat Science**, v. 84, n. 2, p. 238-243, 2010.

FERREIRA, J. A.; MOURA, R. T. Rastreabilidade e certificação na cadeia produtiva da carne bovina: desafios e perspectivas. **Revista de Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 17, n. 1, p. 40-58, 2024.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censos Agropecuários 1970-2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: https://www.ibge.gov.br. Acesso em: 28 abr. 2026.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa da Pecuária Municipal 2024**. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: https://www.ibge.gov.br. Acesso em: 28 abr. 2026.

INSTITUTO IDECON. **Levantamento sobre sistemas de confinamento bovino no Brasil**. Brasília: Instituto Idecon, 2024. Disponível em: https://www.idecon.org.br. Acesso em: 28 abr. 2026.

LAMPERT, V. N. et al. Crise de mão de obra no campo: causas, impactos e possíveis soluções. **Boletim CiCarne**, Campo Grande, n. 65, abr. 2024. Disponível em: https://www.embrapa.br/documents/1355108/51748908/Boletim+CiCarne+65-2024.pdf. Acesso em: 28 abr. 2026.

MALAFAIA, G. C. et al. **O futuro da cadeia produtiva da carne bovina brasileira**: uma visão para 2040. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2019. (Embrapa Gado de Corte. Relatório Técnico).

MANCIO, A. B. et al. Transformações técnico-produtivas e comerciais na pecuária de corte brasileira a partir da década de 90. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 1, p. 340-348, 2006. DOI: https://doi.org/10.1590/S1516-35982006000100040.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento**: pesquisa qualitativa em saúde. 12. ed. São Paulo: Hucitec, 2010.

PICCOLO LOBO, N. **Melhoramento genético em bovino de corte**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2021. Disponível em: https://repositorio.pucgoias.edu.br. Acesso em: 28 abr. 2026.

SANTOS, L. F. et al. Manejo e bem-estar animal na bovinocultura de corte no Brasil: uma revisão de literatura. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, 2025. Disponível em: https://revista.unipacto.com.br. Acesso em: 28 abr. 2026.

SANTOS, P. da S. et al. Mensuração da sustentabilidade na bovinocultura de corte: desafios para o consumo e produção responsáveis da Agenda 2030. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 11, 2022. DOI: https://doi.org/10.33448/rsd-v11i11.33212.

SCOT CONSULTORIA. O caminhar da pecuária brasileira. **Scot Consultoria**, 2019. Disponível em: https://www.scotconsultoria.com.br. Acesso em: 28 abr. 2026.

SENNA CARVALHO, V. H.; PINTO, S. C. C.; DO CARMO, R. B. Impacto das biotécnicas da reprodução animal e o melhoramento genético na pecuária de corte. **PUBVET**, v. 17, n. 8, e1427, ago. 2023. DOI: https://doi.org/10.31533/pubvet.v17n8e1427.

SILVA, R. G. et al. Pecuária de corte e meio ambiente: desafios para a produção sustentável. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 10, n. 2, p. 210-220, 2020.

VIEIRA, G. A.; QUADROS, D. G. **O manejo sanitário e sua importância no novo contexto do agronegócio da produção de pecuária de corte**. Salvador, 2010.

VILELA, L.; MARCHÃO, R. L. **O papel da integração lavoura-pecuária na recuperação de pastagens degradadas**. Brasília: Embrapa Cerrados, 2022. Disponível em: https://www.embrapa.br. Acesso em: 28 abr. 2026.

ZIMMER, A. H. et al. Degradação de pastagens e alternativas de recuperação e renovação. *In*: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 2012, Piracicaba. **Anais** [...]. Piracicaba: FEALQ, 2012.

Os conceitos e as opiniões expressos neste artigo são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

INTERFACE TECNOLÓGICA

SEÇÃO 04

TECNOLOGIA EM PRODUÇÃO INDUSTRIAL

15 artigos

VOLUME 23 · NÚMERO 1 · 2026

INTERFACE TECNOLÓGICA

TECNOLOGIA EM PRODUÇÃO INDUSTRIAL
Interface Tecnológica · v. 23, n. 1, 2026 · p. 264–272
ISSN on-line 2447-0864 · ISSN impresso 1807-3980
https://doi.org/10.31510/infa.v23i1.2328

REDUÇÃO NO TEMPO DE SETUP EM UMA EMPRESA DE ARTEFATOS DE BORRACHA ATRAVÉS DA METODOLOGIA SMED

Reduction in setup time in a rubber artifacts company through the SMED methodology

Fernando Matheus Pereira[1], **Arthur Carrasqueira**[2], **Bruna Vercesi da Costa**[3], **Rosemary Chiuchi Magrini**[4]

AUTORIA

[1] **Fernando Matheus Pereira**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
fernandohba6@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0000-0109-4000

[2] **Arthur Carrasqueira**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
arthur.carrasqueira@hotmail.com
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0057-5934

[3] **Bruna Vercesi da Costa**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
bruna.costa34@fatec.sp.gov.br
ORCID: 0009-0004-7910-4685

[4] **Rosemary Chiuchi Magrini**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
rosemary.magrini@fatec.sp.gov.br
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2057-8833

HISTÓRICO

Recebido	25/09/2025
Aceito	17/06/2026
Publicado	30/06/2026

COMO CITAR

PEREIRA, F. M. et al. Redução no tempo de setup em uma empresa de artefatos de borracha através da metodologia SMED. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 23, n. 1, p. 264-272, 2026. DOI: 10.31510/infa.v23i1.2328.

LICENÇA

Artigo de acesso aberto distribuído sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

cc BY 4.0

RESUMO

Este artigo apresenta uma proposta de redução no tempo de setup em uma empresa de artefatos de borracha por meio da metodologia SMED (Single Minute Exchange of Die). Essa metodologia visa otimizar os processos de troca de ferramentas e ajustes das máquinas, buscando reduzir o tempo empregado nessas operações. O objetivo deste artigo é identificar a relevância da redução do tempo de setup em uma célula produtiva de artefatos de borracha por meio da metodologia SMED, aplicando o recurso metodológico da revisão bibliográfica, pelo qual explorou os elementos essenciais da pesquisa, os estágios para sua aplicação e os benefícios associados. Guiando um estudo de caso específico, concentrando-se na proposição das etapas para aplicação do SMED na célula produtiva, visando demonstrar concretamente os benefícios dessa abordagem em termos de eficiência e produtividade. A proposta inclui a descrição detalhada dos passos necessários para a implementação do SMED, desde a identificação das atividades até a realização de melhorias contínuas nos processos. Os resultados esperados englobam a redução dos custos operacionais, a maior flexibilidade na produção, a melhoria da qualidade dos produtos e o aumento da satisfação dos colaboradores. Ao compartilhar esses insights e experiências, este artigo busca contribuir para o desenvolvimento e crescimento sustentável não apenas da empresa em questão, mas também de toda a comunidade empresarial e acadêmica interessada em práticas de melhoria contínua e inovação.

Palavras-chave: Metodologia SMED. Eficiência operacional. Redução no tempo. Artefatos de borracha.

ABSTRACT

This paper proposes a reduction in setup time at a rubber products company through the SMED (Single Minute Exchange of Die) methodology. This methodology aims to optimize tool change and machine adjustment processes, thereby reducing the time expended on these operations. The objective of this study is to identify the relevance of setup time reduction in a rubber products manufacturing cell using the SMED methodology. The research methodology utilized a literature review to explore key research elements, the stages of application, and the associated benefits. A specific case study was conducted, focusing on the proposed steps for implementing SMED within the production cell. This approach aimed to concretely demonstrate the benefits of this method in terms of efficiency and productivity. The proposal includes a detailed description of the necessary implementation steps, from activity identification to

the execution of continuous process improvements. Anticipated outcomes include reduced operational costs, increased production flexibility, improved product quality, and enhanced employee satisfaction. By sharing these insights, this article aims to contribute to the sustainable development of both the target company and the broader business and academic community interested in continuous improvement and innovation practices.

Keywords: SMED methodology. Operational efficiency. Time reduction. Rubber products.

1 INTRODUÇÃO

No cenário global atual, a intensificação das barreiras comerciais devido à globalização tem gerado um ambiente industrial altamente competitivo, caracterizado por desafios como a concorrência acirrada, as demandas do mercado e a necessidade em atender às expectativas dos clientes (CALHADO et al., 2015).

A ausência de ferramentas específicas para os processos industriais pode acarretar inúmeras complicações, que englobam desperdício, baixa produtividade e despesas desnecessárias. Entretanto, a metodologia SMED tem se destacado como solução eficaz em superar tais obstáculos. O SMED, ou *Single Minute Exchange of Die*, é um método empregado para reduzir o tempo de setup em máquinas, conhecido por sua capacidade de simplificação e baixo investimento (SHINGO, 1985).

Em fábricas de artefatos de borracha, a implementação do SMED é crucial, devido à natureza dinâmica e diversificada envolvida nos seus processos. A capacidade de realizar setups rápidos e eficientes pode proporcionar maior versatilidade às demandas do mercado, reduzindo custos envolvidos na produção, melhorando a flexibilidade operacional, aumentando a competitividade da empresa no setor. Como destacam Palomino e Lucato (2016), a redução de desperdícios e do tempo na operação de setup são elementos fundamentais para alcançar competitividade e flexibilidade no mercado atual.

O objetivo deste artigo é destacar a relevância da redução do tempo de setup em uma célula produtiva de artefatos de borracha através da metodologia SMED. Utilizando uma revisão bibliográfica, para ressaltar os termos essenciais da pesquisa. Desta forma, estabelecer um padrão como referência para dimensionamento e implementação de melhorias nos processos produtivos.

A seguir iniciamos a discussão teórica sobre o trabalho como forma de alcançar o objetivo proposto.

2 TEMPO DE SETUP

Os tempos de setup são definidos por Satolo e Calarge (2008) como o intervalo de tempo entre o processamento da última peça boa do lote anterior e o processamento da primeira peça boa do lote subsequente.

Analogamente a redução do tempo de setup é reconhecida como um dos principais pilares para impulsionar a melhoria contínua de processos industriais. Este aprimoramento abrange não apenas a eficiência operacional, mas também visa a eliminação dos desperdícios fundamentais identificados pela filosofia da Manufatura Enxuta, conforme destacado por Wiltsie (2012).

A otimização do tempo de setup impacta positivamente em diversas áreas organizacionais, reduzindo desperdícios como tempo de espera e movimentação desnecessária de materiais. Estudos conduzidos por Goss et al. (2010) demonstram que essa melhoria influencia diretamente a eficiência operacional, permitindo uma produção mais ágil e flexível.

De acordo com McCarthy (2006), o tempo dedicado ao processo de setup em muitas empresas frequentemente representa cerca de metade do tempo total de trabalho, destacando a importância crítica da redução desse tempo para manter a competitividade no ambiente empresarial global. Portanto, encontrar uma metodologia eficaz para diminuir o tempo de preparação, incluindo ajustes finos, é de suma importância, uma vez que esses aspectos impactam diretamente a produtividade e eficiência da produção, conforme enfatizado por Méndez e Rodríguez (2015).

2.1 Metodologia SMED

Segundo Silva e Pereira (2014), o Single Minute Exchange of Die (SMED) é reconhecido para reduzir o tempo de setup em equipamentos industriais. O setup, também conhecido como *change-over*, envolve diversas de operações no preparo dos equipamentos para produção do próximo produto, como a substituição de peças ou moldes, ajustes e limpeza.

Setup, como definido por Hirano (2009), engloba todas as etapas de preparações necessárias antes do início das operações em um processo produtivo. Os princípios fundamentais do sistema SMED (*Single Minute Exchange of Die*) ou TRF (Troca Rápida de Ferramentas), introduzidos por Shigeo Shingo (1985), estabelecem que todos os setups devem ser concluídos em tempos inferiores a 10 minutos, dividindo as operações de preparação em etapas internas e externas à máquina (SHINGO, 2000).

Segundo Shingo (2000), a base do seu método está no entendimento de que as operações de setup são divididas em dois tipos: o setup interno e o setup externo. O setup interno, conforme descrito por Reis e Alves (2010), consiste em atividades que só podem ser executadas quando a máquina não está em funcionamento, como a remoção e montagem de matrizes. Cakmakci e Karasu (2007) complementam essa definição, advertindo que a realização de setup interno enquanto a máquina está em operação geralmente contraria as premissas de segurança, colocando em risco a integridade do colaborador que realiza o setup, bem como a dos equipamentos e a qualidade do produto. Outrora o setup externo é constituído por atividades que podem ser realizadas mesmo com a máquina está em funcionamento, tais como o deslocamento de matrizes já utilizadas para o almoxarifado, ou transporte de novas matrizes para a máquina.

O SMED demonstra eficácia em reduzir o tempo de preparação, permitindo a realização de um maior número de setups, possibilitando a diversificação de produtos com pequenos lotes, menor *lead time*, aumento da produtividade, lucratividade e agilidade na resposta ao cliente (BASTOS; LOFFAGEN; CARDOSO, 2016; DIAS et al., 2016). Além disso, a técnica do SMED proporciona maior compreensão do processo de preparação, reduzindo o tempo ocioso e aumentando a competitividade das organizações (SILVA; ALSISI; COSTA, 2016; REIS; ALVES, 2010). Com a sua aplicação, é possível padronizar atividades não críticas ao processo, mas fundamentais para a qualidade do produto, por meio de inspeções e maior agilidade na troca de produtos (GAZEL; SALLES; FEITOSA, 2014).

2.1.1 *Estágios para aplicação do SMED*

Segundo Shingo (2000), o SMED apresenta quatro estágios básicos para sua aplicação, os quais são descritos a seguir:

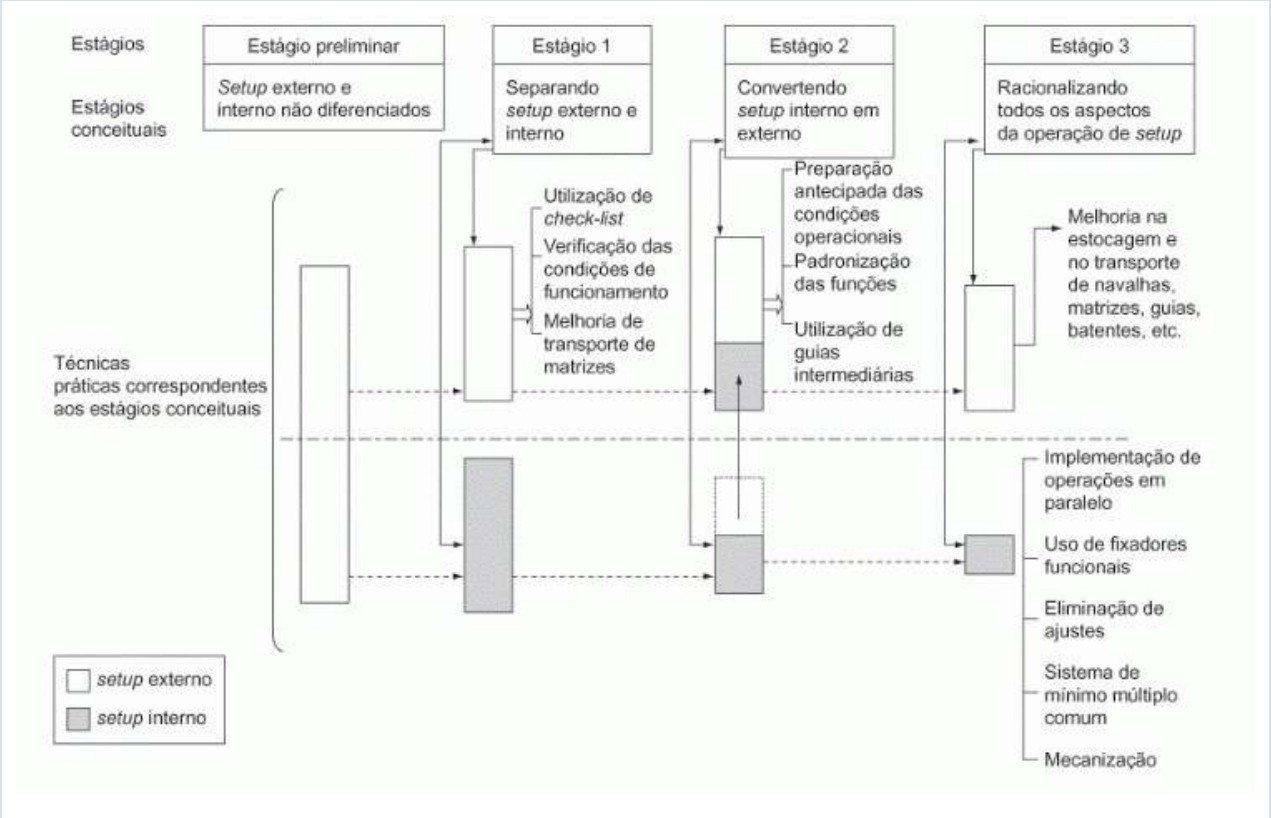
No estágio inicial, as condições de setup interno e externo não se distinguem. Muitas ações que poderiam ser realizadas como setup externo, como a procura de ferramentas ou manutenção

da matriz, são executadas enquanto a máquina está parada. Isso resulta em um aumento desnecessário do tempo de preparação.

No estágio 1, que é considerado o mais importante na implementação da metodologia SMED, ocorre a separação das operações de setup interno e externo. Em seguida, no estágio 2, analisam-se as operações de setup atuais para determinar se alguma das atividades consideradas setup interno pode ser convertido em setup externo.

Finalmente, no estágio 3, todos os aspectos das operações de setup, tanto internas quanto externas, são examinados minuciosamente para identificar eventuais oportunidades adicionais de melhoria, como demonstra a Figura 1.

Figura 1 – Estágios e técnicas da metodologia SMED



Fonte: Adaptado de Shingo (2000).

2.1.2 *Benefícios do SMED*

A implementação da metodologia SMED traz uma série de benefícios significativos para as empresas. Ao reduzir o tempo de setup de equipamentos industriais, o SMED permite uma produção mais ágil e eficiente, aumentando a flexibilidade operacional das organizações. Isso significa que as empresas podem responder de forma mais rápida às demandas do mercado, produzindo lotes menores de produtos de forma mais econômica e sem comprometer a qualidade. Calhado et al. (2015) ressalta que a implementação da metodologia SMED possibilita um aumento da flexibilidade dinâmica, permitindo que as empresas acompanhem as variações do mercado de forma mais eficaz. Além disso, a adoção do SMED viabiliza a produção em lotes pequenos, o que contribui para uma maior adaptabilidade às demandas do mercado.

Por sua vez, Cechect et al. (2008) observam que a redução do *lead time* e dos níveis de estoque é um dos benefícios diretos obtidos com a aplicação da metodologia SMED. Isso significa que as

empresas podem reduzir o tempo necessário para executar determinadas tarefas, o que resulta em uma resposta mais rápida às demandas dos clientes e em uma gestão mais eficiente dos estoques.

Xavier e Carvalho (2014) enfatizam que a implementação do SMED reflete positivamente no relacionamento com os clientes. Isso se traduz em um melhor desempenho de entrega, com prazos mais confiáveis e consistentes, além de uma maior capacidade de resposta às necessidades dos clientes, aumentando, assim, a satisfação e fidelização dos mesmos.

Por fim, Corazza (2016) destaca que a adoção da metodologia SMED promove uma série de melhorias internas nas empresas, incluindo organização, padronização de processos, pontualidade nos prazos de entrega e uma maior robustez na qualidade das atividades realizadas. Esses benefícios contribuem para uma operação mais eficiente e competitiva no mercado.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa tomou como base a proposta de redução no tempo de setup em uma empresa de artefatos de borracha automotivos, de grande porte, localizada no interior do estado de São Paulo. Realizou-se uma pesquisa bibliográfica, em que a revisão literária é descrita por Gil (2020, p. 44) como sendo uma ação sobre material já produzido.

> Praticamente toda pesquisa acadêmica requer em algum momento a realização de trabalho que pode ser caracterizado como pesquisa bibliográfica. [...] atualmente, um capítulo ou seção é dedicado à revisão bibliográfica, que é elaborada com o propósito de fornecer fundamentação teórica ao trabalho, bem como a identificação do estágio atual do conhecimento referente ao tema (GIL, 2020, p. 44).

Para atender aos objetivos propostos e promover melhorias nos processos, foi conduzida uma pesquisa de natureza descritiva. Essa decisão metodológica se embasa na relevância dos estudos descritivos como base para investigações correlacionais, as quais, por sua vez, fornecem informações essenciais para conduzir estudos explicativos. Estes, por sua vez, visam aprofundar a compreensão e estruturar de forma abrangente a pesquisa (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2013). Em seguida, foi proposto um estudo de caso em uma empresa produtora de artefatos de borracha, concentrando-se na implementação de 7 etapas para a aplicação do SMED na célula produtiva, com o objetivo de demonstrar concretamente os benefícios dessa abordagem em termos de eficiência e produtividade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da metodologia estudada a proposta a ser apresentada visa aplicar os conceitos abordados seguindo assim um roteiro a ser diagnosticada almejando a redução substancial do tempo de setup e a maximização da eficiência da produção. Detalham-se, em sete etapas distintas, os procedimentos operacionais necessários para atingir tais objetivos.

4.1 Etapa 1: análise e planejamento inicial

Primeiramente, uma equipe multifuncional deve ser formada, composta por operadores de máquinas, técnicos de manutenção, engenheiros de processo e gestores de produção. Cada membro deve ter um papel claramente definido e contribuir com sua experiência para o sucesso do projeto.

Em seguida, toda a equipe deve ser capacitada nos princípios e etapas do SMED. Workshops, treinamentos práticos e sessões de estudo devem ser utilizados para garantir que todos compreendam a metodologia e seus benefícios.

Por fim, metas claras e quantificáveis devem ser estabelecidas para a redução do tempo de setup. Prazos e indicadores de desempenho devem ser definidos para monitorar o progresso ao longo do tempo.

4.2 Etapa 2: documentação do processo atual

Primeiramente, devem ser gravados vídeos dos processos de setup atuais, capturando todas as etapas e ações realizadas. Essas filmagens serão essenciais para uma análise detalhada e para identificar possíveis melhorias.

Em seguida, devem ser coletados dados abrangentes sobre o setup. O tempo gasto em cada atividade, os recursos utilizados e cada ação realizada devem ser registrados detalhadamente, incluindo quem a executa e o tempo necessário para completá-la.

4.3 Etapa 3: análise das atividades de setup

Deve-se identificar e categorizar todas as atividades de setup, dividindo-as em duas categorias: atividades internas, que são executadas com a máquina parada, e atividades externas, que são realizadas enquanto a máquina está em operação.

Em seguida, uma lista detalhada de todas as atividades de setup deve ser criada, especificando claramente quais são internas e quais são externas.

4.4 Etapa 4: separação das atividades internas e externas

As atividades de setup devem ser reorganizadas, realocando o máximo possível de atividades internas para serem realizadas como atividades externas. É importante preparar ferramentas e materiais enquanto a máquina ainda está operando, para que estejam prontos quando a máquina parar.

Além disso, uma preparação pré-setup deve ser feita. Todos os recursos necessários devem ser organizados e preparados antes de iniciar o setup, incluindo ferramentas, peças e documentação necessária.

4.5 Etapa 5: conversão de atividades internas em externas

Deve-se realizar uma análise crítica das atividades internas, avaliando cada uma para determinar se pode ser convertida em uma atividade externa. Deve-se verificar se essas atividades podem ser realizadas antecipadamente ou de maneira diferente, de modo a não requerer a máquina parada.

Além disso, devem ser implementadas ferramentas e equipamentos que permitam a realização de ajustes e preparações enquanto a máquina ainda está operando.

4.6 Etapa 6: racionalização e otimização

Para otimizar o setup em uma empresa de artefatos de borracha, é essencial seguir um processo abrangente. Iniciando pela simplificação e padronização das atividades de setup, eliminando etapas desnecessárias e otimizando a sequência das ações para reduzir o tempo total de setup.

Em seguida, devem ser desenvolvidos checklists detalhados para garantir a consistência e completude das atividades de setup, assegurando que nada seja esquecido ou negligenciado.

Além disso, um programa de manutenção preventiva deve ser implementado para garantir que as máquinas e ferramentas estejam sempre em boas condições de funcionamento. Isso ajudará a evitar interrupções não planejadas e a manter a eficiência do processo de setup ao longo do tempo.

4.7 Etapa 7: treinamento, monitoramento e melhoria contínua

Para maximizar a eficiência do setup em uma fábrica de artefatos de borracha, é crucial seguir um conjunto abrangente de passos na metodologia SMED.

Primeiramente, os operadores devem ser capacitados nas novas práticas e procedimentos de setup, realizando-se sessões de treinamento regularmente para manter o conhecimento atualizado. Devem ser conduzidas simulações e exercícios práticos de setup para reforçar o aprendizado dos operadores. O monitoramento dos resultados é essencial, acompanhando-se os tempos de setup regularmente, comparando-os com os objetivos estabelecidos e utilizando indicadores de desempenho para avaliar o progresso.

O feedback dos operadores deve ser coletado e os procedimentos ajustados conforme necessário, implementando-se ciclos contínuos de melhoria. Todas as mudanças e novos procedimentos de setup devem ser registrados em documentos claros e acessíveis, garantindo a padronização e consistência dos processos.

Após a implementação das mudanças, os resultados devem ser avaliados comparando-se os tempos de setup antes e depois da adoção da metodologia SMED, comunicando-se os ganhos de eficiência para toda a organização. Seguir essas etapas na implementação da metodologia SMED resultará em uma significativa redução no tempo de setup, aumentando a eficiência e a capacidade produtiva da fábrica de artefatos de borracha. O compromisso contínuo com a melhoria e a padronização dos processos garantirá a sustentabilidade dos ganhos obtidos.

Além disso, espera-se um aumento substancial na eficiência produtiva. Com setups mais rápidos, as máquinas passarão mais tempo em operação, maximizando a utilização dos recursos e aumentando a capacidade de produção da empresa. Isso resultará em uma redução nos custos operacionais, uma vez que menos tempo de inatividade das máquinas significa menos desperdício de recursos e uma melhor alocação dos mesmos.

A flexibilidade na produção também será aprimorada. A capacidade de realizar setups rápidos e eficientes permitirá que a empresa ajuste sua produção de acordo com as demandas específicas dos clientes, sem comprometer a eficiência ou a qualidade dos produtos. Isso aumenta a capacidade da empresa de atender às necessidades variáveis do mercado e de se adaptar a mudanças repentinas nas preferências dos consumidores.

Além dos benefícios operacionais, a implementação do SMED também pode levar a uma melhoria na moral e satisfação dos operadores. Um processo de setup mais eficiente e menos estressante pode aumentar a motivação da equipe e melhorar o ambiente de trabalho como um todo. A participação ativa dos operadores na implementação das melhorias também pode aumentar o engajamento e o senso de responsabilidade sobre os processos produtivos.

Por fim, espera-se que a empresa alcance um retorno significativo sobre o investimento inicial feito na implementação da metodologia SMED. Os ganhos em eficiência operacional, redução de

custos e melhoria na qualidade dos produtos devem resultar em benefícios financeiros tangíveis, garantindo a sustentabilidade e competitividade da empresa a longo prazo.

Esses resultados esperados destacam os amplos benefícios que a aplicação do SMED pode proporcionar para uma empresa de artefatos de borracha, desde a eficiência operacional até a satisfação dos funcionários e a rentabilidade financeira.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo do estudo, destacamos os diversos benefícios que a adoção do SMED pode trazer para a empresa, incluindo a redução do tempo de setup das máquinas, a diminuição dos custos operacionais, a maior flexibilidade na produção e a promoção de um ambiente de trabalho mais seguro e satisfatório para os colaboradores.

De tal forma, alcançamos o objetivo principal desse trabalho, identificando a relevância da redução do tempo de setup em uma célula produtiva de artefatos de borracha por meio da metodologia SMED. Destarte, o estudo estabeleceu um padrão de tempo como referência para dimensionamento e implementação de melhorias nos processos produtivos da célula.

Portanto, ao considerar os benefícios do SMED tanto para a empresa quanto para outras que possam adotar essa metodologia, reforçamos a importância de investir em práticas de melhoria contínua e inovação para garantir a competitividade e sustentabilidade a longo prazo. Este trabalho representa um passo em direção a esse objetivo, fornecendo um exemplo concreto de como o SMED pode ser implementado com sucesso e os benefícios que pode trazer para as organizações.

Ademais, ressaltamos que esse estudo não compreendeu o esgotamento da referida temática, mas abriu portas para novos olhares e estudos em relação a metodologia SMED, bem como para desdobramentos e possíveis continuidades pelos quais essa pesquisa pode direcionar.

REFERÊNCIAS

BASTOS, A. L. A. SMED e redução do tempo de setup em um processo produtivo. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 6., 2016, Paraná. **Anais** [...]. Paraná, 2016. p. 1-9.

CAKMAKCI, M.; KARASU, M. K. Set-up time reduction process and integrated predetermined time system MTM-UAS: a study of application in a large size company of automobile industry. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 33, n. 3-4, p. 334-344, 2007.

CALHADO, M. P.; FRANCE, L. D. A.; ROCHA, Y. B.; OLIVEIRA, F. M. V. B.; OLIVEIRA NETO, P. C. Implantação do método de troca rápida de ferramentas no setor de usinagem em uma indústria de autopeças. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 35., 2015, Fortaleza. **Anais** [...]. Fortaleza, 2015.

CECHECT, I. A.; KAININ, J. I.; COSTA, C. A.; LUCIANO, M. A. Implantação dos conceitos de TRF em uma empresa do setor de plásticos. *In*: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2008, Bauru. **Anais** [...]. Bauru, 2008.

CORAZZA, E. J. Otimização do tempo de setup no setor de usinagem, em uma empresa de processamento de alumínio de Joinville/SC – Brasil. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 36., 2016, João Pessoa. **Anais** [...]. João Pessoa, 2016.

GAZEL, W. F.; SALLES, J. A. A.; FEITOSA, W. H. Redução do tempo de setup em uma linha de ingredientes sólidos de uma fábrica alimentícia do PIM: estudo de caso. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 34., 2014, Paraná. **Anais** [...]. Paraná, 2014. p. 15-26.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 7. ed. Barueri: Atlas, 2022.

HIRANO, H. **JIT implementation manual**: the complete guide to just-in-time manufacturing. [*S. l.*]: CRC Press, 2009. v. 2. 216 p.

MCCARTHY, R. Toolroom management: presetting increases profits and productivity. **MoldMaking Technology**, [*s. l.*], 2006.

MÉNDEZ, J. D. M.; RODRÍGUEZ, R. S. Set-up reduction in an interconnection axle manufacturing cell using SMED. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 84, p. 1907-1916, 2015.

PALOMINO, R.; LUCATO, A. V. R. Implementação da metodologia SMED: um estudo de caso em uma célula de produção do ramo automobilístico. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 36., 2016, Paraíba. **Anais** [...]. Paraíba, 2016. p. 1-26.

REIS, M. E. P.; ALVES, J. M. Um método para o cálculo do benefício econômico e definição da estratégia em trabalhos de redução do tempo de setup. **Revista Gestão e Produção**, São Carlos, v. 17, n. 3, p. 579-588, 2010.

SAMPIERI, Roberto Hernández; COLLADO, Carlos Fernández; LUCIO, María del Pilar Baptista. **Metodologia de pesquisa**. Tradução: Daisy Vaz de Moraes. Revisão técnica: Ana Gracinda Queluz Garcia, Dirceu da Silva, Marcos Júlio. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2013. E-book. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788565848367/pageid/1. Acesso em: 20 out. 2022.

SHINGO, S. **A revolution in manufacturing**: the SMED system. Cambridge, MA: Productivity Press, 1985. 384 p.

SHINGO, S. **O sistema de troca rápida de ferramentas**. Porto Alegre: Bookman, 2000. 327 p.

SILVA, C.; PEREIRA, S. P. S. **Implementação da metodologia SMED no setor das prensas de corte de chapa**. 2014. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2014. Disponível em: https://estudogeral.uc.pt/bitstream/10316/39073/1/Implementacao%20da%20Metodologia%20SMED%20no%20Setor%20das%20Prensas%20de%20Corte%20de%20Chapa.pdf. Acesso em: 7 abr. 2024.

SILVA, J. P. N.; ALSISI, R. B.; COSTA, F. G. Aplicação da troca rápida de ferramentas em uma empresa de corte e dobra de aço. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 36., 2016, Paraíba. **Anais** [...]. Paraíba, 2016. p. 1-13.

XAVIER, C. A. R.; CARVALHO, S. M. A melhoria do setup de uma empresa de usinagem: um estudo de caso em Porto Velho. **Revista Interdisciplinar Científica Aplicada**, v. 8, n. 2, p. 12-34, 2014.

Os conceitos e as opiniões expressos neste artigo são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

INTERFACE TECNOLÓGICA

TECNOLOGIA EM PRODUÇÃO INDUSTRIAL
Interface Tecnológica · v. 23, n. 1, 2026 · p. 273–280
ISSN on-line 2447-0864 · ISSN impresso 1807-3980
https://doi.org/10.31510/infa.v23i1.2410

LOGÍSTICA REVERSA E EMBALAGENS SUSTENTÁVEIS NA COMPETITIVIDADE ORGANIZACIONAL: uma revisão bibliográfica

Reverse logistics and sustainable packaging in organizational competitiveness: a literature review

Ingrid Caroline Garavello[1], Luís Fernando Terazzi[2]

AUTORIA

[1] **Ingrid Caroline Garavello**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
ingrid.garavello@fatec.sp.gov.br
ORCID: https://orcid.org/0009-0009-4415-0776

[2] **Luís Fernando Terazzi**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
luis.terazzi@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4251-7326

HISTÓRICO

Recebido	06/04/2026
Aceito	06/06/2026
Publicado	30/06/2026

COMO CITAR

GARAVELLO, I. C.; TERAZZI, L. F. Logística reversa e embalagens sustentáveis na competitividade organizacional: uma revisão bibliográfica. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 23, n. 1, p. 273-280, 2026. DOI: 10.31510/infa.v23i1.2410.

LICENÇA

Artigo de acesso aberto distribuído sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

cc BY 4.0

RESUMO

A preocupação cada vez maior com o meio ambiente tem motivado mudanças na forma como as organizações tratam o uso de embalagens e o destino dado aos resíduos depois que consumimos algo. Nesse contexto, a logística reversa associada às embalagens sustentáveis passa a desempenhar um papel estratégico, ultrapassando a função operacional e assumindo relevância na gestão de operações e na competitividade empresarial. Assim, este artigo busca entender como a logística reversa, aliada ao uso de embalagens sustentáveis, pode ajudar uma empresa a se destacar das demais. Para tanto, trata-se de uma revisão bibliográfica de natureza descritiva e abordagem qualitativa, com base na análise de literatura científica nacional e internacional. Os resultados evidenciam que a integração entre embalagens sustentáveis e logística reversa promove ganhos operacionais, reduz riscos regulatórios e de reputação. Além disso, tais práticas favorecem a incorporação de indicadores ambientais e sociais aos sistemas de desempenho, ampliando a transparência e a resiliência organizacional. Conclui-se que a logística reversa aplicada às embalagens sustentáveis configura-se como um elemento estratégico, capaz de fortalecer a competitividade das organizações.

Palavras-chave: Economia circular. Embalagens sustentáveis. Sustentabilidade.

ABSTRACT

The growing concern for the environment has motivated changes in how organizations handle packaging use and the disposal of waste after consumption. In this context, reverse logistics associated with sustainable packaging plays a strategic role, going beyond operational functions and becoming relevant in operations management and business competitiveness. Therefore, this article seeks to understand how reverse logistics, combined with the use of sustainable packaging, can help a company stand out from the rest. To this end, it is a descriptive literature review with a qualitative approach, based on the analysis of national and international scientific literature. The results show that the integration of sustainable packaging and reverse logistics promotes operational gains and reduces regulatory and reputational risks. Furthermore, such practices favor the incorporation of environmental and social indicators into performance systems, increasing transparency and organizational resilience. It is concluded that reverse logistics applied to sustainable packaging is a strategic element capable of strengthening the competitiveness of organizations.

Keywords: Circular economy. Sustainable packaging. Sustainability.

1 INTRODUÇÃO

Segundo MacArthur (2021), o fortalecimento das agendas de sustentabilidade e economia circular tem provocado transformações significativas na forma como as organizações estruturam suas cadeias de suprimentos e gerenciam seus impactos ambientais. Por isso, percebe-se que setores que utilizam muitas embalagens têm um papel importante, já que esses materiais representam uma parte significativa dos resíduos gerados após o consumo, o que aumenta os desafios ambientais e logísticos para dar a eles um destino adequado (SILVA, 2021). Neste cenário, Leite (2017) ressalta que a logística reversa vem ganhando destaque como uma estratégia das empresas, pois permite que produtos e embalagens retornem ao ciclo produtivo.

Mais do que apenas seguir normas, essa prática contribui para deixar a logística mais eficiente e ainda ajuda a reduzir os impactos no meio ambiente, mostrando sua importância para uma gestão mais sustentável das cadeias produtivas (GUARNIERI; CERQUEIRA-STREIT; BATISTA, 2020). No Brasil, a Lei nº 10.936/2022 considera a logística reversa uma ferramenta essencial para garantir o destino adequado dos resíduos. A partir disso, surge o princípio da responsabilidade compartilhada ao longo de todo o ciclo de vida dos produtos, o que acaba influenciando diretamente as estratégias das empresas e a forma como organizam seus processos logísticos nas cadeias de suprimentos (BRASIL, 2010).

Além de seguir normas e regras, Kotler e Keller (2012) apontam que os consumidores estão cada vez mais preocupados com o impacto ambiental das suas escolhas na hora de comprar. No caso das embalagens, a Associação Brasileira de Embalagem (ABRE, 2023) mostra que o setor movimentou cerca de R$ 144,4 bilhões no Brasil em 2023, o que evidencia sua grande importância para a economia. Por outro lado, esse alto volume também revela a grande quantidade de resíduos gerados após consumo, aumentando a necessidade de soluções logísticas e ambientais que ajudem a reduzir os impactos e incentivar o reaproveitamento de materiais (ABRE, 2023).

Sob a ótica da economia circular, Landim *et al.* (2016) defendem que a adoção de embalagens sustentáveis, como aquelas recicláveis, reutilizáveis ou produzidas com conteúdo reciclado, contribui para a redução da extração de recursos naturais e para a extensão do ciclo de vida dos materiais. Na gestão de operações, Slack, Brandon-Jones e Johnston (2020) argumentam que vantagens competitivas sustentáveis são construídas a partir do alinhamento entre prioridades de desempenho, como custo, qualidade, agilidade, confiabilidade e flexibilidade, e as decisões estruturais da operação.

Assim, quando a sustentabilidade é incorporada como prioridade competitiva, decisões relacionadas às embalagens e à logística reversa passam a integrar o núcleo das estratégias corporativas, conforme também destacam Corrêa e Corrêa (2017). Por outro lado, Oliveira (2018) evidencia que a implementação da logística reversa no Brasil ainda enfrenta desafios significativos, associados à infraestrutura limitada, à desigualdade regional na oferta de serviços e às dificuldades na organização da coleta seletiva.

Diante desse contexto, justifica-se a realização de estudos que analisem a logística reversa aplicada às embalagens não apenas sob a ótica ambiental e legal, mas também como um elemento estratégico capaz de contribuir para a competitividade das organizações em um ambiente de mercado cada vez mais sensível às questões de sustentabilidade.

Assim, o objetivo deste artigo é analisar, por meio de uma revisão bibliográfica de abordagem qualitativa, como a logística reversa associada ao uso de embalagens sustentáveis pode atuar

como um diferencial competitivo, considerando seus impactos no desempenho operacional, econômico e estratégico.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo Leite (2017), os estudos sobre gestão da produção evidenciam uma ampliação do papel da logística reversa e das embalagens sustentáveis no contexto estratégico das organizações. Nesse sentido, tais práticas deixam de ser compreendidas apenas como mecanismos de conformidade ambiental e passam a integrar decisões voltadas à criação de valor, à eficiência operacional e ao posicionamento competitivo em ambientes de mercado cada vez mais regulados. Corroborando, Slack, Brandon-Jones e Johnston (2020) destacam que questões ambientais, quando incorporadas às prioridades de desempenho, influenciam diretamente os resultados operacionais de longo prazo.

Guarnieri, Cerqueira-Streit e Batista (2020) preconizam que a crescente pressão de consumidores mais conscientes, investidores orientados por critérios sociais e ambientais mais rigorosos tem impulsionado a sustentabilidade nas estratégias corporativas. Assim, iniciativas relacionadas à logística reversa e às embalagens sustentáveis passam a ser percebidas como investimentos estratégicos capazes de gerar benefícios econômicos, operacionais e reputacionais ao longo da cadeia de suprimentos (CORRÊA; CORRÊA, 2017).

2.1 Logística reversa e sustentabilidade

De acordo com Leite (2017), a logística reversa envolve todas as atividades que organizam, colocam em prática e acompanham o fluxo de produtos, materiais e informações no sentido contrário ao da cadeia produtiva. Isso possibilita que os produtos retornem ao ciclo produtivo ou sejam descartados e reciclados de maneira adequada ao meio ambiente. O autor ressalta que a logística reversa une o aspecto econômico à preocupação ambiental, permitindo não apenas recuperar o valor, mas também diminuir os impactos causados pelo descarte inadequado de produtos.

Sob a ótica da economia circular, Silva (2021) amplia essa discussão ao afirmar que a logística reversa desempenha papel central na reinserção de recursos no sistema produtivo, reduzindo a dependência de matérias-primas. Ao promover ciclos mais fechados de materiais, tais práticas contribuem para ganhos de eficiência, inovação em processos e redução de desperdícios ao longo das cadeias produtivas (LEITE, 2017).

Por sua vez, Slack, Brandon-Jones e Johnston (2020) denotam que a sustentabilidade pode ser incorporada como uma prioridade de desempenho nas operações, influenciando dimensões como custo, qualidade, confiabilidade e flexibilidade. Nessa perspectiva, Corrêa e Corrêa (2017) indicam que a logística reversa deixa de ser percebida apenas como uma exigência regulatória e passa a integrar decisões estratégicas orientadas para resultados de longo prazo.

2.2 Embalagens sustentáveis

De acordo com Oliveira (2018), o conceito de embalagens sustentáveis está associado à consideração de todo o ciclo de vida do produto, desde a seleção das matérias primas até sua destinação final após o consumo. Nesse sentido, o autor enfatiza que soluções sustentáveis buscam minimizar o uso de recursos não renováveis, estimular a reutilização e a reciclagem e reduzir impactos ambientais ao longo das etapas produtivas e logísticas.

Landim *et al.* (2016) destacam que a aplicação de princípios de *ecodesign* nas embalagens contribui para a redução de excessos, a simplificação estrutural e a melhoria do desempenho ambiental dos produtos. Em relação a gestão de operações, Corrêa e Corrêa (2017) denotam que decisões relacionadas às embalagens exercem influência direta sobre os custos operacionais, a eficiência logística e o nível de serviço ao cliente, reforçando a necessidade de alinhamento entre sustentabilidade e desempenho operacional.

Outrossim, Guarnieri, Cerqueira-Streit e Batista (2020) observam a ampliação do uso de matérias primas alternativas, embalagens compostáveis, sistemas de refil e modelos de devolução, bem como a incorporação de tecnologias digitais para rastreamento e monitoramento. Essas inovações têm contribuído para maior integração entre embalagens e sistemas de logística reversa, fortalecendo a imagem das marcas e ampliando a confiança dos consumidores ao longo da cadeia produtiva.

2.3 Vantagem competitiva na integração de embalagens sustentáveis e gestão de operações

Porter (1985) destaca que a vantagem competitiva decorre da capacidade das empresas de estruturar suas atividades de forma diferenciada, criando valor que seja percebido pelo mercado e, ao mesmo tempo, difícil de ser reproduzido pelos concorrentes. Nesse cenário, decisões operacionais assumem papel central, uma vez que influenciam diretamente custos, qualidade e desempenho dos processos produtivos. Sob essa ótica, Slack, Brandon-Jones e Johnston (2020) argumentam que a gestão de operações deve estar alinhada às prioridades estratégicas da organização, incorporando dimensões que vão além da eficiência tradicional. Entre essas dimensões, a sustentabilidade passa a ocupar espaço relevante, especialmente quando integrada às decisões relacionadas ao desenho de processos, à utilização de recursos e à padronização de práticas operacionais.

Nesse contexto, Leite (2017) observa que a logística reversa, quando associada ao uso de embalagens sustentáveis, contribui para a racionalização de recursos e para a redução de desperdícios, favorecendo ganhos operacionais e econômicos. Assim, a integração entre embalagens sustentáveis e gestão de operações permite que as empresas obtenham melhorias contínuas em seus processos, ao mesmo tempo em que respondem as crescentes demandas ambientais e regulatórias.

De forma complementar, Corrêa e Corrêa (2017) destacam que decisões operacionais bem planejadas ajudam a alinhar estratégia e execução, fortalecendo a competitividade das empresas. Assim, o uso de embalagens sustentáveis dentro da gestão de operações deixa de ser apenas uma ação ambiental e se torna um componente estratégico, capaz de gerar vantagens competitivas mais sólidas em um mercado cada vez mais exigente.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Definir os procedimentos metodológicos é fundamental para garantir que os objetivos do estudo, a abordagem escolhida e os resultados estejam alinhados. Por isso, esta pesquisa tem caráter descritivo, pois busca organizar conceitos, classificações e abordagens teóricas, permitindo entender como essas práticas vêm sendo aplicadas no contexto das empresas (TURRIONI; MELLO, 2012).

Em relação a abordagem, o estudo caracteriza-se como qualitativo, uma vez que se baseia na interpretação de conceitos, modelos teóricos e discussões presentes na literatura, sem recorrer à mensuração numérica de dados. Conforme destaca Gil (2017), a pesquisa qualitativa é adequada

quando o objetivo é compreender fenômenos organizacionais e sociais a partir da análise de significados, relações e contextos, característica compatível com investigações voltadas à sustentabilidade e à gestão de operações.

Em relação aos procedimentos técnicos, a pesquisa se baseia em uma revisão bibliográfica, analisando livros, artigos científicos, normas legais e documentos institucionais sobre logística reversa, embalagens sustentáveis e gestão de operações. Segundo Turrioni e Mello (2012), a revisão bibliográfica permite ter contato direto com a produção acadêmica consolidada, ajudando a construir um referencial teórico sólido e a desenvolver análises críticas sobre o tema estudado.

A seleção das fontes foi realizada em bases acadêmicas nacionais e internacionais, priorizando publicações reconhecidas na área de gestão, logística e sustentabilidade, bem como documentos oficiais e relatórios institucionais relevantes para o contexto brasileiro. Esse procedimento permitiu integrar diferentes perspectivas teóricas e normativas, contribuindo para uma compreensão mais ampla do objeto de estudo no que se refere à condução de pesquisas de natureza teórica (TURRIONI; MELLO, 2012).

Dessa forma, os procedimentos metodológicos escolhidos garantem que a proposta do estudo esteja bem alinhada às técnicas utilizadas, criando uma base teórica sólida. Além disso, a abordagem adotada permite que os resultados forneçam informações úteis e relevantes tanto para pesquisadores quanto para gestores.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo Leite (2017) e Guarnieri, Cerqueira-Streit e Batista (2020), os resultados obtidos a partir da revisão bibliográfica indicam uma adequação na forma como as embalagens e a logística reversa são incorporadas às estratégias organizacionais. A literatura analisada demonstra que essas práticas deixam de ocupar uma posição inferior, restrita à conformidade ambiental, e passam a integrar decisões relacionadas à competitividade, à eficiência operacional e principalmente à criação de valor no longo prazo da marca.

Sob uma perspectiva histórica, Leite (2017) e Silva (2021) apontam que, nos modelos tradicionais de gestão, as embalagens eram criadas prioritariamente para atender requisitos funcionais e econômicos imediatos, como proteção do produto e redução de custos logísticos. Nesse contexto, o fluxo reverso era inexistente ou pouco estruturado, o que transferia ao consumidor e ao poder público a responsabilidade total pelo descarte. Conforme Guarnieri, Cerqueira-Streit e Batista (2020), essa abordagem, embora operacionalmente eficiente no curto prazo, ampliava riscos regulatórios, ambientais e de reputação da marca.

Em contrapartida, Oliveira (2018) e Landim *et al.* (2016) evidenciam que a adoção de embalagens sustentáveis promove uma ruptura com essa lógica, ao incorporar princípios de produtos sustentáveis e da economia circular desde a fase de concepção do produto. Essa transição implica investimentos iniciais mais elevados, relacionados à escolha de materiais alternativos, adaptação de processos e implementação de sistemas de retorno. Contudo, conforme demonstram Guarnieri, Cerqueira-Streit e Batista (2020), esses custos tendem a ser compensados ao longo do tempo por ganhos de eficiência, redução do consumo de insumos virgens e fortalecimento da imagem institucional.

Na gestão de operações, Slack, Brandon-Jones e Johnston (2020) destacam que, quando a sustentabilidade se torna uma prioridade estratégica, ela transforma a forma como avaliamos o de-

sempenho. Isso significa que os resultados financeiros, antes o foco principal, passam a ser analisados junto com indicadores ambientais e sociais, oferecendo uma visão mais completa e equilibrada do desempenho organizacional.

Guarnieri, Cerqueira-Streit e Batista (2020) reforçam que a logística reversa e as embalagens sustentáveis contribuem para a resiliência das operações e para a mitigação de riscos ao longo das cadeias produtivas. Segundo esses autores, organizações que estruturam fluxos reversos eficientes apresentam maior capacidade de adaptação a mudanças regulatórias e flutuações no acesso a matérias-primas, o que se traduz em vantagens competitivas sustentáveis.

Outro aspecto relevante refere-se à relação com os gestores. Desse modo, Porter (1985) destaca que estratégias de diferenciação são construídas quando as empresas desenvolvem atividades difíceis de serem replicadas. Guarnieri, Cerqueira-Streit e Batista (2020) e Slack, Brandon-Jones e Johnston (2020) indicam que o engajamento de consumidores, cooperativas e parceiros logísticos em sistemas de logística reversa fortalece vínculos, amplia a parte social das organizações e cria barreiras competitivas baseadas em valores socioambientais, e não apenas em preço.

Assim, os resultados mostram que integrar embalagens sustentáveis à logística reversa vai além de uma simples adaptação operacional, trata-se de uma mudança estratégica na gestão de operações. Segundo Leite (2017) e Corrêa e Corrêa (2017), essa integração contribui para ganhos econômicos, redução de riscos e fortalecimento da competitividade, especialmente em um cenário de negócios cada vez mais preocupado com aspectos ambientais e sociais. O Quadro 1 ilustra essa relação, destacando as principais diferenças entre práticas tradicionais e sustentáveis e seus impactos estratégicos no desempenho das organizações.

Quadro 1 – Comparação das práticas tradicionais e sustentáveis e seu impacto estratégico

Dimensão	Prática tradicional	Prática sustentável	Impactos estratégicos	Base teórica
Foco de projeto	Proteção e custo imediato	Ciclo de vida, ecodesign e circularidade	Maior alinhamento com economia circular e inovação contínua	Landim et al. (2016); MacArthur (2021)
Materiais	Plástico virgem, papel-cartão convencional	Bioplásticos, reciclados, compostáveis, refil	Redução de dependência de insumos não renováveis	Landim et al. (2016); Oliveira (2018)
Medição de desempenho	Custo unitário e tempo de processo	Impacto ambiental, percentual reciclado, emissões evitadas	Novos indicadores fortalecem a transparência e a reputação	Slack, Brandon-Jones e Johnston (2020); Corrêa e Corrêa (2017)
Destino pós-consumo	Aterros, descarte informal, incineração	Reciclagem, reuso, logística reversa estruturada	Redução de resíduos e cumprimento de metas legais	Leite (2017); Silva (2021)
Relação com stakeholders	Consumidor como destinatário final	Consumidor, cooperativas e parceiros como agentes de retorno	Engajamento social, fidelização e criação de barreiras competitivas	Guarnieri, Cerqueira-Streit e Batista (2020)
Custo	Menor investimento inicial	Maior investimento inicial, mas retorno no médio prazo	Equilíbrio econômico-financeiro e mitigação de riscos de não conformidade regulatória	Corrêa e Corrêa (2017)
Valor agregado	Limitado à função de transporte/proteção	Valor simbólico, ambiental e reputacional	Diferenciação de marca e fortalecimento da competitividade	Porter (1985); Guarnieri, Cerqueira-Streit e Batista (2020)

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

As diferenças mostradas no Quadro 1 revelam uma transformação na maneira como as organizações enxergam o papel das embalagens e da logística reversa em suas operações. A passagem de práticas tradicionais para modelos sustentáveis amplia a tomada de decisões, incluindo não

apenas a eficiência de curto prazo, mas também impactos ambientais, riscos legais e o fortalecimento do posicionamento competitivo das empresas.

De maneira convergente, Guarnieri, Cerqueira-Streit e Batista (2020) ressaltam que a incorporação de indicadores ambientais e sociais aos sistemas de medição de desempenho contribui para maior transparência, governança e capacidade de resposta das organizações frente às exigências do mercado e da legislação. Nesse contexto, as práticas sustentáveis associadas às embalagens e à logística reversa fortalecem a resiliência operacional, ao reduzir a dependência de insumos não renováveis e ao estimular a inovação contínua nos processos produtivos.

Slack, Brandon-Jones e Johnston (2020) complementam essa análise ao afirmar que decisões estruturais alinhadas à sustentabilidade tendem a gerar vantagens competitivas mais duradouras, justamente por envolverem mudanças sistêmicas difíceis de serem imitadas. Assim, conforme sintetizado no Quadro 1, a integração entre embalagens sustentáveis e logística reversa configura-se como um elemento estratégico capaz de redefinir a forma como as empresas competem, ao combinar desempenho operacional, responsabilidade socioambiental e criação de valor no longo prazo (CORRÊA; CORRÊA, 2017; LEITE, 2017).

Nesse sentido, MacArthur (2021) preconiza que a integração entre embalagens sustentáveis e logística reversa contribui para a redução de emissões ao longo de todo o ciclo de vida, ao diminuir recursos, evitar desperdícios estruturais e promover sistemas produtivos regenerativos. Assim, os resultados discutidos reforçam que decisões operacionais relacionadas às embalagens e aos fluxos reversos possuem implicações que ultrapassam o desempenho organizacional, inserindo-se em um contexto mais amplo de transformação dos sistemas de produção e consumo (MACARTHUR, 2021).

5 CONCLUSÃO

A presente pesquisa permitiu consolidar uma compreensão teórica sobre o papel estratégico da logística reversa associada às embalagens sustentáveis no contexto da gestão de operações. A partir da análise da literatura, foi possível evidenciar que essas práticas vêm assumindo uma posição central nas decisões organizacionais, deixando de ser tratadas apenas como mecanismos de atendimento a exigências. Os resultados indicam que a incorporação de princípios sustentáveis ao projeto de embalagens e à estruturação de fluxos reversos contribui para a melhoria do desempenho operacional, para a redução de riscos regulatórios e reputacionais e para o fortalecimento da competitividade das organizações em mercados cada vez mais orientados por critérios socioambientais.

Em relação ao objetivo da pesquisa, pode-se afirmar que ele foi alcançado, pois o estudo permitiu compreender como a integração entre embalagens sustentáveis e logística reversa pode gerar impactos estratégicos positivos nas operações das empresas. Ficou claro que essa integração contribui para a criação de valor a longo prazo, ao combinar eficiência operacional, inovação e responsabilidade ambiental e social. Além disso, mostrou-se que essas práticas fortalecem a capacidade das organizações de atender às demandas dos gestores e se adaptar às mudanças regulatórias, reforçando seu posicionamento estratégico.

Como delimitação do estudo, vale destacar que ele tem caráter teórico e bibliográfico, não incluindo análises empíricas ou estudos de caso em organizações específicas. Por isso, os resultados refletem a interpretação da leitura disponível, o que pode limitar a aplicação das conclusões

em diferentes contextos práticos. Dessa forma, recomenda-se que pesquisas futuras explorem o tema por meio de estudo de caso ou pesquisas de campo, contribuindo para uma compreensão mais aprofundada de como essas práticas funcionam na prática e seus efeitos concretos no desempenho das organizações.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGEM (ABRE). **Estudo ABRE macroeconômico da embalagem e cadeia de consumo**. [*S. l.*], 2023.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2010.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GUARNIERI, P.; CERQUEIRA-STREIT, J. A.; BATISTA, L. C. Reverse logistics and the sectoral agreement of packaging industry in Brazil towards a transition to circular economy. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 153, 2020.

KOTLER, P.; KELLER, K. L. **Administração de marketing**. 14. ed. São Paulo: Pearson, 2012.

LANDIM, A. P. M.; BERNARDO, C. O.; MARTINS, I. B. A.; FRANCISCO, M. R.; SANTOS, M. B.; MELO, N. R. Sustentabilidade quanto às embalagens de alimentos no Brasil. **Polímeros**, v. 26, p. 82-92, 2016.

LEITE, P. R. **Logística reversa**: meio ambiente e competitividade. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MACARTHUR, E. **Completing the picture**: how the circular economy tackles climate change. Cowes, 2021.

OLIVEIRA, J. A. Embalagens sustentáveis: inovação e competitividade empresarial. **Revista Gestão & Produção**, v. 25, n. 2, p. 303-316, 2018.

PORTER, M. E. **Competitive advantage**: creating and sustaining superior performance. New York: Free Press, 1985.

SILVA, R. A. Sustentabilidade e logística reversa: desafios na cadeia de suprimentos. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 25, n. 1, p. 45-62, 2021.

SLACK, N.; BRANDON-JONES, A.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2020.

TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção**: estratégias, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas. Itajubá: Unifei, 2012.

Os conceitos e as opiniões expressos neste artigo são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

INTERFACE TECNOLÓGICA

TECNOLOGIA EM PRODUÇÃO INDUSTRIAL
Interface Tecnológica · v. 23, n. 1, 2026 · p. 281–291
ISSN on-line 2447-0864 · ISSN impresso 1807-3980
https://doi.org/10.31510/infa.v23i1.2412

GESTÃO DE PESSOAS NO VAREJO ALIMENTAR: desafios, benefícios e práticas organizacionais

Human resource management in food retail: challenges, benefits, and organizational practices

Laís Matheus de Angeli[1], Luís Fernando Terazzi[2]

AUTORIA

[1] **Laís Matheus de Angeli**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
laisangeli02@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0003-7027-4189

[2] **Luís Fernando Terazzi**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
luis.terazzi@cps.sp.gov.br
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4251-7326

HISTÓRICO

Recebido	08/04/2026
Aceito	09/06/2026
Publicado	30/06/2026

COMO CITAR

ANGELI, L. M. de; TERAZZI, L. F. Gestão de pessoas no varejo alimentar: desafios, benefícios e práticas organizacionais. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 23, n. 1, p. 281-291, 2026. DOI: 10.31510/infa.v23i1.2412.

LICENÇA

Artigo de acesso aberto distribuído sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

cc BY 4.0

RESUMO

Este estudo aborda a gestão de pessoas no varejo alimentar, considerando a relevância dos colaboradores como fator estratégico para o desempenho organizacional. O objetivo foi analisar as práticas de gestão de pessoas a partir da percepção de trabalhadores que atuam em funções operacionais. A pesquisa caracteriza-se como descritiva, com abordagem quantitativa, sendo realizada com 15 colaboradores de três organizações do setor localizadas na cidade de Taquaritinga, interior de São Paulo, por meio de questionário estruturado em escala Likert. Os resultados indicam que a jornada de trabalho, especialmente em finais de semana e feriados, e a sobrecarga de atividades constituem os principais desafios enfrentados, impactando o equilíbrio entre vida pessoal e profissional. Além disso, observou-se que benefícios relacionados à segurança financeira, saúde e qualidade de vida são mais valorizados, enquanto as oportunidades de crescimento apresentam percepções moderadas. Conclui-se que a gestão de pessoas no setor demanda práticas alinhadas às expectativas dos colaboradores, contribuindo para maior satisfação e melhor desempenho organizacional.

Palavras-chave: Condições de trabalho. Motivação profissional. Recursos humanos.

ABSTRACT

This study addresses human resource management in the food retail sector, considering the relevance of employees as a strategic factor for organizational performance. The objective was to analyze HR management practices based on the perception of workers in operational roles. The research is characterized as descriptive, with a quantitative approach, conducted with 15 employees from three organizations in the sector located in the city of Taquaritinga, in the interior of São Paulo, using a structured questionnaire based on a Likert scale. The results indicate that working hours, especially on weekends and holidays, and work overload are the main challenges faced, impacting the balance between personal and professional life. Furthermore, benefits related to financial security, health, and quality of life were found to be more valued, while growth opportunities showed moderate perceptions. It is concluded that HR management in the sector requires practices aligned with employees' expectations, contributing to greater satisfaction and improved organizational performance.

Keywords: Working conditions. Professional motivation. Human resources.

1 INTRODUÇÃO

Segundo Marras (2017), os colaboradores representam um dos principais diferenciais competitivos das organizações, pois tecnologias e processos podem ser replicados, mas a capacidade de relacionamento, criatividade e engajamento dos funcionários é única. No varejo alimentar, onde o contato direto com os clientes é determinante, a motivação e a permanência dos trabalhadores tornam-se essenciais para o funcionamento e o sucesso dos supermercados (MARRAS, 2017). Neste sentido, Chiavenato (2014) ressalta que a gestão de pessoas deve ser entendida como um conjunto integrado de práticas voltadas para motivar e reter talentos, funcionando como um elemento estratégico para o alcance de resultados sustentáveis, de modo que investir em políticas de motivação, comunicação e reconhecimento contribui tanto para a satisfação dos colaboradores quanto para a eficiência e competitividade do varejo alimentar.

Além disso, pesquisas recentes demonstram que empresas que investem de forma consistente em práticas de gestão de pessoas conseguem reduzir índices de rotatividade e elevar significativamente o desempenho das equipes (FISCHER; ALBUQUERQUE, 2018), tornando o estudo dos desafios e das práticas organizacionais nesse contexto não apenas uma necessidade, mas também uma resposta concreta às demandas do mercado varejista em constante transformação. A análise de práticas organizacionais eficazes na gestão de pessoas pode contribuir para reduzir custos com demissões e treinamentos recorrentes. Além disso, essas práticas favorecem a melhoria do clima organizacional e o aumento da produtividade das equipes (FISCHER; ALBUQUERQUE, 2018).

Diante desse contexto, torna-se relevante compreender como as práticas de gestão de pessoas são percebidas pelos próprios colaboradores, especialmente em setores caracterizados por elevada interação com o público e intensa dinâmica operacional, como o varejo alimentar. A percepção dos trabalhadores pode fornecer informações importantes sobre fatores que influenciam sua satisfação, motivação e permanência nas organizações.

Este artigo tem como objetivo analisar as práticas de gestão de pessoas no varejo alimentar, a partir de uma pesquisa descritiva de abordagem quantitativa, conduzida com quinze colaboradores em funções operacionais de três organizações do segmento, localizadas na cidade de Taquaritinga, interior de São Paulo. Busca-se compreender os principais desafios enfrentados na rotina do colaborador, bem como identificar aspectos relacionados a rotatividade de colaboradores, absenteísmo, benefícios e satisfação dos colaboradores. Os dados coletados foram organizados em gráficos, possibilitando uma análise clara e objetiva sobre a percepção dos trabalhadores a respeito da gestão de pessoas em seu ambiente de trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Fundamentos da gestão de pessoas nas organizações

De acordo com Oliveira, Pérez-Nebra e Tordera (2022), a gestão de pessoas ocupa um papel estratégico nas organizações contemporâneas por articular os interesses institucionais às necessidades humanas no ambiente de trabalho. Ao longo dos anos, essa área deixou de ser vista apenas como um setor responsável por rotinas administrativas e passou a assumir uma perspectiva mais ampla, voltada ao desenvolvimento e à valorização dos colaboradores. Assim, os trabalhadores deixam de ser considerados apenas recursos produtivos e passam a ser reconhecidos como sujeitos ativos no alcance dos objetivos organizacionais (OLIVEIRA; PÉREZ-NEBRA; TORDERA, 2022).

Nesse cenário, Almeida, Novaes e Yamaguti (2023) indicam que a gestão de pessoas envolve práticas como recrutamento e seleção, treinamento e desenvolvimento, avaliação de desempenho, políticas de remuneração e benefícios, além da promoção do clima organizacional e da qualidade de vida no trabalho. Quando essas ações estão alinhadas à estratégia da empresa, tornam-se capazes de fortalecer o comprometimento das equipes e melhorar os resultados institucionais (ALMEIDA; NOVAES; YAMAGUTI, 2023). Conforme destacam Ribeiro *et al.* (2022), trata-se de um momento decisivo para identificar profissionais cujo perfil esteja alinhado à cultura organizacional, contribuindo para a redução da rotatividade e para relações de trabalho mais estáveis.

De maneira semelhante, para Cruz (2023), o treinamento e o desenvolvimento assumem relevância diante das constantes transformações tecnológicas e organizacionais. Investir na capacitação contínua não apenas amplia competências técnicas e comportamentais, como também fortalece o vínculo entre colaborador e organização, favorecendo o desempenho coletivo. Além disso, segundo Almeida, Novaes e Yamaguti (2023), a avaliação de desempenho deve ser compreendida como uma ferramenta de orientação e crescimento profissional. Quando realizada de forma transparente e participativa, permite identificar potencialidades e necessidades de melhoria, contribuindo para decisões mais justas e alinhadas às metas organizacionais. Associada a políticas de reconhecimento, essa prática tende a estimular maior engajamento e motivação entre os colaboradores (RIBEIRO *et al.*, 2022).

Outro ponto relevante refere-se à construção de um ambiente de trabalho saudável. Conforme Oliveira, Pérez-Nebra e Tordera (2022), aspectos como comunicação eficaz, valorização e atenção à saúde mental tornaram-se centrais nas organizações modernas. Ao adotar práticas mais humanizadas, a gestão de pessoas contribui para a redução de conflitos, absenteísmo e desgaste emocional (OLIVEIRA; PÉREZ-NEBRA; TORDERA, 2022). Dessa forma, percebe-se que a gestão de pessoas atua como mediadora entre organização e colaboradores, buscando equilibrar resultados econômicos e responsabilidade social.

2.2 Varejo alimentar e suas especificidades organizacionais

A partir da compreensão dos fundamentos da gestão de pessoas, torna-se necessário analisar o contexto organizacional em que essas práticas se desenvolvem. No presente estudo, esse contexto é o varejo alimentar, setor que ocupa posição estratégica na economia por comercializar produtos essenciais à população e manter contato direto e constante com o consumidor (MARRAS, 2017).

Segundo Bezerra (2023), o varejo alimentar é composto por supermercados, hipermercados, atacarejos e mercados de bairro, caracterizando-se pela elevada capilaridade e pelo grande volume de operações diárias. Por atender necessidades básicas da sociedade, o setor apresenta relativa estabilidade mesmo em cenários de instabilidade econômica, o que reforça sua relevância social e econômica. Além disso, conforme destacam Martins e Silva (2022), o segmento é marcado por diversidade de formatos e modelos de negócio, que variam de pequenos estabelecimentos familiares a grandes redes nacionais.

Outro aspecto relevante refere-se às margens de lucro reduzidas, que tornam a eficiência um fator determinante para a sustentabilidade das empresas do setor (BEZERRA, 2023). Soma-se a isso a crescente digitalização do consumo, que impõe a integração entre canais físicos e digitais e amplia as exigências relacionadas à experiência de compra. Nesse cenário, Marras (2017) denota que o desempenho dos colaboradores se torna ainda mais estratégico, uma vez que a qualidade do

atendimento, a agilidade nos processos e a organização do ambiente influenciam diretamente a percepção do cliente. Assim, investir na valorização e no desenvolvimento dos funcionários deixa de ser apenas uma prática administrativa e passa a constituir um diferencial competitivo para o varejo alimentar (MARRAS, 2017).

Por fim, o comportamento do consumidor exerce influência direta sobre as estratégias do varejo alimentar, exigindo qualidade, preço competitivo, conveniência e atendimento diferenciado. Nesse contexto, a gestão eficiente de processos e pessoas torna-se um diferencial competitivo, uma vez que colaboradores motivados e valorizados tendem a oferecer um atendimento mais qualificado, contribuindo para a fidelização dos clientes (MARRAS, 2017).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A presente pesquisa caracteriza-se como pesquisa descritiva, pois tem como finalidade analisar as práticas de gestão de pessoas no varejo alimentar a partir da percepção dos colaboradores, buscando identificar aspectos relacionados à satisfação, benefícios, motivação e ambiente organizacional. Segundo Turrioni e Mello (2012), a pesquisa descritiva tem como objetivo caracterizar determinada população, permitindo estabelecer relações entre variáveis por meio da utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados, como o questionário.

Em relação a sua abordagem metodológica, esta pesquisa é classificada como quantitativa, pois, de acordo com Turrioni e Mello (2012), a abordagem quantitativa tem como finalidade quantificar opiniões e informações, traduzindo-as em dados numéricos que possibilitam análise posterior. Nesse sentido, optou-se pela abordagem quantitativa, considerando que os dados foram coletados por meio de questionário estruturado e organizados em percentuais e gráficos, permitindo uma interpretação objetiva dos resultados.

O estudo foi realizado em três estabelecimentos do setor varejista alimentar localizados na cidade de Taquaritinga, interior do estado de São Paulo. A amostra foi composta por quinze colaboradores, ocupantes de diferentes funções operacionais, como: operadores de caixa, fiscais de caixa, conferentes e repositores. A seleção dos participantes ocorreu de forma não probabilística, considerando a disponibilidade dos trabalhadores no momento da aplicação do instrumento.

A coleta de dados foi realizada por meio de questionário composto por perguntas fechadas, estruturadas majoritariamente em escala do tipo *Likert* e de satisfação de cinco pontos. Segundo Turrioni e Mello (2012), a escala *Likert* e de satisfação é um instrumento de mensuração amplamente utilizado em pesquisas sociais para avaliar atitudes, percepções e opiniões, por meio de afirmações nas quais o respondente indica seu grau de concordância ou discordância. Trata-se de uma escala que possibilita transformar percepções subjetivas em dados quantificáveis, favorecendo a análise estatística dos resultados. O questionário foi composto por seis questões fechadas, organizadas em quatro dimensões principais: jornada de trabalho e condições laborais, benefícios e reconhecimento, desenvolvimento profissional e oportunidades de crescimento, e motivação no ambiente de trabalho. O instrumento foi elaborado pelos autores com base nos conceitos discutidos na literatura.

Após a coleta, os dados foram organizados em planilhas eletrônicas e desenvolvidos os gráficos, possibilitando análise visual das respostas. A interpretação dos resultados foi de relacionar os dados às discussões sobre gestão de pessoas, como, motivação, dificuldades, jornada de trabalho, benefícios e desempenho organizacional. A participação ocorreu de forma voluntária, mediante

esclarecimento prévio dos objetivos da pesquisa e garantia de anonimato dos respondentes. Ressalta-se que foram respeitados os princípios éticos da pesquisa, garantindo-se o anonimato dos participantes e a confidencialidade das informações fornecidas, sendo os dados utilizados exclusivamente para fins acadêmicos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em um setor de serviços altamente competitivo e centrado no cliente, os colaboradores que atuam diretamente no atendimento representam a principal interface entre a organização e o consumidor, desempenhando papel fundamental na experiência de compra (RAO; LAO; LIU, 2021). No varejo alimentar, funções como operadores de caixa, atendentes, repositores e fiscais de caixa assumem posição estratégica, pois são esses profissionais que mantêm contato direto e constante com o público. Dessa forma, compreender como os trabalhadores do varejo torna-se essencial para avaliar a efetividade da gestão de pessoas no setor.

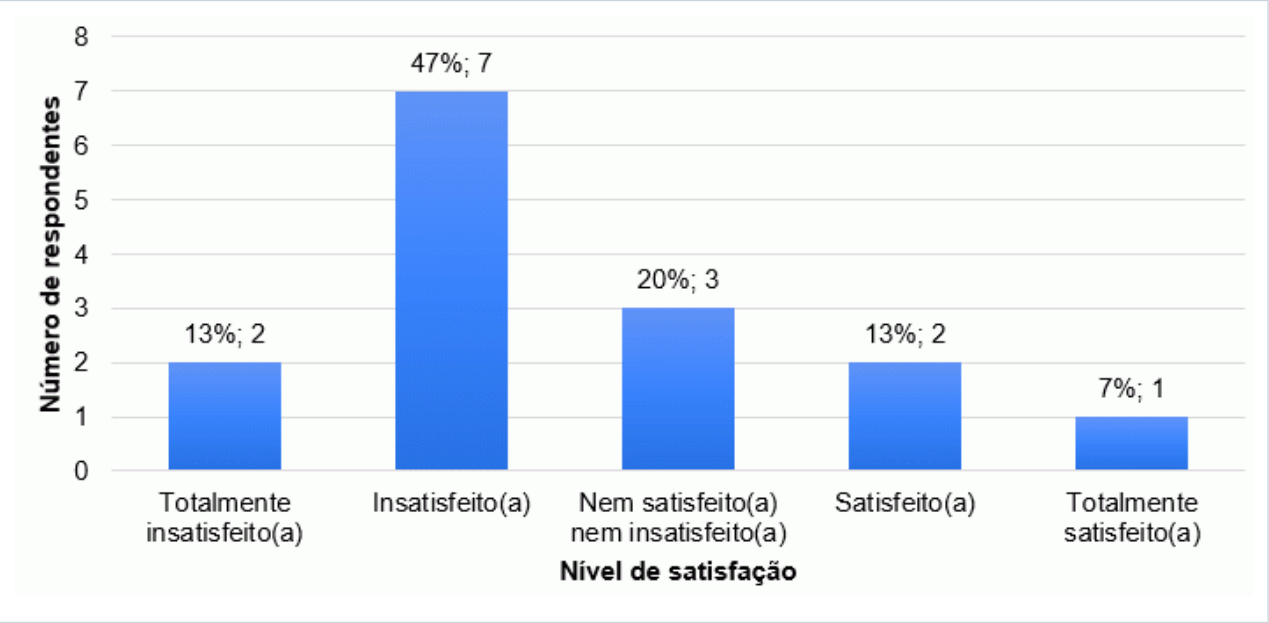
A análise dos dados coletados foi organizada em blocos temáticos, de acordo com a estrutura do questionário aplicado aos colaboradores. Essa organização permite compreender diferentes dimensões relacionadas às condições de trabalho, benefícios, oportunidades de desenvolvimento e percepção do ambiente organizacional.

4.1 Jornada de trabalho e condições laborais

O primeiro bloco do questionário teve como objetivo compreender a percepção dos 15 colaboradores em relação à jornada de trabalho e às condições associadas ao exercício de suas atividades. Nesse contexto, foram analisados aspectos relacionados à satisfação com os horários de trabalho, incluindo a atuação em finais de semana e feriados, bem como a possibilidade de conciliar as responsabilidades profissionais com a vida pessoal.

A análise dessas variáveis é especialmente relevante no setor varejista alimentar, caracterizado por jornadas que frequentemente exigem flexibilidade de horários e disponibilidade dos colaboradores em diferentes períodos do dia e da semana. Dessa forma, compreender como os trabalhadores percebem essa dinâmica contribui para identificar possíveis fatores que influenciam sua satisfação e bem-estar no ambiente de trabalho. Assim, o Gráfico 1 apresenta a distribuição das respostas relacionadas ao grau de satisfação dos colaboradores em relação aos horários de trabalho praticados pela empresa.

Gráfico 1 – Grau de satisfação com os horários de trabalho, incluindo finais de semana e feriados



Fonte: Dados da pesquisa (2026).

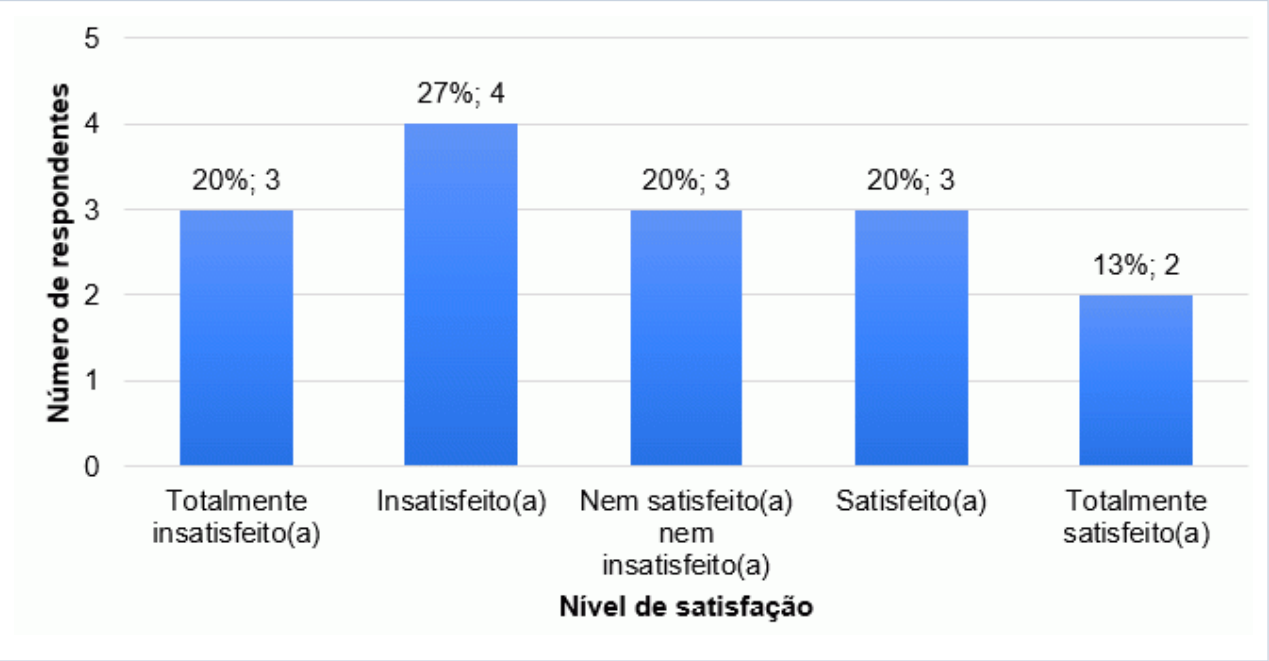
Nos resultados apresentados no Gráfico 1, observa-se que uma parcela expressiva dos colaboradores demonstra insatisfação com os horários de trabalho. Os dados evidenciam que a jornada de trabalho pode estar influenciando a percepção dos colaboradores em relação à motivação no trabalho. O predomínio de respostas negativas, ou seja, 60% (Totalmente insatisfeito e Insatisfeito), sugere a necessidade de atenção e cuidado por parte da gestão. Sob essa perspectiva, conforme destaca Chiavenato (2014), as condições de trabalho e a forma como são percebidas pelos colaboradores exercem influência direta sobre a satisfação e o seu desempenho no ambiente organizacional.

Além da satisfação com os horários de trabalho, buscou-se compreender também a percepção dos colaboradores quanto à possibilidade de conciliar as atividades profissionais com a vida pessoal. Os resultados para esta pesquisa indicaram que 40% dos respondentes apresentaram "percepção neutra" em relação a essa questão, enquanto 33% declararam-se "insatisfeitos" e 13% "totalmente insatisfeitos", não havendo registros na categoria "satisfeito(a)". Esses resultados sugerem que, para uma parcela significativa dos colaboradores, ainda existem desafios relacionados ao equilíbrio entre as demandas profissionais e a vida pessoal. Tal cenário pode estar associado às características do setor varejista alimentar, que frequentemente exige alternância de horários.

4.2 Benefícios e reconhecimento

O segundo bloco do questionário buscou compreender a percepção dos colaboradores em relação aos benefícios oferecidos pela empresa e à forma como esses elementos contribuem para o reconhecimento e a motivação no ambiente de trabalho. Assim, buscou-se inicialmente avaliar o grau de satisfação dos colaboradores em relação aos benefícios oferecidos pela empresa. Assim, o Gráfico 2 apresenta a distribuição das respostas obtidas.

Gráfico 2 – Grau de satisfação com os benefícios oferecidos pela empresa



Fonte: Dados da pesquisa (2026).

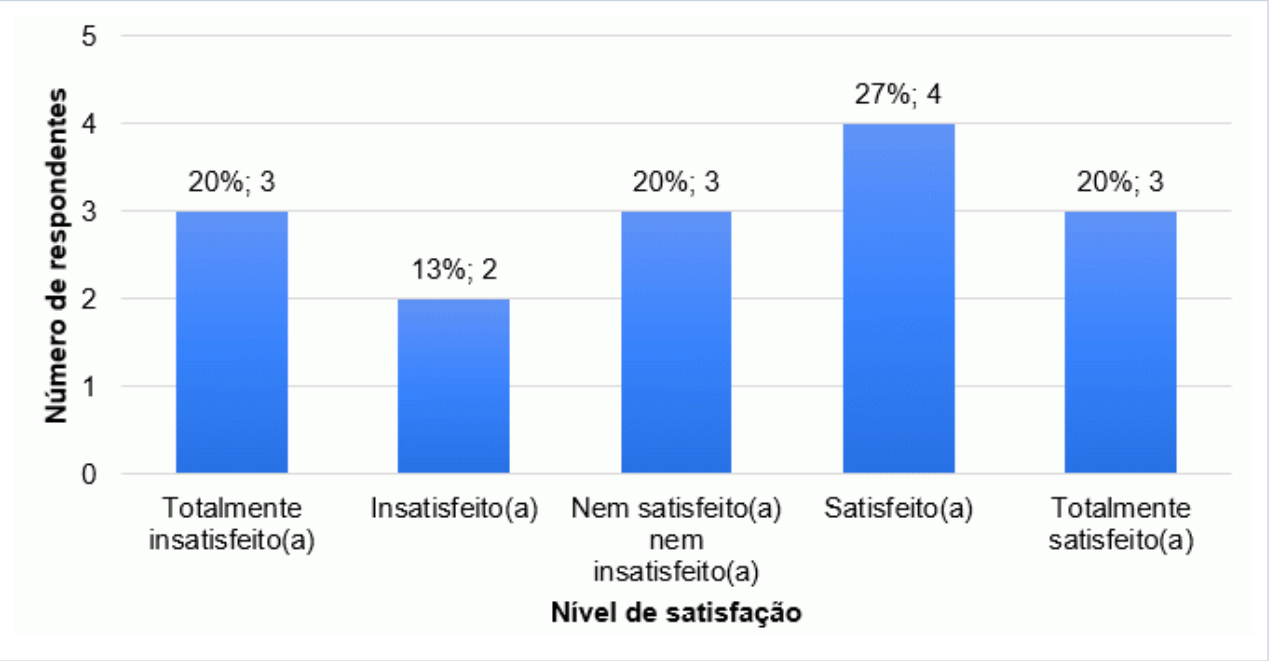
A análise dos dados no Gráfico 2 demonstra que a percepção dos colaboradores em relação aos benefícios oferecidos pela empresa apresenta certa diversidade de opiniões. A maior concentração de respostas encontra-se na categoria “insatisfeito(a)”, representando 27% dos participantes, enquanto 20% declararam-se “totalmente insatisfeitos”.

Esse resultado reforça a importância das políticas de benefícios como instrumento de valorização e retenção de colaboradores, aspecto apontado por Ribeiro *et al.* (2022) como relevante para o fortalecimento do vínculo entre trabalhador e organização.

4.3 Desenvolvimento profissional e oportunidades de crescimento

Buscando compreender a percepção dos colaboradores em relação às oportunidades de crescimento profissional, foi analisada a afirmativa referente à existência de possibilidades de desenvolvimento na organização. Entende-se que esse aspecto é relevante, pois a percepção de crescimento pode influenciar diretamente na motivação e no comprometimento dos trabalhadores. Nesse sentido, os resultados obtidos são apresentados no Gráfico 3.

Gráfico 3 – Percepção sobre oportunidades de crescimento profissional no setor varejista



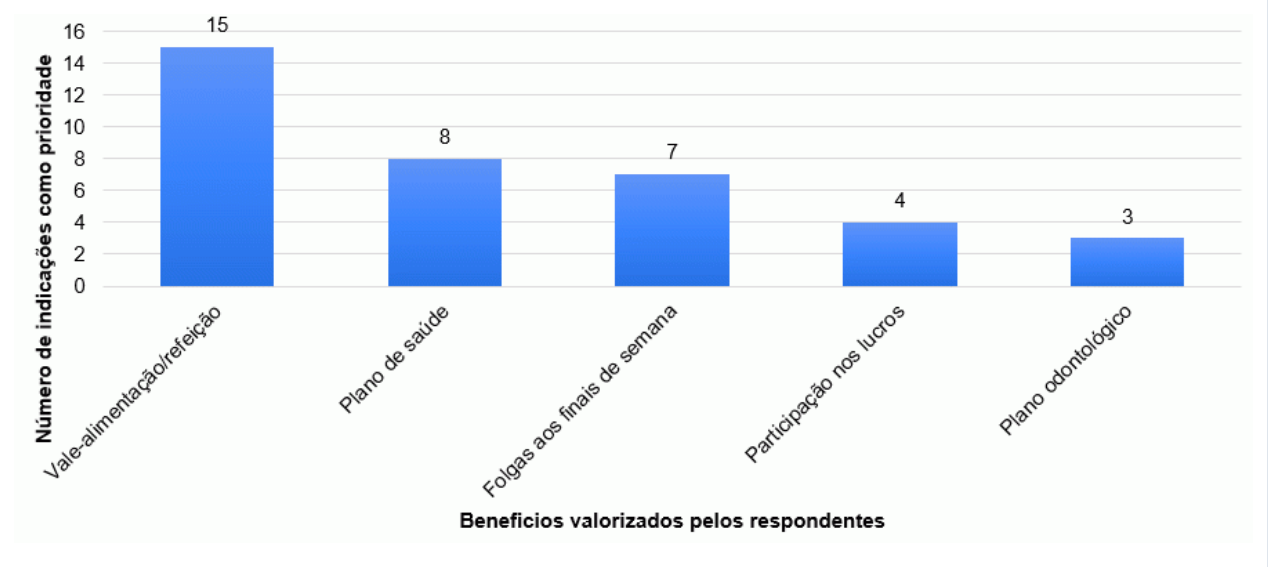
Fonte: Dados da pesquisa (2026).

Observa-se, no Gráfico 3, a percepção dos colaboradores em relação às oportunidades de crescimento profissional no setor varejista. Nota-se que a maior concentração de respostas está na categoria "satisfeito(a)", representando 27% dos participantes. Além disso, 20% declararam-se "totalmente satisfeitos". De acordo com Cruz (2023), ações voltadas ao desenvolvimento profissional contribuem para o fortalecimento do comprometimento organizacional e para a permanência dos colaboradores nas empresas.

4.4 Motivação no ambiente de trabalho

Com o objetivo de identificar quais motivações relacionadas a benefícios empregatícios são considerados mais relevantes pelos colaboradores, foi incluída no questionário uma questão em que os participantes deveriam indicar cinco benefícios/motivações em ordem de prioridade. Essa abordagem permitiu compreender quais aspectos, de acordo com o Gráfico 4, são mais valorizados pelos trabalhadores.

Gráfico 4 – Benefícios mais valorizados pelos colaboradores do setor varejista de alimentos

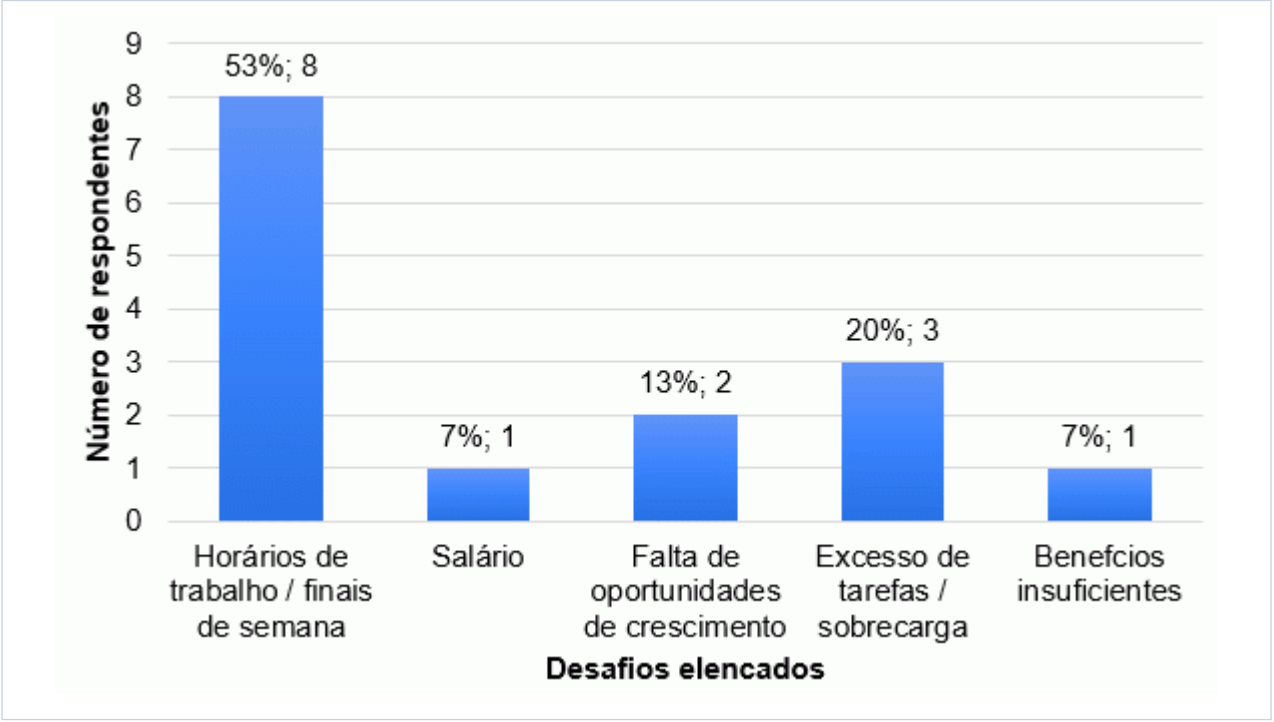


Fonte: Dados da pesquisa (2026).

A análise do Gráfico 4 demonstra que o vale-alimentação/refeição foi apontado como o benefício/motivação mais valorizado pelos colaboradores, sendo indicado por todos os respondentes. Em seguida, destacam-se o plano de saúde, com oito indicações, e as folgas aos finais de semana, com sete indicações. Esses resultados evidenciam que benefícios relacionados à segurança financeira, à saúde e ao equilíbrio entre vida pessoal e profissional tendem a ser mais valorizados pelos trabalhadores.

Além da identificação dos benefícios mais valorizados pelos colaboradores, buscou-se compreender quais são os principais desafios enfrentados pelos trabalhadores no desempenho de suas atividades diárias. A análise dessas percepções permite identificar fatores que podem impactar diretamente na satisfação e nas condições de trabalho no ambiente organizacional. Nesse contexto, os resultados obtidos são apresentados no Gráfico 5.

Gráfico 5 – Principais desafios enfrentados pelos colaboradores no ambiente de trabalho



Fonte: Dados da pesquisa (2026).

Os dados, conforme Gráfico 5, evidenciam que os principais desafios enfrentados pelos colaboradores estão fortemente associados à organização da jornada de trabalho, com destaque para a atuação em finais de semana, indicando um possível impacto negativo no equilíbrio entre vida pessoal e profissional. Para Oliveira, Pérez-Nebra e Tordera (2022), aspectos relacionados às condições de trabalho e ao bem-estar dos colaboradores exercem influência direta sobre sua satisfação e permanência nas organizações.

5 CONCLUSÃO

Os resultados evidenciam que a gestão de pessoas no varejo alimentar envolve múltiplos fatores que influenciam a experiência dos colaboradores, com destaque para a jornada de trabalho, especialmente em finais de semana e feriados, a sobrecarga de atividades e a percepção sobre benefícios e reconhecimento. Além disso, aspectos relacionados ao desenvolvimento profissional e à valorização demonstram que a motivação no ambiente organizacional está associada não apenas à remuneração, mas também ao equilíbrio entre vida pessoal e profissional e às perspectivas de crescimento.

O estudo atingiu seu objetivo ao analisar as práticas de gestão de pessoas a partir da percepção dos quinze colaboradores, permitindo identificar os principais desafios e elementos que impactam sua satisfação no ambiente de trabalho. Como contribuição prática, o estudo fornece informações que podem auxiliar gestores do varejo alimentar na formulação de estratégias voltadas à melhoria das condições de trabalho, dos benefícios oferecidos e das oportunidades de desenvolvimento profissional. Além disso, contribui para ampliar a compreensão sobre a percepção dos colaboradores em funções operacionais.

Entre as limitações da pesquisa, destaca-se o reduzido número de participantes, bem como a concentração da coleta de dados em três organizações localizadas em um único município do inte-

rior paulista, o que restringe a possibilidade de generalização dos resultados para outros contextos organizacionais.

Para estudos futuros, recomenda-se ampliar a amostra, incluir organizações de diferentes portes e regiões geográficas e adotar abordagens qualitativas ou mistas, permitindo aprofundar aspectos relacionados à motivação, satisfação e retenção de colaboradores no varejo alimentar. Dessa forma, será possível ampliar o conhecimento sobre as práticas de gestão de pessoas no setor e fornecer subsídios ainda mais consistentes para a tomada de decisão organizacional.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. I. R. de; NOVAES, M. B. C. de; YAMAGUTI, C. L. Liderança e gestão estratégica de pessoas: duas faces da mesma moeda. **Revista de Administração da UFSM**, v. 1, n. 1, 2023.

BEZERRA, L. G. F. **Melhoria e inovação dos processos de negócios no varejo alimentar**: contribuição à gestão estratégica de pessoas. 2023. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2023.

CHIAVENATO, I. **Gestão de pessoas**: o novo papel dos recursos humanos nas organizações. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

CRUZ, W. C. da. Gestão de pessoas: um estudo acerca do recrutamento e seleção de pessoal. **Revista Interdisciplinar de Ensino e Educação**, v. 1, n. 1, p. 14-29, 2023.

FISCHER, A. L.; ALBUQUERQUE, L. G. de. **Gestão estratégica de pessoas**: fundamentos e tendências. São Paulo: Atlas, 2018.

MARRAS, J. P. **Administração de recursos humanos**: do operacional ao estratégico. 15. ed. São Paulo: Saraiva, 2017.

MARTINS, H. G. B.; SILVA, A. A. da. Fatores humanos na produtividade: quando o turnover não é só um turnover. **Práticas em Contabilidade e Gestão**, n. 1, 2022.

OLIVEIRA, T. A. de; PÉREZ-NEBRA, A. R.; TORDERA, N. Práticas de gestão de pessoas no Brasil: uma revisão sistemática. **Revista Psicologia: Organizações e Trabalho**, v. 22, n. 4, p. 2279-2288, 2022.

RAO, Y.; LAO, L.; LIU, C. How do front-line employees make decisions on whether to hide their knowledge from co-workers in hospitality firms? **International Journal of Contemporary Hospitality Management**, v. 33, n. 5, p. 1532-1553, 2021.

RIBEIRO, F. T. *et al*. A importância da gestão de pessoas para o sucesso organizacional. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 8, n. 2, p. 692-704, 2022.

TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção**: estratégias, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas. Itajubá: Unifei, 2012.

Os conceitos e as opiniões expressos neste artigo são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

INTERFACE TECNOLÓGICA

TECNOLOGIA EM PRODUÇÃO INDUSTRIAL
Interface Tecnológica · v. 23, n. 1, 2026 · p. 292–300
ISSN on-line 2447-0864 · ISSN impresso 1807-3980
https://doi.org/10.31510/infa.v23i1.2416

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADA AO PLANEJAMENTO E PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO: interfaces com a Indústria 4.0 e o Lean Manufacturing

Artificial intelligence applied to production planning and scheduling: interfaces between Industry 4.0, Lean Manufacturing, and operational optimization

Simone de Lourdes de Almeida[1], **Luís Fernando Terazzi**[2]

AUTORIA

[1] **Simone de Lourdes de Almeida**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
sisa-almeida@hotmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0008-7022-2043

[2] **Luís Fernando Terazzi**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
luis.terazzi@cps.sp.gov.br
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4251-7326

HISTÓRICO

Recebido	11/04/2026
Aceito	08/06/2026
Publicado	30/06/2026

COMO CITAR

ALMEIDA, S. L. de; TERAZZI, L. F. Inteligência artificial aplicada ao planejamento e programação da produção: interfaces com a Indústria 4.0 e o Lean Manufacturing. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 23, n. 1, p. 292-300, 2026. DOI: 10.31510/infa.v23i1.2416.

LICENÇA

Artigo de acesso aberto distribuído sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

cc BY 4.0

RESUMO

A crescente complexidade dos sistemas produtivos e o avanço da transformação digital têm ampliado a necessidade de métodos mais eficientes de planejamento e decisões nas organizações industriais. Nesse cenário, as tecnologias relacionadas à Indústria 4.0 e à Inteligência Artificial têm se destacado por permitir uma maior integração, automação e análise de dados nos ambientes de produção. Ao mesmo tempo, práticas de excelência operacional, como o Lean Manufacturing, permanecem essenciais para a eliminação de desperdícios e aprimoramento dos processos. Metodologicamente, é um estudo baseado em pesquisa bibliográfica de artigos científicos e publicações acadêmicas. Os resultados sugerem que a combinação dessas metodologias favorece a criação de sistemas produtivos mais inteligentes e baseados em dados, fortalecendo o apoio à tomada de decisões. Pode-se concluir que essa integração tem o potencial de aumentar a eficiência operacional e a competitividade da indústria.

Palavras-chave: Manufatura inteligente. Otimização de processos. Transformação digital.

ABSTRACT

The increasing complexity of production systems and the advancement of digital transformation have amplified the need for more efficient planning and decision-making methods in industrial organizations. In this scenario, technologies related to Industry 4.0 and Artificial Intelligence have stood out for enabling greater integration, automation, and data analysis in production environments. At the same time, operational excellence practices, such as Lean Manufacturing, remain essential for eliminating waste and improving processes. Methodologically, this is a study based on bibliographic research of scientific articles and academic publications. The results suggest that the combination of these methodologies favors the creation of smarter, data-driven production systems, strengthening support for decision-making. It can be concluded that this integration has the potential to increase operational efficiency and the competitiveness of the industry.

Keywords: Smart manufacturing. Process optimization. Digital transformation.

1 INTRODUÇÃO

Bueno *et al*. (2025) destacam que a crescente complexidade dos sistemas produtivos e a intensificação da competitividade global têm exigido das organizações industriais níveis cada vez mais elevados de eficiência, flexibilidade e capacidade de resposta. Em ambientes industriais marcados por mercados voláteis, ciclos de vida de produtos cada vez menores e elevada variabilidade da demanda, as organizações precisam adaptar constantemente suas estratégias produtivas e operacionais para se manterem atualizadas e competitivas (CAIADO *et al*., 2021). Conforme Slack *et al*. (2020), a tomada de decisão em ambientes produtivos exige mecanismos mais ágeis, preditivos e adaptativos.

Nesse cenário, o avanço da Indústria 4.0 tem promovido transformações significativas na forma como os sistemas produtivos são estruturados e gerenciados. Alqudhaibi *et al*. (2025) afirmam que a Indústria 4.0 se caracteriza pela integração de tecnologias digitais avançadas aos processos industriais, ampliando os níveis de automação, conectividade e análise de dados. De maneira complementar, tecnologias como Internet das Coisas (IoT), computação em nuvem e análise de dados possibilitam maior monitoramento e otimização dos processos produtivos, contribuindo para sistemas industriais mais inteligentes e integrados (CAIADO *et al*., 2021). Nesse contexto, a digitalização tem ampliado o potencial de melhoria na tomada de decisão e na eficiência operacional da produção (STRAZZULLO, 2024).

Paralelamente, práticas consolidadas de excelência operacional, como o *Lean Manufacturing*, ou Manufatura Enxuta, continuam desempenhando papel fundamental na busca por eficiência e eliminação de desperdícios nos sistemas produtivos. Shahin, Maghanaki e Chen (2026) destacam que, ao longo das últimas décadas, a manufatura enxuta tem se consolidado como uma das principais abordagens para a promoção da excelência operacional, permitindo melhorias significativas por meio da eliminação de desperdícios e da otimização dos processos produtivos. Entretanto, o avanço de tecnologias digitais e o surgimento de aplicações baseadas em Inteligência Artificial (IA), como algoritmos de manutenção preditiva e robôs colaborativos, têm introduzido novas dinâmicas produtivas que ampliam e desafiam as ferramentas tradicionais da manufatura enxuta (SHAHIN; MAGHANAKI; CHEN, 2026).

Nesse contexto, Russell e Norvig (2021) destacam que a transformação digital, por meio da IA, tem se destacado como uma tecnologia capaz de ampliar as capacidades analíticas e decisórias dos sistemas produtivos, permitindo identificar padrões complexos e apoiar processos de tomada de decisão com base em grandes volumes de dados. De forma complementar, técnicas de aprendizado de máquina têm contribuído para avanços na previsão de demanda, no sequenciamento da produção e na alocação eficiente de recursos produtivos (GOODFELLOW; BENGIO; COURVILLE, 2016). Além disso, a IA apresenta elevado potencial para aplicações na produção, especialmente no fortalecimento da colaboração entre humanos e sistemas inteligentes, cujas habilidades complementares podem gerar vantagens significativas para as organizações industriais (GABRIEL; KÜHN; DUMITRESCU, 2023).

Diante desse contexto, torna-se relevante compreender de que maneira a IA pode contribuir para o aprimoramento do planejamento e da programação da produção nas organizações industriais. Assim, este estudo se justifica pela necessidade de aprofundar a compreensão sobre as interfaces entre *Lean Manufacturing*, Indústria 4.0 e IA, considerando o potencial dessas abordagens para promover melhorias na eficiência operacional e na tomada de decisão.

Portanto, este artigo tem como objetivo analisar, por meio de pesquisa bibliográfica, as aplicações da IA no planejamento e na programação da produção, evidenciando suas interfaces com a Indústria 4.0 e o *Lean Manufacturing* no contexto dos sistemas produtivos industriais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nos últimos anos, o avanço das tecnologias digitais tem transformado significativamente os sistemas produtivos e a forma como as organizações planejam e controlam suas operações. Nesse contexto, conceitos como Indústria 4.0, *Lean Manufacturing* e IA passaram a ocupar posição central nos debates sobre eficiência operacional e competitividade industrial (SHAHIN; MAGHANAKI; CHEN, 2026). Essas abordagens, quando integradas, possibilitam o desenvolvimento de sistemas produtivos mais inteligentes, flexíveis e capazes de responder rapidamente às demandas do mercado.

Dessa forma, a fundamentação teórica apresenta os principais conceitos relacionados à transformação digital da manufatura, aos princípios do *Lean Manufacturing* e às aplicações da IA no planejamento e programação da produção, evidenciando como essas abordagens podem contribuir para a otimização dos sistemas produtivos.

2.1 Indústria 4.0 e transformação digital na produção

A Indústria 4.0 é definida pela combinação de sistemas ciberfísicos, conectividade e automação inteligente, representando um novo estágio na manufatura. Kagermann, Wahlster e Helbig (2013) indicam que essa mudança implica na digitalização total dos processos de produção, o que possibilita uma comunicação constante entre máquinas, sensores e sistemas empresariais. Essa infraestrutura permite operações mais transparentes e o uso intensivo de dados para tomada de decisões em tempo real.

Alqudhaibi *et al.* (2025) e Lasi *et al.* (2014) destacam que a Indústria 4.0 não representa apenas a adoção de tecnologias avançadas, mas uma mudança estratégica na forma de organizar e controlar a produção. A conectividade proporcionada pela Internet das Coisas Industrial (IIoT) amplia a visibilidade dos processos e fortalece a integração entre planejamento, execução e controle. Para Schwab (2016), essa digitalização favorece ambientes produtivos mais flexíveis e autônomos, capazes de responder rapidamente a oscilações do mercado.

Nesse cenário, Lee, Bagheri e Kao (2015) enfatizam o papel dos sistemas ciberfísicos como alicerce dessa nova fase. Esses sistemas combinam elementos físicos e digitais para monitorar máquinas, antecipar falhas e ajustar parâmetros de operação de forma inteligente. Assim, segundo Alqudhaibi *et al.* (2025), a Indústria 4.0 cria condições ideais para a adoção de tecnologias de IA, que se beneficiam do grande volume de dados gerados nas operações industriais.

2.2 Lean Manufacturing e excelência operacional

De acordo com Shahin, Maghanaki e Chen (2026), o *Lean Manufacturing* é amplamente reconhecido como uma abordagem voltada à melhoria da eficiência operacional por meio da eliminação sistemática de desperdícios e da otimização dos fluxos produtivos. Nesse contexto, a aplicação de práticas enxutas contribui para a redução de variabilidades, melhoria da utilização dos recursos e aumento da competitividade das organizações industriais (CAIADO *et al.*, 2021).

Com o progresso das tecnologias digitais e a complexidade crescente dos sistemas produtivos, Ghazali *et al*. (2025) apontam que o *Lean* começou a ser examinado de maneira integrada com novas metodologias tecnológicas. Bueno *et al*. (2025) ressaltam que a integração de ferramentas digitais e sistemas inteligentes aos fundamentos da manufatura enxuta permite expandir as oportunidades de aprimoramento contínuo, tornando os processos de produção mais flexíveis, transparentes e baseados em dados.

Nesse cenário, a convergência entre *Lean Manufacturing* e tecnologias da Indústria 4.0 tem sido apontada como um fator relevante para o desenvolvimento de sistemas produtivos mais eficientes e resilientes. A integração entre práticas enxutas e tecnologias digitais permite melhorar a visibilidade dos processos, apoiar decisões operacionais e fortalecer a capacidade de adaptação das organizações frente às mudanças do ambiente produtivo (CAIADO *et al*., 2021).

Mais recentemente, o progresso da inteligência artificial tem expandido ainda mais as oportunidades para o desenvolvimento da manufatura enxuta. Shahin, Maghanaki e Chen (2026) defendem que o Lean tem sido empregado por décadas para aprimorar o desempenho dos operadores humanos e otimizar processos de produção. No entanto, com o nascimento de tecnologias avançadas de IA, como algoritmos de manutenção preditiva e robôs colaborativos, emerge uma nova dinâmica produtiva fundamentada na cooperação entre humanos e sistemas inteligentes, expandindo as possibilidades de aprimoramento contínuo e otimização operacional.

Ghazali *et al*. (2025) preconizam que, além dos aspectos técnicos relacionados à redução de desperdícios e à melhoria dos fluxos produtivos, a efetividade das práticas de manufatura enxuta também está associada a fatores organizacionais e humanos presentes nas empresas. Elementos como comprometimento da liderança, participação dos colaboradores, capacitação profissional e sistemas estruturados de melhoria contínua contribuem para fortalecer o desempenho organizacional e ampliar os resultados das iniciativas *Lean*, promovendo maior eficiência operacional e melhor utilização dos recursos produtivos (GHAZALI *et al*., 2025).

Nesse contexto, a integração entre *Lean Manufacturing*, tecnologias digitais e IA tem sido apontada como um caminho promissor para o desenvolvimento de sistemas produtivos mais inteligentes e adaptáveis. A incorporação dessas tecnologias permite ampliar o potencial das práticas de melhoria contínua, ao combinar eficiência operacional com capacidades analíticas avançadas e suporte à tomada de decisão nos ambientes produtivos contemporâneos (GABRIEL; KÜHN; DUMITRESCU, 2023).

2.3 Inteligência artificial e suas aplicações industriais

A IA pode ser descrita como a área que cria sistemas capazes de aprender, pensar e fazer escolhas com base em informações. Russell e Norvig (2021) descrevem a IA como a criação de agentes inteligentes que podem perceber o ambiente e agir para otimizar seu desempenho.

Técnicas como *Machine Learning*, ou Aprendizado de Máquina, e *Deep Learning*, ou Aprendizado Profundo, permitem identificar padrões complexos em grandes volumes de dados, possibilitando previsões e análises avançadas em diferentes contextos industriais (GOODFELLOW; BENGIO; COURVILLE, 2016).

No ambiente industrial, essas tecnologias têm sido aplicadas em atividades como controle de qualidade, previsão de demanda, manutenção preditiva e análise de falhas. Wuest *et al.* (2016) destacam que a combinação entre sensores, dados históricos e algoritmos de aprendizado permite melhorar significativamente a tomada de decisão nos sistemas produtivos.

A IA tem ganhado crescente relevância no contexto industrial, especialmente com o avanço das tecnologias associadas à Indústria 4.0 (SHAHIN; MAGHANAKI; CHEN, 2026). Nos sistemas produtivos, para Gabriel, Kühn e Dumitrescu (2023), a IA permite a análise de grandes volumes de dados, a automação de processos decisórios e a melhoria do desempenho operacional por meio de aplicações como manutenção preditiva, otimização de processos e utilização de robôs colaborativos. Essas tecnologias possibilitam maior eficiência, flexibilidade e capacidade de adaptação dos sistemas produtivos frente às demandas cada vez mais dinâmicas dos mercados industriais (GABRIEL; KÜHN; DUMITRESCU, 2023).

2.4 IA aplicada ao planejamento e programação da produção

A aplicação da IA no planejamento e programação da produção tem ganhado destaque devido à sua capacidade de lidar com múltiplas variáveis, restrições operacionais e cenários dinâmicos, assim, Gao, Yao e Yan (2024) demonstram que algoritmos de aprendizado podem ser utilizados para prever tempos de ciclo, estimar atrasos e propor sequenciamentos mais eficientes nas linhas de produção.

Plathottam *et al*. (2023) destacam que técnicas de aprendizado profundo têm sido aplicadas para otimizar o sequenciamento de tarefas e a alocação de recursos em ambientes industriais complexos. De forma semelhante, Gao, Yao e Yan (2024) apontam que algoritmos de aprendizado por reforço permitem que sistemas inteligentes ajustem continuamente suas decisões conforme mudanças nas condições do ambiente produtivo.

Outro aspecto relevante nesse contexto é a crescente colaboração entre humanos e sistemas baseados em IA. Gabriel, Kühn e Dumitrescu (2023) ressaltam que a integração entre conhecimento humano e capacidades analíticas da IA pode contribuir para decisões mais eficientes no planejamento da produção, permitindo que sistemas produtivos combinem experiência operacional e análise avançada de dados.

Além disso, Mourtzis (2020) argumenta que a integração entre dados em tempo real e princípios do *Lean Manufacturing* fortalece a resiliência operacional e reduz desperdícios nos sistemas produtivos. Dessa forma, a aplicação da IA representa uma evolução importante na gestão da produção, contribuindo para operações mais inteligentes, adaptáveis e alinhadas às exigências da Indústria 4.0.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa é classificada como um estudo bibliográfico. Esse tipo de abordagem possibilita a análise e a organização de conhecimentos previamente estabelecidos na literatura científica, auxiliando na compreensão de conceitos, metodologias e aplicações ligadas ao tema em estudo (GIL, 2017).

A pesquisa bibliográfica foi realizada a partir da consulta a artigos científicos, livros e publicações acadêmicas que abordam temas relacionados à IA, Indústria 4.0, *Lean Manufacturing* e planejamento da produção. Foram priorizadas publicações recentes e relevantes, disponíveis em bases de dados científicas reconhecidas, como Google Acadêmico, *ScienceDirect*, *Scopus* e *Web of Science*.

O processo de análise consistiu na leitura, seleção e interpretação crítica das fontes identificadas, buscando identificar contribuições teóricas e evidências presentes na literatura sobre a

aplicação da IA nos sistemas produtivos. A partir dessa análise, foi possível organizar e discutir os principais conceitos e perspectivas apresentadas pelos autores, permitindo compreender as relações entre IA, Indústria 4.0 e *Lean Manufacturing* no contexto da gestão da produção.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A revisão da literatura mostra que a implementação da IA nos sistemas de produção tem progredido consideravelmente, particularmente em ambientes industriais marcados por alta complexidade operacional e grande volume de dados. Nesse contexto, algoritmos de aprendizado de máquina e métodos avançados de análise de dados são empregados para melhorar os processos de previsão, otimização e tomada de decisões, possibilitando que as indústrias operem de forma mais eficaz e ágil frente às mudanças no ambiente de produção (GAO; YAO; YAN, 2024).

Esse movimento está vinculado às mudanças impulsionadas pela Indústria 4.0, que aumentou a disponibilidade de dados e a interconexão entre sistemas de produção. Lee, Bagheri e Kao (2015) ressaltam que a combinação de sensores, sistemas ciberfísicos e plataformas digitais possibilita o monitoramento de operações em tempo real e a criação de bases de dados que podem alimentar modelos inteligentes de tomada de decisão. Nesse cenário, a inteligência artificial assume um papel estratégico ao converter dados operacionais em informações significativas para a gestão da produção.

No entanto, a literatura indica que a adoção de soluções baseadas em IA requer condições estruturais apropriadas dentro das organizações. Schwab (2016) destaca que a desintegração dos sistemas produtivos, a falta de padronização e as restrições na infraestrutura digital podem ser obstáculos à implementação dessas tecnologias. Assim, para usar a IA de forma eficaz, é necessário ter ambientes organizados, processos estáveis e fluxos bem estruturados.

Neste contexto, observa-se uma forte convergência entre os princípios da IA e os fundamentos do *Lean Manufacturing*. Enquanto o *Lean* busca reduzir desperdícios, estabilizar processos e melhorar o fluxo produtivo, a IA atua como um mecanismo de análise avançada e suporte à tomada de decisão baseada em dados. Assim, ambientes produtivos estruturados a partir de práticas enxutas tendem a oferecer melhores condições para a aplicação de tecnologias inteligentes, potencializando os resultados operacionais (SHAHIN; MAGHANAKI; CHEN, 2026).

Além disso, estudos recentes indicam que a integração entre tecnologias digitais e princípios enxutos amplia as possibilidades de melhoria contínua nas organizações industriais. Bueno *et al.* (2025) destacam que a utilização de sistemas inteligentes, aliada à digitalização dos processos produtivos, contribui para maior visibilidade operacional, melhoria na alocação de recursos e maior capacidade de adaptação frente às mudanças do ambiente competitivo.

Nesse contexto, observa-se que a convergência entre IA, *Lean Manufacturing* e Indústria 4.0 constitui um dos principais pontos de transformação dos sistemas produtivos. Para facilitar a compreensão dessa relação, o Quadro 1 apresenta as principais contribuições dessas abordagens no contexto da gestão da produção.

Quadro 1 – Relação entre IA, *Lean Manufacturing* e Indústria 4.0 nos sistemas produtivos

Abordagem	Principais contribuições para os sistemas produtivos	Autores
Lean Manufacturing	Eliminação de desperdícios, melhoria do fluxo produtivo, redução de variabilidade e aumento da eficiência operacional.	Shahin, Maghanaki e Chen (2026); Ghazali *et al*. (2025)
Indústria 4.0	Digitalização da manufatura, integração entre sistemas, conectividade e monitoramento em tempo real.	Lee, Bagheri e Kao (2015); Schwab (2016); Alqudhaibi *et al*. (2025)
Inteligência Artificial	Análise de grandes volumes de dados, suporte à tomada de decisão, previsão de falhas e otimização de processos produtivos.	Gao, Yao e Yan (2024); Gabriel, Kühn e Dumitrescu (2023)

Fonte: Elaborado pelos autores com base em Shahin, Maghanaki e Chen (2026), Ghazali et al. (2025), Lee, Bagheri e Kao (2015), Schwab (2016), Alqudhaibi et al. (2025), Gao, Yao e Yan (2024) e Gabriel, Kühn e Dumitrescu (2023).

É evidente que a análise mostrada no Quadro 1 demonstra que essas três abordagens têm características diferentes, mas complementares. Ao passo que o *Lean Manufacturing* cria fundamentos organizacionais e operacionais focados na eficiência e estabilidade dos processos, a Indústria 4.0 oferece a infraestrutura tecnológica indispensável para a digitalização e integração das operações. Por outro lado, a IA desempenha o papel de um elemento analítico e decisório, possibilitando a conversão dos dados produzidos pelos sistemas de produção em informações estratégicas para a gestão da produção.

Outro ponto importante identificado diz respeito à importância da cooperação entre humanos e sistemas inteligentes nos ambientes industriais atuais. Gabriel, Kühn e Dumitrescu (2023) ressaltam que a integração do conhecimento humano com as habilidades analíticas da IA pode levar a decisões mais eficazes, pois operadores e gestores ainda desempenham um papel crucial na interpretação dos resultados e na confirmação das soluções sugeridas pelos sistemas inteligentes. Mourtzis (2020) também defende que a combinação de dados em tempo real com tecnologias digitais ajuda a criar sistemas de produção mais adaptáveis e resilientes. Nesse cenário, as decisões operacionais podem ser constantemente ajustadas com base em dados atualizados, o que possibilita uma resposta mais ágil a problemas, atrasos ou alterações na demanda.

Embora tenham sido feitos progressos, a literatura também destaca desafios significativos para a implementação generalizada da IA nos sistemas de produção. A qualidade e a disponibilidade de dados, além da demanda por uma infraestrutura tecnológica que suporte ambientes fortemente conectados e orientados por dados, são alguns dos principais desafios.

Ademais, a capacitação de profissionais para compreender modelos analíticos e incorporar soluções de IA aos processos operacionais continua sendo um obstáculo considerável para diversas empresas. Nesse cenário, Plathottam *et al.* (2023) enfatizam que a maturidade digital das empresas afeta diretamente a habilidade de implementar essas tecnologias. Por outro lado, Gao, Yao e Yan (2024) apontam que a combinação de dados, sistemas e habilidades humanas é um elemento fundamental para que os benefícios da IA sejam realmente obtidos nos ambientes de produção.

De forma geral, os resultados da literatura indicam que a aplicação da IA, quando integrada aos princípios do *Lean Manufacturing* e às tecnologias da Indústria 4.0, pode contribuir significativamente para o desenvolvimento de sistemas produtivos mais inteligentes, flexíveis e orientados por dados. Essa convergência tecnológica e organizacional representa um passo importante para a evolução da gestão da produção e para o fortalecimento da competitividade das organizações industriais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão da literatura revelou que a combinação de IA, *Lean Manufacturing* e Indústria 4.0 constitui uma das transformações mais significativas nos sistemas de produção contemporâneos. A conexão entre essas abordagens permite aumentar a eficácia operacional, reforçar a capacidade analítica dos processos de produção e aprimorar a tomada de decisões nas empresas. Nesse cenário, o uso de tecnologias inteligentes em conjunto com práticas de gestão consolidadas ajuda a criar sistemas produtivos mais flexíveis, conectados e baseados em dados.

Dessa forma, considera-se que o objetivo deste estudo foi atingido, uma vez que a pesquisa bibliográfica permitiu analisar as principais aplicações da IA no planejamento e na gestão da produção, evidenciando suas interfaces com a Indústria 4.0 e com os princípios do *Lean Manufacturing*. Os resultados demonstram que a integração dessas abordagens pode contribuir significativamente para a evolução dos sistemas produtivos e para o fortalecimento da competitividade das empresas.

Uma limitação a ser observada é que a pesquisa se fundamenta unicamente em revisão bibliográfica, sem incluir análises em contextos industriais específicos. Portanto, recomenda-se que pesquisas futuras realizem estudos de caso ou aplicações práticas que explorem a implementação da IA em sistemas produtivos reais, o que permitirá uma compreensão mais aprofundada sobre seus efeitos operacionais, organizacionais e tecnológicos.

REFERÊNCIAS

ALQUDHAIBI, A.; ALBARRAK, M.; JAGTAP, S.; WILLIAMS, N.; SALONITIS, K. Securing Industry 4.0: assessing cybersecurity challenges and proposing strategies for manufacturing management. **Cyber Security and Applications**, v. 3, 2025.

BUENO, A.; GODINHO FILHO, M.; CECCONELLO, M.; SANTA-EULÁLIA, L. A. de; GUSMÃO CAIADO, R. G.; GANGA, G. M. D.; CARVALHO, J. V. Advancing towards Industry 4.0: a maturity model for smart shop floor control. **International Journal of Production Economics**, v. 282, 2025.

CAIADO, R. G. G.; SCAVARDA, L. F.; GAVIÃO, L. O.; IVSON, P.; NASCIMENTO, D. L. de M.; GARZA-REYES, J. A. A fuzzy rule-based Industry 4.0 maturity model for operations and supply chain management. **International Journal of Production Economics**, v. 231, 2021.

GABRIEL, S.; KÜHN, A.; DUMITRESCU, R. Strategic planning of the collaboration between humans and artificial intelligence in production. **Procedia CIRP**, v. 120, p. 1309-1314, 2023.

GAO, R. X.; YAO, X.; YAN, R. Artificial intelligence in smart manufacturing: state of the art and perspectives. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 70, p. 1-15, 2024.

GHAZALI, I. *et al*. Cultural influences on lean manufacturing and productivity: evidence from Malaysia. **Results in Engineering**, v. 28, 2025.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GOODFELLOW, I.; BENGIO, Y.; COURVILLE, A. **Deep learning**. Cambridge: MIT Press, 2016.

KAGERMANN, H.; WAHLSTER, W.; HELBIG, J. **Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0**. [*S. l.*]: National Academy of Science and Engineering, 2013.

LASI, H. *et al*. Industry 4.0. **Business & Information Systems Engineering**, v. 6, p. 239-242, 2014.

LEE, J.; BAGHERI, B.; KAO, H. A cyber-physical systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems. **Manufacturing Letters**, v. 3, p. 18-23, 2015.

MOURTZIS, D. Simulation in the design and planning of manufacturing systems: state of the art and new trends. **International Journal of Production Research**, v. 58, n. 7, p. 1927-1949, 2020.

PLATHOTTAM, S. J. *et al*. A review of artificial intelligence applications in manufacturing. **Expert Systems with Applications**, v. 225, p. 120-139, 2023.

RUSSELL, S.; NORVIG, P. **Artificial intelligence**: a modern approach. 4. ed. Boston: Pearson, 2021.

SCHWAB, K. **The fourth industrial revolution**. Geneva: World Economic Forum, 2016.

SHAHIN, M.; MAGHANAKI, M.; CHEN, F. F. The symbiotic factory: a comprehensive framework for extending lean manufacturing to human-AI collaboration. **Expert Systems with Applications**, v. 314, 2026.

SLACK, N. *et al*. **Operations management**. 10. ed. Harlow: Pearson, 2020.

STRAZZULLO, S. Fostering digital trust in manufacturing companies: exploring the impact of Industry 4.0 technologies. **Journal of Innovation & Knowledge**, v. 9, n. 4, 2024.

WUEST, T. *et al*. Machine learning in manufacturing: advantages, challenges, and applications. **Production & Manufacturing Research**, v. 4, n. 1, p. 23-45, 2016.

Os conceitos e as opiniões expressos neste artigo são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

INTERFACE TECNOLÓGICA

TECNOLOGIA EM PRODUÇÃO INDUSTRIAL
Interface Tecnológica · v. 23, n. 1, 2026 · p. 301–309
ISSN on-line 2447-0864 · ISSN impresso 1807-3980
https://doi.org/10.31510/infa.v23i1.2422

DESAFIOS E BOAS PRÁTICAS DE ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO NA IMPLANTAÇÃO DE UMA DESTILARIA

Challenges and best practices in production organization for the implementation of a distillery

Eduardo Felipe de Aquino[1], **Luís Fernando Terazzi**[2]

AUTORIA

[1] **Eduardo Felipe de Aquino**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
eduardoaquino160502@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0002-1696-7016

[2] **Luís Fernando Terazzi**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
luis.terazzi@cps.sp.gov.br
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4251-7326

HISTÓRICO

Recebido	15/04/2026
Aceito	04/06/2026
Publicado	30/06/2026

COMO CITAR

AQUINO, E. F. de; TERAZZI, L. F. Desafios e boas práticas de organização da produção na implantação de uma destilaria. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 23, n. 1, p. 301-309, 2026. DOI: 10.31510/infa.v23i1.2422.

LICENÇA

Artigo de acesso aberto distribuído sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

cc BY 4.0

RESUMO

As indústrias manufatureiras enfrentam desafios na implantação de sistemas produtivos devido às altas demandas e à necessidade de eficiência, o que frequentemente resulta em planejamento inadequado e pouca atenção aos limites reais de capacidade dos sistemas. Por isso, este artigo tem como objetivo mostrar as dificuldades no decorrer da implantação e formas de boas práticas de planejamento para eficiência do processo produtivo. Este artigo utiliza a metodologia de estudo de caso, com abordagem descritiva e qualitativa e a realização de uma entrevista semiestruturada com quatro colaboradores das áreas de gestão que foram essenciais para os resultados. Com a coleta de dados, constatou-se que a ausência de uma estruturação bem definida, de um planejamento alinhado e de uma comunicação eficaz entre os setores constitui um dos principais desafios para a eficiência do processo produtivo. Entretanto, as boas práticas adotadas para enfrentar essas dificuldades, como o acompanhamento por indicadores e a participação ativa dos colaboradores, contribuem para a melhoria da eficiência produtiva. Assim, ajustes e adaptações são necessários mediante as incertezas do ambiente produtivo durante a implantação.

Palavras-chave: Capacidade produtiva. Gestão. Planejamento da produção.

ABSTRACT

Manufacturing industries face challenges in implementing production systems due to high market demands and the need for efficiency, which often result in inadequate planning and insufficient consideration of the actual capacity constraints of production systems. Therefore, this article aims to identify the difficulties encountered during the implementation process and to present planning best practices that contribute to production process efficiency. This study adopts a case study methodology, characterized as descriptive research with a qualitative approach, and includes semi-structured interviews conducted with four management professionals who played a key role in achieving the results. The data analysis revealed that the lack of a well-defined structure, aligned planning, and effective communication among departments constitutes one of the main challenges to production process efficiency. However, the adoption of good practices to address these difficulties, such as performance monitoring through indicators and the active participation of employees, contributes to improving production efficiency. Therefore, adjustments and adaptations are necessary to cope with the uncertainties inherent in the production environment during the implementation phase.

Keywords: Production capacity. Management. Production planning.

1 INTRODUÇÃO

Segundo Trierweiler e Bauernhansl (2022), para satisfazer as demandas em constante mudança das sociedades consumidoras, a indústria manufatureira precisa se adaptar constantemente. Esse cenário de maior variedade de produtos e de prazos reduzidos de entrega impõe desafios ao planejamento e à organização da produção. Tais desafios são especialmente relevantes durante a implantação de um novo empreendimento industrial, quando a eficiência dos processos e a gestão adequada das atividades determinam o sucesso da operação (TRIERWEILER; BAUERNHANSL, 2022). Nesse contexto, Kiran (2019) destaca que a estrutura organizacional da empresa funciona como base para um controle eficaz, permitindo que os colaboradores compreendam seus papéis, suas responsabilidades e as relações com os demais, o que facilita a realização dos objetivos organizacionais.

Ademais, Geurtsen, Adan e Atan (2024) destacam que uma instalação de produção eficiente depende não apenas dos processos operacionais em si, mas também do planejamento das atividades relacionadas a equipamentos e principalmente, a pessoas. Os autores ressaltam que tanto as tarefas produtivas quanto a utilização do tempo disponível das máquinas e dos colaboradores devem ser cuidadosamente estruturadas, uma vez que a alocação adequada de recursos impacta diretamente a eficiência geral. Nesse sentido, um sistema de apoio para decisão, capaz de indicar o momento ideal para realizar atividades de planejamento revela-se altamente vantajoso.

Além desses fatores, Pacheco e Santoro (2001) indicam que muitas empresas enfrentam dificuldades significativas devido à falta de atenção à capacidade finita dos sistemas produtivos. Quando uma indústria opera próxima ao limite de recebimento de novas demandas, qualquer chegada adicional pode exigir maior esforço operacional, necessidade de capacitação da mão de obra e ajustes emergenciais nos processos. Pacheco e Santoro (2001) ressaltam que esse cenário também provoca impactos diretos na produção, como as paradas por bloqueio: quando uma máquina atinge sua capacidade máxima, a etapa anterior é obrigada a interromper suas atividades, gerando perda de tempo, ociosidade do operador e redução da eficiência global do sistema.

Sob essa perspectiva, torna-se evidente que os desafios relacionados à organização da produção não se limitam ao alinhamento entre processos e recursos, mas envolvem também a capacidade da empresa de antecipar gargalos, estruturar seus fluxos de trabalho e treinar colaboradores. Essa compreensão é fundamental porque permite reconhecer que decisões tomadas durante a fase inicial de operação influenciam diretamente o equilíbrio produtivo, a estabilidade das rotinas operacionais e a mitigação de riscos associados à sobrecarga de equipamentos e equipes.

Portanto, o objetivo deste artigo é, por meio de uma pesquisa descritiva, com abordagem qualitativa, operacionalizado pelo método de estudo de caso, analisar a organização da produção durante a fase de implantação de uma destilaria, identificando os principais desafios enfrentados e as práticas gerenciais adotadas, de modo a compreender como as decisões estratégicas tomadas neste período impactam a estruturação dos processos produtivos e a futura eficiência operacional da empresa.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica deste estudo está estruturada em duas seções. A primeira aborda o planejamento e a organização da produção em ambientes industriais, destacando a importância da estruturação dos processos de trabalho e da coordenação eficiente dos recursos produtivos. A

segunda seção discute a capacidade produtiva e a eficiência dos sistemas de produção, enfatizando sua influência sobre o desempenho operacional e a tomada de decisão em ambientes industriais. É crucial entender como esses fatores influenciam o resultado final da produção sobre o desempenho operacional e a tomada de decisão nas fases iniciais de implantação de empreendimentos industriais (GROOVER, 2011).

2.1 Planejamento e organização da produção em ambientes industriais

May, Hart e Duffie (2025) indicam que ciclos de vida de produtos tornaram-se mais curtos, maior complexidade técnica e mercados cada vez mais voláteis tornam o planejamento e a organização da produção atividades cada vez mais desafiadoras. Esse cenário exige respostas rápidas, decisões estruturadas e uma coordenação eficiente entre recursos, capacidades e fluxos de trabalho. Assim, compreender como as empresas organizam suas operações desde a fase inicial torna-se fundamental, uma vez que escolhas relacionadas ao arranjo produtivo, ao sequenciamento das tarefas e a definição de responsabilidades influenciam diretamente sua eficiência operacional futura.

Nesse contexto, Groover (2011) reforça que os sistemas de produção dependem da integração coordenada entre setores e atividades, pois o desempenho global somente é alcançado quando processos, pessoas e recursos operam de maneira articulada. O autor destaca ainda que a organização eficiente desses sistemas exige tanto especialização quanto mecanismos de apoio capazes de lidar com imprevistos e assegurar a continuidade operacional. Essa perspectiva complementa a compreensão de que decisões tomadas nas etapas iniciais definem a base sobre a qual o desempenho produtivo será construído.

Dessa forma, para May, Hart e Duffie (2025) o planejamento e a organização da produção mostram-se essenciais não apenas para estruturar processos e coordenar recursos, mas também para garantir que a operação seja capaz de atender às demandas de forma eficiente ao longo do tempo. À medida que o consumo industrial cresce em ritmo acelerado, torna-se cada vez mais necessário identificar e compreender a capacidade produtiva dos processos industriais, de modo a assegurar o uso adequado dos recursos disponíveis e evitar desequilíbrios operacionais. Conforme Zhang *et al.* (2021), a correta identificação da capacidade de produção constitui um elemento fundamental para a gestão eficiente dos sistemas produtivos, reforçando a necessidade de integrar o planejamento da produção a análise da capacidade instalada.

2.2 Capacidade produtiva e eficiência dos sistemas de produção

Zhang *et al*. (2021) preconizam que a identificação e a análise da capacidade produtiva em processos industriais assumem importância crescente tanto no contexto nacional quanto internacional, uma vez que contribuem para a melhoria da eficiência produtiva e para a redução de custos operacionais. Entretanto, conforme os mesmos autores, a presença de dados multidimensionais e níveis elevados de ruído nos processos industriais dificulta a análise da capacidade produtiva por meio de modelos tradicionais.

Nesse contexto, para Ho e Fang (2013), a capacidade produtiva e a eficiência dos sistemas de produção desempenham papel central na gestão industrial, sobretudo em ambientes caracterizados pela presença de múltiplas linhas de produção e pela fabricação de diferentes produtos. Nesses cenários, a alocação eficaz de recursos limitados torna-se essencial para a maximização dos resultados operacionais, especialmente diante de situações de incerteza da demanda, nas quais a

definição da capacidade ideal representa um desafio relevante para a tomada de decisão gerencial (HO; FANG, 2013).

Além disso, os sistemas produtivos têm se tornado mais complexos, e os planos de produção sofrem com alterações frequentes. Isso torna ainda mais importante tomar decisões bem pensadas sobre como utilizar a capacidade produtiva. Segundo Mielke e Winkler (2024), a eficiência dos sistemas de produção está diretamente relacionada à capacidade das empresas de avaliar diferentes cenários operacionais e compreender os impactos das variações de recursos, processos e demandas sobre o desempenho global. No mesmo sentido, Ho e Fang (2013) ressaltam que, em ambientes nos quais múltiplos produtos são fabricados sob demanda incerta, a alocação otimizada da capacidade é essencial para maximizar resultados operacionais, pois a deficiência ou o excesso de produção de determinado item pode reduzir a lucratividade do sistema como um todo. Dessa forma, evidencia-se a importância de abordagens capazes de apoiar a tomada de decisão no planejamento da produção, especialmente em ambientes industriais sujeitos a constantes mudanças, nos quais o equilíbrio entre capacidade e demanda é um fator crítico de desempenho.

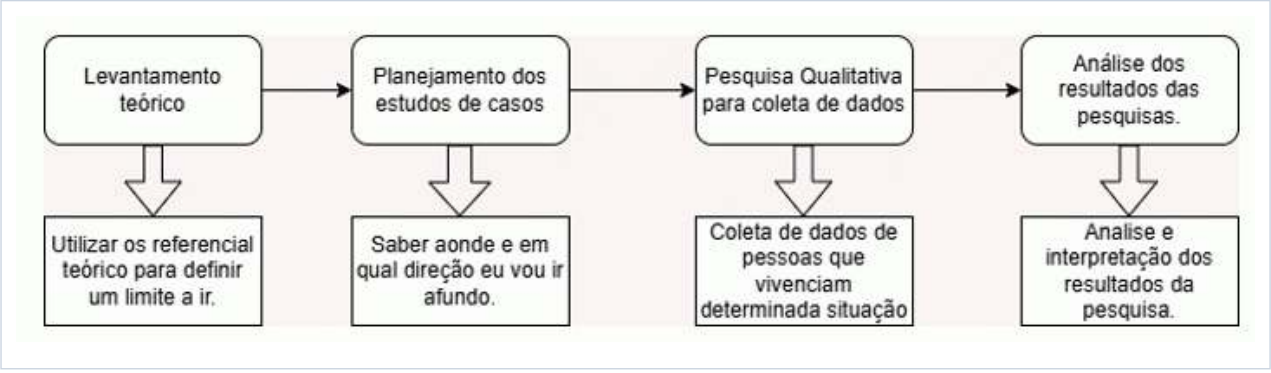
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia que fundamenta este estudo está alinhada ao objetivo proposto, sendo caracterizada como uma pesquisa descritiva, com abordagem qualitativa, operacionalizada por meio do método de estudo de caso.

De acordo com Turrioni e Mello (2012), a pesquisa descritiva tem como finalidade observar, registrar e analisar fenômenos sem a interferência do pesquisador, buscando descrever características de determinada realidade por meio de técnicas padronizadas de coleta de dados, como entrevistas. No que se refere à abordagem qualitativa, os mesmos autores destacam que ela se concentra na compreensão aprofundada de fenômenos sociais, considerando percepções, interpretações e experiências dos participantes, permitindo analisar aspectos que não podem ser reduzidos a dados numéricos. O estudo de caso, por sua vez, possibilita a investigação detalhada de uma situação específica, favorecendo a compreensão ampla e contextualizada do fenômeno analisado (TURRIONI; MELLO, 2012).

Para orientar o estudo de caso, adotou-se como base a estrutura metodológica proposta por Cauchick Miguel e Sousa (2012). Essa estrutura é composta por quatro etapas sequenciais, conforme Figura 1.

Figura 1 – Estrutura dos processos para condução do estudo de caso



Fonte: Adaptado de Cauchick Miguel e Sousa (2012).

Conforme apresentado na Figura 1, a primeira etapa consistiu na construção da base teórica, realizada por meio da seleção e análise de artigos científicos, livros e outras fontes relevantes relacionadas ao planejamento e organização da produção.

A segunda etapa consistiu no planejamento da coleta de dados e na caracterização da empresa objeto do estudo. A empresa objeto da pesquisa é uma destilaria em fase de implantação, localizada no interior do estado de São Paulo, cuja estrutura produtiva encontra-se em processo de organização operacional e definição de fluxos de trabalho. Ainda nesta etapa foi realizada a elaboração de um roteiro de entrevistas semiestruturado fundamentado na revisão teórica. As perguntas foram estruturadas de modo a manter alinhamento com o objetivo da pesquisa, permitindo explorar os desafios enfrentados durante a fase de implantação da destilaria e as práticas gerenciais adotadas.

Na terceira etapa, procedeu-se à coleta de dados. Foram selecionados quatro profissionais que ocupam cargos de liderança e gestão, com experiência significativa na implantação e organização de processos produtivos. O perfil dos entrevistados, incluindo função, tempo de atuação e área de responsabilidade, está apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Colaboradores entrevistados

Função	Tempo de atuação no cargo	Área de atuação
Diretor de operações	24 anos	Responsável por dirigir a empresa, como também definir metas e planejamentos para uma potencialização da produtividade, como também responsável pela logística geral da indústria.
Supervisor Técnico	8 anos	Responsável pela coordenação e supervisão das equipes operacionais, garantindo a eficiência e a execução dos processos de forma padronizadas, também sendo responsável pela análise de indicadores diariamente.
Engenheira Mecânica	5 anos	Responsável pela coordenação de todo e qualquer tipo de operação relacionada a manutenção como também a equipe de manutentores, responsável por fiscalizar e agir com planejamento para a realização de manutenções dos equipamentos e máquinas.
Comprador Junior	5 anos	Responsável pela compra de materiais, e matérias-primas para a produção, e qualquer outro setor. Responsável também pela qualificação dos fornecedores como também, pela parte logística do recebimento das compras.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

As entrevistas foram realizadas de forma online, ao longo de um período de duas semanas, permitindo aos participantes responderem com maior detalhamento. As respostas foram devidamente registradas e organizadas para posterior análise.

Por fim, a quarta etapa correspondeu à análise dos dados coletados. Nessa fase, buscou-se examinar as respostas dos entrevistados, estabelecendo conexões entre a prática observada na implantação da destilaria e os conceitos relacionados ao planejamento da produção e à capacidade produtiva.

Dessa maneira, a metodologia adotada permitiu uma investigação aprofundada do contexto estudado, garantindo coerência com o objetivo da pesquisa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com Kiran (2019), uma estrutura organizacional bem definida é fundamental para que os colaboradores compreendam suas funções e responsabilidades, especialmente no momento inicial de implantação de uma empresa. Esse aspecto também é reforçado por May, Hart e Duffie (2025), ao destacarem que a definição clara de responsabilidades e a organização das atividades

constituem elementos essenciais para o alcance da eficiência operacional no longo prazo. Nesse sentido, os profissionais entrevistados ocupam cargos estratégicos dentro da organização, o que contribui para uma visão ampla dos desafios relacionados a organização da produção nesse período inicial.

Assim, todos os entrevistados ressaltaram a importância de uma estrutura organizacional bem definida e da divisão clara de responsabilidades durante a implantação da destilaria. O Diretor de Operações enfatiza que inicialmente no planejamento de uma operação a clareza na definição das funções contribui diretamente para o desempenho produtivo, afirmando que os cargos definidos de maneira correta e as rotinas diárias definidas garantem alta performance produtiva, elevando a expertise dos funcionários em suas funções, com ganho em eficiência. Essa percepção indica que a organização das responsabilidades não se limita apenas à distribuição de tarefas, mas também favorece o desenvolvimento da especialização dos colaboradores e a melhoria dos processos produtivos. Além disso, o Supervisor Técnico destaca a importância do planejamento alinhado entre os setores da empresa, ressaltando que, com um planejamento bem elaborado, cada responsável por determinadas ações consegue atender suas atribuições sem grandes dificuldades, desde que exista uma sinergia em cada etapa do processo.

Segundo a Engenheira Mecânica, esse alinhamento entre os setores também contribui para evitar falhas operacionais e retrabalhos. Nesse sentido, o Comprador Júnior destaca que uma estrutura organizacional bem definida permite reduzir problemas comuns em fases iniciais de implantação, como compras emergenciais ou falhas no planejamento de recursos, indicando que uma estrutura organizacional bem definida e uma divisão clara de responsabilidades são essenciais para evitar retrabalho, compras emergenciais e desvios de custos de produção e administrativos. Esses resultados corroboram a perspectiva apresentada por Groover (2011), que destaca a importância da integração entre setores e atividades para o funcionamento eficiente dos sistemas produtivos.

Com base nos relatos dos entrevistados, observa-se que ferramentas de gestão e práticas de acompanhamento também desempenham papel muito relevante nesse processo de organização inicial. O Comprador Junior e a Engenheira Mecânica relatam que diferentes instrumentos de controle foram utilizados para apoiar o planejamento das atividades, sendo utilizado inicialmente planilhas de controle e reuniões semanais de alinhamento, sendo imprescindível a implantação de um *Enterprise Resource Planning* (ERP) para digitalizar informações, evitar redundâncias, organizar as demandas, acompanhar indicadores e ajustar os recursos conforme as necessidades da operação.

Mais do que ferramentas operacionais, esses mecanismos configuram uma base inicial de governança da produção, permitindo maior previsibilidade e controle em um ambiente ainda marcado por incertezas. Essas práticas evidenciam a importância da comunicação contínua entre as áreas e do acompanhamento sistemático dos processos durante a fase de implantação da empresa. Nesse contexto, Groover (2011) ressalta que a especialização das funções e a definição clara das responsabilidades contribuem para a melhoria da eficiência produtiva, especialmente em ambientes industriais em fase de estruturação.

Outro ponto destacado pelos entrevistados refere-se ao papel ativo dos colaboradores no processo de implantação. O Diretor de Operações e a Engenheira Mecânica ressaltam que o envolvimento das equipes operacionais tem sido fundamental para a adaptação dos processos produtivos, os colaboradores participaram ativamente da implantação, trazendo sugestões práticas e aju-

dando nos ajustes do processo. Esse envolvimento evidencia que o conhecimento operacional não é apenas implementado de forma *top-down*, mas construído de maneira prática e incremental, a partir da interação direta com o sistema produtivo.

A capacitação e o envolvimento garantiram mais agilidade, qualidade nas operações e redução de erros, aumentando a eficiência geral da produção. De forma complementar, o Supervisor Técnico destaca que o acompanhamento próximo das atividades contribui significativamente para a resolução de problemas durante a implantação dos sistemas produtivos. Dessa forma, observa-se que a participação ativa dos colaboradores, aliada à definição das responsabilidades e à comunicação constante entre os setores, contribui para a organização eficiente das atividades produtivas durante a implantação da destilaria. Entretanto, os resultados indicam que, embora a estrutura organizacional seja um elemento fundamental, ela, isoladamente, não garante a estabilidade operacional, sendo necessário um processo contínuo de ajuste e aprendizagem.

Desse modo, observa-se que o planejamento da capacidade produtiva assume papel central na estruturação das operações da destilaria, corroborando Ho e Fang (2013), que destacam a importância da definição de limites de recursos para a maximização da produção em ambientes industriais. No ambiente produtivo estudado, verificou-se a adoção de um planejamento detalhado, fundamentado na análise dos processos produtivos, na distribuição das atividades entre os setores e na definição criteriosa dos recursos necessários para a operação.

Nesse contexto, o Diretor de Operações indicou que a capacidade produtiva foi inicialmente estabelecida a partir de análises técnicas, como o balanço de massa dos produtos, com a consulta de manuais de equipamentos e também a identificação dos pontos críticos de controle. Segundo a Engenheira Mecânica, essa abordagem permitiu estruturar o fluxo produtivo e definir o tempo de execução das atividades e a alocação das funções operacionais.

Entretanto, todos os entrevistados concordaram que houve necessidade de ajustes ao longo do processo, especialmente em função das incertezas inerentes ao início das atividades produtivas.

Esse achado representa um dos principais resultados do estudo: a distância entre a capacidade planejada e a capacidade real no início da operação. Nesse sentido, a adoção de volumes de produção mais controlados, baseados em ciclos ou bateladas, mostrou-se uma estratégia relevante para reduzir riscos operacionais, favorecer o aprendizado organizacional e permitir a adaptação gradual dos processos.

Para o Diretor de Operações e o Comprador Junior, a capacidade produtiva planejada não é atingida de forma imediata, sendo comum a ocorrência de gargalos pontuais e oscilações entre sobrecarga e ociosidade em diferentes etapas do processo. Esse comportamento evidencia a presença de restrições típicas de sistemas com capacidade finita, conforme discutido na literatura, nas quais pequenos desequilíbrios geram impactos em cadeia ao longo do fluxo produtivo. Segundo o Supervisor Técnico e a Engenheira Mecânica, esses desequilíbrios foram gradualmente corrigidos à medida que os fluxos produtivos se estabilizaram, indicando um processo de maturação operacional.

Diante desses desafios, destacam-se as práticas adotadas para o gerenciamento das limitações da capacidade produtiva. Segundo o Supervisor Técnico e a Engenheira Mecânica, a realização de revisões periódicas da capacidade, o monitoramento contínuo por meio de indicadores de desempenho e o fortalecimento da comunicação entre as áreas foram fundamentais para a corre-

ção de desvios e para o equilíbrio das operações, especialmente em um contexto inicial marcado por instabilidade e necessidade constante de ajustes.

Nesse contexto, o Diretor de Operações reforça que o acompanhamento contínuo e a capacidade de adaptação são essenciais para manter níveis produtivos gerenciáveis, evidenciando que o controle da produção não se limita ao planejamento inicial, mas exige atuação constante ao longo da operação. Essas práticas demonstram que o controle da produção, nesse contexto, assume caráter dinâmico e adaptativo, sendo continuamente reconfigurado conforme a evolução do sistema produtivo.

Dessa forma, observa-se que a eficiência na organização da produção, especialmente em fases iniciais de implantação, não depende exclusivamente de um planejamento prévio bem estruturado, mas também da capacidade da empresa de aprender com a operação, ajustar seus processos e promover a integração entre os setores. Conforme evidenciado pelos entrevistados, esse processo de adaptação ocorre de forma contínua, sendo impulsionado tanto pela experiência prática quanto pelo acompanhamento sistemático das atividades produtivas.

Em síntese, os resultados indicam que a implantação da destilaria é marcada por um processo progressivo de aprendizagem operacional, no qual planejamento, execução e ajuste ocorrem de forma simultânea. Esse movimento, relatado de forma convergente pelos diferentes níveis de gestão entrevistados, demonstra que a consolidação de um sistema produtivo eficiente está diretamente associada a capacidade da organização de transformar desvios operacionais em oportunidades de melhoria, contribuindo para a construção de um ambiente produtivo mais estável ao longo do tempo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise realizada, foi possível evidenciar que a organização da produção durante a implantação de uma destilaria envolve desafios significativos relacionados à definição da estrutura organizacional, ao planejamento da capacidade produtiva e coordenação entre setores. Observou-se que práticas como a clara divisão de responsabilidades, o uso de ferramentas de controle, o acompanhamento contínuo das operações e o envolvimento dos colaboradores contribuem diretamente para a redução de falhas, melhoria da eficiência e maior estabilidade operacional. Além disso, verificou-se que o processo de implantação não ocorre de forma linear, sendo marcado por ajustes constantes e pela necessidade de adaptação diante das incertezas do ambiente produtivo.

No que se refere ao objetivo do estudo, considera-se que este foi atingido, uma vez que foi possível analisar a organização da produção na fase de implantação da destilaria, bem como identificar os principais desafios enfrentados e as práticas gerenciais adotadas. Sob a perspectiva prática, os resultados sugerem que, após a fase de implantação, a destilaria deve priorizar a consolidação dos mecanismos de planejamento e controle da produção, com foco no monitoramento contínuo da capacidade produtiva, na padronização dos processos operacionais e no fortalecimento da comunicação entre os setores. Além disso, o acompanhamento por indicadores de desempenho e a capacitação contínua das equipes tornam-se fundamentais para identificar gargalos, corrigir desvios operacionais e sustentar os ganhos de eficiência alcançados durante a fase inicial.

Como limitação, destaca-se que o estudo foi realizado por meio de um único estudo de caso, o que restringe a generalização dos resultados para outros contextos industriais. Além disso, a

pesquisa concentrou-se na fase inicial de implantação, não contemplando a análise do desempenho da operação em estágios mais avançados de maturidade. Dessa forma, sugere-se que pesquisas futuras ampliem a amostra de análise, incluindo diferentes tipos de indústrias e fases operacionais.

REFERÊNCIAS

CAUCHICK MIGUEL, P. A.; SOUSA, R. O método do estudo de caso na engenharia de produção. *In*: CAUCHICK MIGUEL, P. A. (org.). **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. cap. 6, p. 130-148.

GEURTSEN, M.; ADAN, I.; ATAN, Z. Planning of multi-production line maintenance. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 75, p. 174-193, 2024.

GROOVER, M. P. **Automação industrial e sistemas de manufatura**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2011.

HO, J.-W.; FANG, C.-C. Production capacity planning for multiple products under demand uncertainty. **International Journal of Production Economics**, v. 141, n. 2, p. 593-604, 2013.

KIRAN, D. R. **Production planning and control**: a comprehensive approach. Índia: Matthew Deans, 2019.

MAY, M. C.; HART, C.; DUFFIE, N. A decision aid for aggregate production planning (APP) strategies. **Procedia CIRP**, v. 134, p. 97-102, 2025.

MIELKE, J.; WINKLER, H. A reference architecture for the application of machine learning algorithms in production planning and control. **Procedia CIRP**, v. 130, p. 79-85, 2024.

PACHECO, R. F.; SANTORO, M. C. A adoção de modelos de scheduling no Brasil: deficiências do processo de escolha. **Gestão & Produção**, v. 8, n. 2, p. 128-138, 2001.

TRIERWEILER, M.; BAUERNHANSL, T. Reconfiguration process for matrix manufacturing systems. **Procedia CIRP**, v. 107, p. 699-704, 2022.

TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção**: estratégias, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas. Itajubá: Unifei, 2012.

ZHANG, K.; LI, W.; HAN, Y.; GENG, Z.; CHU, C. Production capacity identification and analysis using novel multivariate nonlinear regression: application to resource optimization of industrial processes. **Journal of Cleaner Production**, v. 282, 2021.

Os conceitos e as opiniões expressos neste artigo são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

INTERFACE TECNOLÓGICA

TECNOLOGIA EM PRODUÇÃO INDUSTRIAL
Interface Tecnológica · v. 23, n. 1, 2026 · p. 310–317
ISSN on-line 2447-0864 · ISSN impresso 1807-3980
https://doi.org/10.31510/infa.v23i1.2418

APLICAÇÃO DO 5S COMO FERRAMENTA DE SEGURANÇA E ORGANIZAÇÃO DE AMBIENTES PRODUTIVOS

Application of 5S as a tool for safety and organization in productive environments

Angélica Daiana Sabino[1], **Daniela Rodolpho**[2]

AUTORIA

[1] **Angélica Daiana Sabino**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
daianaangelica956@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0004-1602-8945

[2] **Daniela Rodolpho**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
daniela.rodolpho@fatec.sp.gov.br
ORCID: 0000-0003-2680-5344

HISTÓRICO

Recebido	16/04/2026
Aceito	04/06/2026
Publicado	30/06/2026

COMO CITAR

SABINO, A. D.; RODOLPHO, D. Aplicação do 5S como ferramenta de segurança e organização de ambientes produtivos. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 23, n. 1, p. 310-317, 2026. DOI: 10.31510/infa.v23i1.2418.

LICENÇA

Artigo de acesso aberto distribuído sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

cc BY 4.0

RESUMO

Este estudo analisa a implementação do programa 5S como um instrumento de segurança e organização em ambientes produtivos, destacando sua contribuição para a eficiência operacional, diminuição de desperdícios e fortalecimento da cultura de melhoria contínua. A pesquisa adota uma abordagem qualitativa, de caráter exploratório e natureza bibliográfica, baseando-se em obras relacionadas à gestão da qualidade, produção enxuta e organização do trabalho. A revisão da literatura revelou que o 5S vai além da organização física do ambiente, pois também se concentra na padronização de processos, na gestão visual, na disciplina operacional e na prevenção de situações inseguras. Além disso, constatou-se que sua aplicação gera resultados variados de acordo com o setor e o porte da empresa, apesar de seus princípios se manterem relevantes em diferentes contextos produtivos. Os resultados sugerem que a abordagem é mais eficaz quando incorporada à rotina de gestão, ao suporte da liderança e ao envolvimento das equipes. Pode-se concluir que o 5S é uma base importante para ambientes de trabalho mais seguros, organizados e voltados para a melhoria contínua.

Palavras-chave: 5S. Organização do trabalho. Segurança do trabalho. Melhoria contínua. Gestão da qualidade.

ABSTRACT

This study examines the implementation of the 5S program as a safety and organizational tool in production environments, highlighting its contribution to operational efficiency, waste reduction, and strengthening of a culture of continuous improvement. The research adopts a qualitative, exploratory, and bibliographic approach, based on works related to quality management, lean production, and work organization. The literature review revealed that 5S goes beyond the physical organization of the environment, as it also focuses on process standardization, visual management, operational discipline, and the prevention of unsafe situations. Furthermore, it was found that its application generates varied results according to the sector and size of the company, although its principles remain relevant in different production contexts. The results suggest that the approach is more effective when incorporated into management routines, with leadership support and team involvement. It can be concluded that 5S is an important foundation for safer, more organized work environments focused on continuous improvement.

Keywords: 5S. Work organization. Workplace safety. Continuous improvement. Quality management.

1 INTRODUÇÃO

A crescente competitividade e a busca por um desempenho operacional superior têm levado as empresas a reavaliarem suas práticas de gestão e organização do trabalho. Nesse contexto, a qualidade do ambiente de trabalho é vista como um elemento diretamente ligado à eficácia, à segurança e à estabilidade dos processos. Paladini (2019) aponta que a gestão da qualidade está condicionada a ambientes organizacionais que promovam a padronização, o controle e a diminuição de erros. Campos (2004) também relaciona disciplina e padronização à manutenção dos resultados organizacionais, evidenciando que a organização das rotinas impacta diretamente a estabilidade dos processos e a prevenção de falhas.

Nesse cenário, o programa 5S se destaca como uma abordagem focada na organização, limpeza, padronização e disciplina no local de trabalho. Mais do que uma atividade ocasional de organização, é um sistema de gestão que visa estabelecer condições propícias para a melhoria constante e para o fortalecimento de comportamentos organizacionais voltados à qualidade. Abreu e Alves (2019) discutem a implementação do 5S em contextos organizacionais, destacando que o método incentiva mudanças de comportamento e fortalece uma abordagem administrativa participativa. Em complemento, Osada (1992), um dos autores de referência na sistematização do programa, afirma que a organização do ambiente constitui base para a melhoria contínua das organizações e para o desenvolvimento de hábitos sustentáveis no trabalho.

A importância do 5S se torna ainda mais clara quando ligada à segurança do trabalho. Ambientes desordenados, sobrecarregados de materiais, com identificação inadequada e falta de padrões visuais geralmente aumentam os riscos operacionais e dificultam a prevenção de acidentes. Estudos recentes demonstram que a implementação do 5S promove a organização do ambiente, aprimora as condições de trabalho e contribui para o aumento da produtividade e segurança das equipes (FRERI; SILVA; OLIVEIRA, 2024).

Dentro da ótica da produção enxuta, o 5S é também uma ferramenta auxiliar na eliminação de desperdícios e na gestão visual. Dennis (2016) destaca que sistemas produtivos baseados na filosofia *Lean* dependem de ambientes organizados, disciplinados e com controle visual para alcançar alto desempenho operacional. De maneira semelhante, Nascimento e Casagrande (2024) demonstram que a organização do ambiente e a gestão visual proporcionadas pelo 5S favorecem a identificação de problemas operacionais e contribuem para a melhoria contínua dos processos.

Com isso, este artigo defende a ideia de que o 5S vai além da simples arrumação do espaço, englobando também uma cultura de manutenção, prevenção e gestão. Portanto, o propósito deste trabalho é investigar como o 5S pode ser utilizado como uma ferramenta de segurança e organização em ambientes de trabalho, enfatizando sua importância na eficiência operacional, na prevenção de acidentes e na promoção de uma cultura de melhoria contínua. Os objetivos específicos são apresentar os conceitos do programa 5S, debater a sua ligação com a segurança do trabalho e analisar a sua relevância para a organização e competitividade dos ambientes produtivos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A gestão da qualidade, a gestão da produção e a melhoria contínua consideram o 5S uma base organizacional fundamental para garantir a estabilidade dos processos. Além de ser uma prática de organização do ambiente, o método também foca em hábitos, padrões visuais, disciplina no trabalho e diminuição de desperdícios, estabelecendo um ambiente onde o trabalho pode ocorrer com mais previsibilidade e menos variações.

Segundo Osada (1992), a obtenção de resultados organizacionais superiores depende da criação de rotinas disciplinadas e da eliminação sistemática das causas de falhas. Da mesma forma, Paladini (2019) afirma que a qualidade vai além do resultado, englobando também a organização do ambiente e das práticas que favorecem o desempenho da organização.

O 5S é geralmente considerado um pré-requisito para processos que sejam mais estáveis e transparentes. Dennis (2016) vincula a lógica enxuta à redução de desperdícios e à criação de fluxos mais contínuos. Por outro lado, Osada (1992) destaca que ambientes visualmente organizados e disciplinados facilitam a detecção de anomalias e o fortalecimento da cultura de melhoria contínua. Nesse contexto, o 5S atua como uma linguagem operacional que integra pessoas, processos e padrões, apoiando práticas mais abrangentes de excelência organizacional.

2.1 O programa 5S: origem, conceito e lógica operacional

A metodologia é comumente explicada por meio de cinco sensos: *Seiri* (utilização), *Seiton* (ordenação), *Seiso* (limpeza), *Seiketsu* (padronização) e *Shitsuke* (disciplina). Apesar de a nomenclatura ser simples, a proposta do programa é complexa, pois abrange a definição de critérios de uso, organização visual, manutenção do ambiente e consolidação de comportamentos duradouros. Estudos aplicados mostram que a implementação do programa ajuda a melhorar a organização do ambiente, diminuir desperdícios e reforçar a disciplina organizacional (BARBOSA; OLIVEIRA, 2017).

Os autores Abreu e Alves (2019) apontam que a implementação do 5S vai além do aspecto material e afeta diretamente a postura das pessoas em relação ao trabalho e à organização.

Do ponto de vista operacional, o programa converte conceitos abstratos em ações práticas, como identificação visual de materiais, definição de locais, organização lógica do layout, rotinas de inspeção e auditorias regulares. Barbosa e Oliveira (2017), ao examinarem a implementação do programa 5S, ressaltam que seus fundamentos promovem a simplificação do ambiente de trabalho, a redução de desperdícios e o fortalecimento conjunto da qualidade e segurança. Portanto, a eficácia do 5S não resulta de ações pontuais, mas da sua integração no dia a dia e da supervisão constante para sua preservação.

2.2 5S e a organização do trabalho: fluxo, ergonomia e eliminação de desperdícios

O 5S contribui para a organização do trabalho em três aspectos principais: fluxo operacional, ergonomia e gestão visual. No fluxo, a remoção do excesso e a organização lógica dos recursos diminuem interrupções, deslocamentos desnecessários e perdas relacionadas à espera, transporte e movimentação. Dennis (2016) afirma que a eliminação de desperdícios é fundamental para a criação de fluxos mais contínuos e eficientes, aproximando o 5S da lógica enxuta.

No âmbito ergonômico, a disposição adequada de materiais, ferramentas e espaços de trabalho ajuda a minimizar esforços desnecessários, movimentos repetitivos ineficazes e situações de improviso. Apesar de o 5S não ser um substituto para a análise ergonômica do trabalho, ele contribui para estabelecer condições mais organizadas, claras e seguras, o que aprimora a interação entre o trabalhador, o posto e a tarefa.

Outro elemento fundamental é a gestão visual. Ao evidenciar limites, padrões e desvios, o 5S facilita a identificação rápida de anomalias, permitindo que sejam corrigidas antes que se tornem problemas mais sérios. Dennis (2016) defende que a visibilidade dos problemas é um dos pilares dos sistemas de produção de alto desempenho. Osada (1992) vincula a disciplina, padronização e controle visual ao suporte de objetivos relacionados à qualidade, custo e produtividade. Contudo, esses ganhos não ocorrem de forma automática: Lapa (1998) ressalta que a sustentabilidade do 5S

depende do comprometimento da liderança e da incorporação de seus princípios à cultura organizacional, sem os quais os resultados tendem a ser temporários. Assim, o 5S cria uma conexão entre a organização física do espaço e a consistência do processo de produção, desde que haja uma gestão comprometida com sua manutenção.

2.3 5S como ferramenta de segurança: base para sistemas de SST e cultura preventiva

Na área de Segurança e Saúde no Trabalho (SST), o 5S pode ser entendido como um instrumento de prevenção primária. Ambientes limpos, organizados e sinalizados geralmente diminuem a probabilidade de acidentes, facilitam a circulação, melhoram a guarda de materiais e tornam mais visíveis as condições inseguras. Barbosa e Oliveira (2017) demonstram que a implementação do programa contribui ao mesmo tempo para uma organização eficiente do espaço, diminuição de desperdícios e aprimoramento da segurança no local de trabalho.

A literatura da qualidade também demonstra essa relação entre organização e segurança, considerando o 5S como um suporte para a disciplina, preservação do ambiente e aprimoramento contínuo das condições de trabalho. Paladini (2019) enfatiza que a qualidade está relacionada à organização do ambiente e à implementação de práticas estruturadas e controladas. Campos (2004) reforça que o controle das rotinas é condição para a manutenção dos resultados organizacionais, o que evidencia a interdependência entre disciplina operacional, liderança ativa e cultura preventiva.

Quando associado à padronização e à disciplina, o 5S transcende sua função de simples técnica de organização do espaço e começa a impactar atitudes e comportamentos no local de trabalho. Um ambiente organizado transmite uma expectativa de cuidado, responsabilidade e aderência às normas, o que contribui para o fortalecimento de uma cultura de prevenção. Nesse sentido, Dennis (2016) demonstra que ambientes visualmente organizados tornam mais fácil a detecção de anomalias e incentivam comportamentos alinhados com sistemas de melhoria contínua. Lapa (1998) acrescenta que a consolidação do programa depende do papel ativo da liderança na definição de padrões, no acompanhamento das rotinas e no estímulo ao engajamento dos colaboradores, sendo essa dimensão gerencial um fator determinante para distinguir implementações sustentáveis daquelas que se limitam a resultados imediatos.

Segundo Barbosa e Oliveira (2017), a implementação do 5S ajuda a reforçar a disciplina organizacional e o engajamento das equipes, aumentando sua eficácia como instrumento de apoio à segurança nas operações diárias.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho é uma pesquisa de abordagem qualitativa, de natureza exploratória e bibliográfica, realizada com o propósito de examinar a utilização do programa 5S como instrumento de segurança e organização em ambientes produtivos. A escolha pela abordagem qualitativa é justificada pelo desejo de entender e interpretar criticamente conceitos, práticas e evidências teóricas ligadas ao tema, sem a finalidade de realizar mensuração estatística. Nesse contexto, Creswell e Creswell (2018) declaram que a pesquisa qualitativa é apropriada para o entendimento aprofundado de fenômenos, levando em conta seus significados e contextos.

Em relação aos objetivos, o estudo é considerado exploratório, pois visa expandir o entendimento teórico sobre o 5S e suas conexões com segurança, organização e melhoria contínua. Também é considerada uma pesquisa bibliográfica, uma vez que foi desenvolvida com base em materiais previamente publicados, principalmente livros e artigos científicos. De acordo com Creswell

e Creswell (2018), a pesquisa bibliográfica é realizada com base em material já existente e é um método apropriado para coletar e analisar contribuições teóricas a respeito de um problema específico.

A seleção do material foi realizada por meio de pesquisas em fontes de acesso acadêmico e público, priorizando obras disponíveis em bibliotecas digitais, Google Livros, SciELO e periódicos científicos nacionais, com ênfase em publicações do período entre 1992 e 2024. Os descritores utilizados incluíram os termos "5S", "programa 5S", "organização do trabalho", "segurança do trabalho", "gestão da qualidade", "melhoria contínua" e "produção enxuta", aplicados de forma isolada e combinada. Adotaram-se como critérios de inclusão: obras que tratassem diretamente do programa 5S ou de seus fundamentos teóricos, textos em língua portuguesa ou inglesa, e publicações com referencial acadêmico consolidado. Foram excluídos materiais sem identificação de autoria, sem suporte metodológico explícito e relatos de implementação sem embasamento teórico. Consideraram-se textos que tratassem diretamente do programa 5S, da organização do trabalho, da segurança em ambientes produtivos e da conexão da metodologia com sistemas de melhoria contínua. Também foram priorizados trabalhos reconhecidos em gestão da qualidade e metodologia científica para garantir a coerência teórica e a aderência ao objeto de estudo. Severino (2017) enfatiza que a pesquisa bibliográfica vai além da simples coleta de informações, demandando uma leitura analítica, interpretação e articulação crítica do conteúdo consultado.

Ao tratar do conteúdo, empregou-se uma leitura seletiva, analítica e interpretativa das obras consultadas, visando identificar concordâncias entre os autores em relação aos impactos do 5S na organização, segurança e disciplina no ambiente de trabalho. Marconi e Lakatos (2018) destacam que a pesquisa científica exige um método, organização e consistência entre os objetivos estabelecidos e os métodos empregados.

Assim, a metodologia utilizada demonstra ser compatível com o objetivo do estudo, uma vez que possibilita a coleta de contribuições teóricas sólidas e a elaboração de uma análise fundamentada sobre o papel do 5S como instrumento de organização e segurança em ambientes produtivos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A literatura examinada sugere que a implementação do 5S gera impactos organizacionais que transcendem a simples organização do ambiente. As pesquisas concordam em apontar benefícios como maior organização, uso mais eficiente do espaço, diminuição de desperdícios, padronização de rotinas e aprimoramento das condições de trabalho.

Em empresas de comércio e serviços, por exemplo, a implementação do método foi ligada à melhoria do ambiente físico, à eficácia dos processos e ao contentamento dos usuários. Em contextos laboratoriais, os resultados foram associados à organização, à segurança e à diminuição de perdas operacionais. Esses resultados indicam que o 5S produz resultados consistentes, embora com ênfases diferentes dependendo do contexto de aplicação (FRERI; SILVA; OLIVEIRA, 2024).

Ao comparar os autores, nota-se que a principal diferença reside menos na validade do método e mais na forma como ele é interpretado. O 5S é considerado, em parte da literatura, um instrumento para a gestão da qualidade e disciplina organizacional, conforme apontado por Paladini (2019) e Osada (1992). Por outro lado, autores como Dennis (2016) enfatizam seu papel como base para a gestão visual e estabilidade dos processos dentro da lógica enxuta. Já estudos aplicados, como os de Barbosa e Oliveira (2017), destacam os efeitos práticos da implementação, como reorganização do layout, eliminação de excessos e melhoria da segurança. Essa diferença evidencia

que o 5S pode ser compreendido tanto como uma ferramenta operacional quanto como um mecanismo de transformação cultural.

O Quadro 1 a seguir ilustra essa conexão entre teoria e prática, resumindo como os principais enfoques interpretam o 5S e quais resultados são mais destacados em cada situação.

Quadro 1 – Relação entre enfoques teóricos do 5S e seus resultados organizacionais

Enfoque teórico	Entendimento central do 5S	Resultados mais enfatizados	Limite ou tensão observada
Gestão da qualidade	Base para disciplina, padronização e redução de falhas	Organização do ambiente, estabilidade das rotinas, redução de desperdícios	Risco de tratar o método apenas como arrumação operacional
Produção enxuta	Pré-condição para fluxo estável, gestão visual e identificação de anomalias	Melhoria do fluxo, visibilidade dos problemas, apoio ao kaizen	Implantação superficial pode gerar ganhos apenas temporários
Estudos aplicados em empresas	Ferramenta prática de reorganização e melhoria da rotina	Uso racional do espaço, eficiência, segurança, engajamento das equipes	Dependência de monitoramento e continuidade gerencial

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

O Quadro 1 demonstra que as teorias não apresentam uma contradição central, mas sim diferenças de ênfase. Enquanto autores como Osada (1992) e Paladini (2019) priorizam aspectos relacionados à padronização, controle e estabilidade dos processos, Dennis (2016) enfatiza a importância da visibilidade e do fluxo contínuo. Já Barbosa e Oliveira (2017) evidenciam os ganhos práticos relacionados à organização e segurança. Na prática, essas dimensões se mostram complementares, indicando que a eficácia do 5S depende da integração entre organização física, disciplina operacional e cultura organizacional.

A variação na implementação do 5S de acordo com o setor e o porte da empresa é outro ponto relevante. Estudos recentes indicam que, em pequenas indústrias, há melhorias rápidas no *layout*, na circulação e na organização geral, enquanto em ambientes laboratoriais os ganhos estão mais associados à segurança e confiabilidade operacional (FRERI; SILVA; OLIVEIRA, 2024). Nesse sentido, embora o método mantenha seus princípios básicos, sua aplicação prática exige adaptações conforme o contexto organizacional, o que é reforçado por Lapa (1998) ao destacar a necessidade de alinhamento entre as práticas do programa e a realidade operacional de cada empresa.

Simultaneamente, a literatura indica que essa adaptação continua sendo um aspecto delicado. Em diversos casos, a ferramenta é aplicada de maneira genérica, desconsiderando as particularidades entre setores, a estrutura da empresa e a maturidade da gestão. Dennis (2016) alerta que implementações superficiais tendem a gerar ganhos temporários, enquanto Paladini (2019) reforça que a ausência de padronização e controle compromete a sustentabilidade dos resultados. É exatamente nesse contexto que surgem as limitações mais frequentes ao utilizar o 5S como instrumento de segurança.

O Quadro 2 a seguir resume esses desafios e evidencia que a eficácia do método está diretamente relacionada à sua aplicação contínua e estruturada.

Quadro 2 – Limites e dificuldades do 5S como ferramenta de segurança

Dificuldade identificada	Como aparece na prática	Efeito sobre a segurança
Implantação superficial	Ações pontuais de limpeza e organização sem continuidade	Reduz impacto preventivo e gera regressão dos resultados
Baixa adesão da liderança	Falta de cobrança, acompanhamento e exemplo gerencial	Enfraquece disciplina e manutenção dos padrões
Escassez de recursos em pequenas empresas	Falta de tempo, pessoal e estrutura para auditorias e rotinas	Dificulta consolidação dos sensos e da cultura preventiva
Alta rotatividade ou baixo engajamento	Perda de hábitos, baixa internalização das práticas	Aumenta a instabilidade do método no cotidiano
Adaptação insuficiente ao setor	Aplicação genérica sem considerar riscos e rotinas específicas	Limita o uso do 5S como ferramenta efetiva de segurança

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

O Quadro 2 destaca que o principal desafio não reside no método em si, mas em sua sustentação ao longo do tempo. Barbosa e Oliveira (2017) demonstram que a falta de disciplina organizacional compromete a continuidade dos resultados, enquanto Dennis (2016) enfatiza o papel da liderança na manutenção das práticas. Paladini (2019) complementa ao afirmar que a ausência de monitoramento e controle reduz a eficácia das ações implementadas. Dessa forma, observa-se que a consolidação do 5S depende diretamente do engajamento gerencial e da incorporação do método à rotina organizacional.

Em síntese, os resultados indicam que o 5S é mais eficaz quando tratado como um sistema integrado de gestão, e não como uma ação isolada. Autores como Osada (1992) e Paladini (2019) reforçam que a organização e padronização são fundamentais para a estabilidade dos processos, enquanto Dennis (2016) destaca a importância da gestão visual para a melhoria contínua. Lapa (1998) e Campos (2004) convergem ao apontar que a sustentabilidade do método está diretamente ligada ao comprometimento da alta gestão e à construção de uma cultura organizacional orientada para a disciplina e a melhoria permanente.

Estudos empíricos, como os de Freri, Silva e Oliveira (2024) e Nascimento e Casagrande (2024), demonstram que a aplicação prática do método contribui para ganhos reais em organização, segurança e eficiência. Assim, a discussão evidencia que o avanço do 5S como ferramenta de segurança depende menos da teoria e mais da qualidade de sua implementação e manutenção no ambiente organizacional.

5 CONCLUSÃO

A análise conduzida neste estudo demonstrou que o programa 5S não deve ser visto apenas como um instrumento para organizar o ambiente de trabalho. A literatura sugere que sua implementação também impacta a segurança, a eficácia operacional e a cultura da organização.

No contexto teórico, os autores concordam que o 5S é fundamental para processos mais estáveis, organizados e seguros. Simultaneamente, a comparação das obras revela variações na ênfase: uma parte da literatura apresenta o método como um instrumento de qualidade e padronização, enquanto outra o associa à gestão enxuta, gestão visual e prevenção de riscos.

Essa variação não representa uma contradição, mas enriquece a compreensão do método. A principal vantagem do 5S reside na combinação dessas dimensões, estabelecendo-se como uma ferramenta operacional, alicerce cultural e apoio à segurança no trabalho.

Além disso, notou-se que os resultados do 5S diferem de acordo com o setor e o tamanho da empresa. Em pequenas empresas, eles se destacam pela simplicidade e baixo custo, enquanto em contextos laboratoriais, industriais e de serviços estão ligados à organização, diminuição de desperdícios, gestão visual e mitigação de riscos.

Além disso, a pesquisa mostrou que o maior desafio do 5S não está em sua implementação, mas em sua sustentação. A literatura sugere que sua continuidade depende de liderança, acompanhamento, auditorias, disciplina e engajamento das equipes. Sem esses elementos, o programa tende a se restringir a ações pontuais, diminuindo sua eficácia como instrumento de segurança e aprimoramento contínuo.

Logo, pode-se concluir que o 5S é uma ferramenta eficiente para segurança e organização, desde que seja aplicada de maneira sistemática e ajustada à realidade da empresa. Sua importância reside na habilidade de organizar comportamentos, diminuir falhas e criar ambientes mais seguros e ordenados.

Além disso, nota-se que a expansão do uso do 5S requer um maior desenvolvimento gerencial e ajustes às diversas realidades das organizações. Estudos futuros podem explorar mais a fundo sua integração com sistemas de segurança, ergonomia e produção enxuta.

Dessa forma, o 5S continua sendo atual e importante, estabelecendo-se como fundamento para ambientes de trabalho mais seguros, eficazes e voltados para a melhoria contínua.

REFERÊNCIAS

ABREU, Aline França de; ALVES, João Murta. Aplicação do programa 5S como ferramenta de melhoria organizacional. **Revista Gestão Industrial**, Ponta Grossa, 2019. Disponível em: https://periodicos.utfpr.edu.br/revistagi/article/view/6739. Acesso em: 5 mar. 2026.

BARBOSA, Virnna Cristhielle Santana; OLIVEIRA, Meire Ramalho de. Implantação do programa 5S em uma empresa júnior de consultoria. **Revista Gestão Industrial**, Ponta Grossa, v. 13, n. 3, p. 1-21, 2017. Disponível em: https://periodicos.utfpr.edu.br/revistagi/article/view/5892. Acesso em: 5 mar. 2026.

CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC**: controle da qualidade total (no estilo japonês). 9. ed. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços, 2004.

CRESWELL, John W.; CRESWELL, J. David. **Research design**: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. 5. ed. Thousand Oaks: SAGE Publications, 2018.

DENNIS, Pascal. **Lean production simplified**: a plain-language guide to the world's most powerful production system. 3. ed. Boca Raton: CRC Press, 2016.

FRERI, Sara Leticia; SILVA, Tabata da; OLIVEIRA, Mara Janaina Gomes de. O impacto da implementação da ferramenta 5S: uma análise em empresa de revenda de produtos pet. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 21, n. 1, p. 483-497, 2024. Disponível em: https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/download/1981/1050/8677. Acesso em: 5 mar. 2026.

LAPA, Reginaldo Pedreira. **Praticando os 5 sensos**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

NASCIMENTO, Claudete Luiza do; CASAGRANDE, Diego José. Aplicação da metodologia 5S em ambientes laboratoriais: impactos e benefícios. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 21, n. 2, 2024. Disponível em: https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/download/2084/1159. Acesso em: 5 mar. 2026.

OSADA, Takashi. **Housekeeping**: 5S's. São Paulo: IMAM, 1992.

PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da qualidade**: teoria e prática. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

SEVERINO, Antonio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Cortez, 2017.

Os conceitos e as opiniões expressos neste artigo são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

INTERFACE TECNOLÓGICA

TECNOLOGIA EM PRODUÇÃO INDUSTRIAL
Interface Tecnológica · v. 23, n. 1, 2026 · p. 318–327
ISSN on-line 2447-0864 · ISSN impresso 1807-3980
https://doi.org/10.31510/infa.v23i1.2433

O USO DA TECNOLOGIA RFID: identificação por radiofrequência como melhoria no setor metalúrgico

The use of RFID technology: radio frequency identification as an improvement in the metallurgical sector

Elvis Willian Rodrigues[1], **João de Lucca Filho**[2]

AUTORIA

[1] **Elvis Willian Rodrigues**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
rodrigueselviswillian@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0003-1866-0744

[2] **João de Lucca Filho**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
joaodelucca@terra.com.br
ORCID: 0000-0002-4091-0338

HISTÓRICO

Recebido	24/04/2026
Aceito	04/06/2026
Publicado	30/06/2026

COMO CITAR

RODRIGUES, E. W.; LUCCA FILHO, J. de O uso da tecnologia RFID: identificação por radiofrequência como melhoria no setor metalúrgico. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 23, n. 1, p. 318-327, 2026. DOI: 10.31510/infa.v23i1.2433.

LICENÇA

Artigo de acesso aberto distribuído sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

cc BY 4.0

RESUMO

O trabalho analisa o uso da tecnologia RFID (Identificação por Radiofrequência) como ferramenta para melhorar o controle, a localização e a rastreabilidade de peças no setor metalúrgico. A crescente digitalização dos processos industriais tem impulsionado a adoção de tecnologias de identificação automática (AIDC), que permitem coletar e processar dados com mínima intervenção humana, aumentando a eficiência operacional. O RFID funciona por meio da interação entre etiquetas eletrônicas, leitores e antenas, possibilitando a identificação de objetos via ondas de rádio, sem necessidade de contato visual direto. Em comparação com códigos de barras, destaca-se pela leitura simultânea de múltiplos itens e maior alcance, o que amplia sua aplicação em ambientes logísticos e produtivos. Sua evolução histórica demonstra avanços em capacidade de armazenamento, alcance e integração com tecnologias como NFC, IoT e sistemas ERP. A pesquisa, de natureza aplicada e abordagem qualitativa, baseia-se em revisão sistemática da literatura, utilizando bases acadêmicas relevantes. Os resultados indicam que o RFID melhora significativamente a visibilidade dos processos, permitindo monitoramento em tempo real, maior precisão no controle de estoques e redução de erros operacionais. Também contribui para a diminuição de custos, aumento da produtividade e melhor gestão de ativos. Apesar dos benefícios, desafios como custos iniciais e necessidade de capacitação ainda limitam sua adoção. Contudo, os ganhos a longo prazo tendem a superar essas barreiras. Conclui-se que o RFID é uma tecnologia estratégica para a Indústria 4.0, com alto potencial para otimizar processos produtivos, especialmente no setor metalúrgico.

Palavras-chave: RFID. Logística industrial. Controle de peças. Inspeção automática. Produção industrial.

ABSTRACT

This study analyzes the use of RFID (Radio Frequency Identification) technology as a method to improve the control, localization, and traceability of components in the metallurgical sector. The increasing digitalization of industrial processes has driven the adoption of Automatic Identification and Data Capture (AIDC) technologies, which enable data to be collected and processed with minimal human intervention, thereby enhancing operational efficiency. RFID operates through the interaction between electronic tags, readers, and antennas, enabling the identification of objects via radio waves without the need for direct line-of-sight. In comparison with barcodes, RFID stands out for its ability to read multiple items simultaneously and over longer distances, thereby expanding its application in logistics and production environments. Its historical evolution demonstrates advances in storage capacity, range, and integration with technolo-

gies such as NFC, IoT, and ERP systems. The research, of an applied nature and qualitative approach, is based on a systematic literature review using relevant academic databases. The results indicate that RFID enhances process visibility, enables real-time monitoring, improves accuracy in inventory control, and reduces operational errors. Additionally, it contributes to cost reduction, increased productivity, and more effective asset management. The benefits are evident; however, challenges such as initial costs and the need for training still limit its adoption. Nevertheless, long-term gains tend to outweigh these barriers. In conclusion, RFID has been identified as a strategic technology for Industry 4.0, with strong potential to optimize production processes, particularly in the metallurgical sector.

Keywords: RFID. Industrial logistics. Component control. Automatic inspection. Industrial production.

1 INTRODUÇÃO

A inclusão de tecnologias digitais nos processos de produção tem impactado de maneira significativa a administração de operações industriais, sobretudo em áreas que exigem controle rigoroso de materiais, rastreamento de componentes e eficiência logística.

Seguindo esse conceito, as tecnologias de identificação automática estão sendo cada vez mais adotadas para minimizar falhas operacionais, aprimorar processos e facilitar o fluxo de informações nas organizações. Esse trabalho busca conhecimento na literatura e estudo de caso focado em RFID como forma de apoiar a identificação e localização mais eficaz de objetos.

Essa tecnologia destaca-se como um mecanismo que possibilita a identificação automática de objetos por meio de etiquetas eletrônicas e leitores que captam sinais enviados por ondas de rádio. O RFID (*Radio Frequency Identification*) é uma evolução do IFF (*Identify Friend or Foe*), utilizado pela Força Aérea Real britânica durante a 2ª Guerra Mundial para identificar amigo ou inimigo na aviação durante as incursões de ataque (PINHEIRO, 2017).

A tecnologia é parte do conjunto de técnicas conhecidas como AIDC (*Automatic Identification and Data Capture* – Identificação Automática e Captura de Dados), que facilitam a identificação e a coleta de dados de forma automática com pouca ou nenhuma intervenção humana, possibilitando o monitoramento inteligente (SURESH; CHAKARAVARTHI, 2022).

Segundo Zanlourensi (2011), o funcionamento do RFID se fundamenta na interação de três componentes principais: tags eletrônicas, leitores e antenas, que possibilitam o armazenamento e a transmissão de informações relacionadas a produtos ao longo do processo produtivo. Diferentemente de sistemas baseados em código de barras, o RFID permite a leitura sem a necessidade de linha de visão direta e a identificação simultânea de múltiplos itens, o que amplia consideravelmente sua utilização em ambientes industriais e logísticos.

Na análise realizada por Sarac, Absi e Dauzère-Pérès (2010), a inserção dessa tecnologia nas cadeias de suprimentos proporciona maior transparência em fluxos de produtos e diminui perdas, equívocos no inventário e tempo de processamento.

Pesquisas na área de engenharia de produção e logística industrial indicam que a adoção do RFID pode melhorar o gerenciamento de estoques, a rastreabilidade de materiais e a eficiência nas operações (LAGO; RODRIGUES, 2025).

Attaran (2012) ressalta que o RFID permite aumentar a precisão das informações logísticas e otimizar a administração de ativos em ambientes de produção complexos.

No setor metalúrgico, onde a supervisão de peças e componentes é essencial para o funcionamento das linhas de produção, problemas como a localização de materiais, atrasos na entrega e falhas no controle logístico podem prejudicar a eficiência operacional. Nesse cenário, a adoção de tecnologias que possibilitem a automação na identificação e rastreamento de itens surge como

uma alternativa significativa para melhorar os processos produtivos e minimizar as perdas resultantes de um controle inadequado de materiais.

Diante desse cenário, surge o seguinte problema de pesquisa: *de que forma a tecnologia RFID pode contribuir para a melhoria da localização e do controle de peças no setor metalúrgico*? A análise e investigação desse problema torna-se relevante considerando os desafios enfrentados pelas indústrias na administração de processos produtivos e logísticos.

O objetivo geral deste estudo é analisar, por meio de uma revisão sistemática da literatura, as contribuições da tecnologia RFID para a otimização dos processos de localização e gestão de peças no setor metalúrgico. Como objetivos específicos, busca-se compreender o funcionamento do RFID, identificar suas aplicações no ambiente industrial e analisar os benefícios apontados em pesquisas voltadas à gestão da produção e logística.

A realização deste trabalho justifica-se pela crescente importância das tecnologias de identificação automática na indústria contemporânea, especialmente no que se refere à Indústria 4.0. A adoção de sistemas que assegurem maior controle sobre materiais e processos produtivos pode elevar a eficiência operacional, reduzir custos e aprimorar a tomada de decisões. Além disso, a pesquisa é relevante ao explorar aplicações dessa tecnologia em contextos produtivos nos quais o monitoramento de componentes representa um desafio contínuo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Evolução histórica

A tecnologia se iniciou junto à de radares na 2ª Guerra Mundial, explorando a tecnologia da energia refletida. Em seguida, evoluiu para sistemas de vigilância nas décadas de 1960 e 1970, aplicando um *transponder* passivo, estruturando sistemas de proximidade com baixa frequência. Logo, sofreu alterações e desenvolveu características e atributos para o uso de volume maior de dados com cartões inteligentes e sistemas de pagamento usando altas frequências (13,56 MHz). A evolução continuou e atualmente utiliza frequências ultra-altas (860-960 MHz), que permitem e foram desenvolvidas para rastreamento em tempo real e logística, agindo sobre distâncias maiores, de 30 metros ou mais (VIOLINO, 2005).

Nesse sentido, o RFID evoluiu como uma solução capaz de melhorar a organização e o controle dos fluxos e rastreamento de materiais dentro da indústria. Adicionalmente, a tecnologia NFC (*Near Field Communication*), que é uma evolução da identificação por radiofrequência, permite alcance de leitura a partir de 10 centímetros, sem interferência, pois seus padrões e protocolos se baseiam no RFID (NASSAR; VIEIRA, 2014).

2.2 Tecnologia RFID

A tecnologia RFID (*Radio Frequency Identification*) consiste em um sistema de identificação automática que utiliza ondas de rádio para capturar, armazenar e transmitir informações entre dispositivos eletrônicos. Essa tecnologia permite a identificação de objetos sem a necessidade de contato físico ou alinhamento visual direto entre o leitor e a etiqueta, possibilitando maior eficiência na coleta e processamento de dados. Além disso, a RFID integra o conjunto de tecnologias de identificação automática e captura de dados (*Automatic Identification and Data Capture* – AIDC), contribuindo para a automação de processos e para a redução da intervenção humana nas operações logísticas e produtivas (WANT, 2006).

De acordo com Casella, Bigliardi e Bottani (2022), a tecnologia RFID é uma ferramenta de identificação automática baseada em radiofrequência que possibilita o rastreamento e monitoramento de objetos em tempo real, promovendo ganhos significativos em visibilidade, controle e eficiência operacional ao longo da cadeia de suprimentos.

O funcionamento do RFID ocorre por meio da interação entre três componentes principais: as etiquetas eletrônicas (*tags*), os leitores e as antenas, sendo que as etiquetas contêm um microchip capaz de armazenar informações sobre um objeto ou produto, como número de identificação ou outras características relevantes. Essas informações são transmitidas por meio de radiofrequência quando a etiqueta é detectada por um leitor, que recebe o sinal e o envia para um sistema de processamento de dados (ATTARAN, 2012; FAUSTINO *et al*., 2024).

Aditivamente, conforme destacado por Casella, Bigliardi e Bottani (2022), as aplicações apontadas na literatura sobre RFID em logística apontam como aplicação as operações de rastreamento, monitoramento, identificação automática e gestão no fluxo de itens e veículos.

Uma das principais vantagens dessa tecnologia em relação aos sistemas tradicionais de identificação, como o código de barras, está na possibilidade de leitura sem necessidade de contato visual direto. Enquanto o código de barras exige que o leitor esteja alinhado com o código para realizar a leitura, o RFID permite a identificação de objetos à distância e a leitura simultânea de múltiplos itens, o que amplia sua aplicabilidade em ambientes logísticos e industriais (Sarac; Absi; Dauzère-Pérès, 2010).

De acordo com Want (2006), o RFID vem sendo utilizado em diferentes setores da economia, incluindo logística, transporte, varejo e indústria, diante da característica intrínseca de rastreabilidade. Como consequência, melhora a visibilidade de operações, reduz erros de identificação e aumenta a eficiência dos sistemas de gerenciamento de materiais.

No setor industrial, em especial ambientes produtivos complexos, o RFID é adotado como uma ferramenta estratégica para aprimorar o controle de estoque, a rastreabilidade de componentes e o gerenciamento de fluxos produtivos. Aditivamente, está amplamente vinculado ao modelo de Indústria 4.0, que opera em conjunção com a Inteligência Artificial para melhorar os processos (RAINHA; ZANCUL, 2024).

Sarac, Absi e Dauzère-Pérès (2010) destacam que o uso da tecnologia RFID em cadeias de suprimentos permite acompanhar a movimentação de produtos em tempo real, favorece a tomada de decisões e reduz perdas associadas à falta de controle ou localização de materiais.

Outro aspecto relevante da tecnologia RFID está relacionado à sua contribuição para a automação de processos produtivos. Ao permitir a coleta automática de dados sobre a movimentação de itens, o sistema de coleta oferece informações precisas sobre localização, quantidade e status dos materiais utilizados na produção. Isso possibilita maior integração entre os processos logísticos e os sistemas de gestão industrial, como os sistemas ERP (*Enterprise Resource Planning*), ampliando a eficiência das operações (PONTOHA *et al*., 2024).

No setor metalúrgico, em que o controle de peças e componentes representa um fator crítico para o funcionamento das linhas de produção, a utilização de tecnologias de rastreamento pode reduzir significativamente problemas relacionados à perda ou extravio de materiais. A dificuldade em localizar peças dentro do ambiente produtivo pode gerar atrasos no abastecimento das linhas de produção, impactando diretamente a produtividade e os custos operacionais (SILVA; RODRIGUES, 2025).

Além disso, o uso dessa tecnologia está alinhado às transformações associadas à chamada Indústria 4.0, caracterizada pela integração entre sistemas digitais, automação e tecnologias inteligentes no ambiente produtivo. Segundo estudos na área de engenharia de produção, a adoção de tecnologias de identificação automática contribui para a construção de sistemas produtivos mais eficientes, conectados e capazes de fornecer informações em tempo real para a gestão industrial (ATTARAN, 2012; BONALDI; SOUZA; GAUDENCIO, 2022).

Dessa forma, a literatura aponta que o RFID possui potencial significativo para melhorar processos de rastreamento, controle de estoque e organização logística nas empresas. Sua aplicação em ambientes produtivos, como o setor metalúrgico destacado neste documento, contribui para aumentar a eficiência operacional, reduzir perdas de materiais e aprimorar o gerenciamento das linhas de produção e localização de itens.

2.3 Tecnologia RFID x código de barras

Segundo a pesquisa desenvolvida por Lago e Rodrigues (2025), a tecnologia RFID apresenta vantagens significativas em relação ao código de barras tradicional, especialmente quanto à capacidade de leitura simultânea de múltiplos itens, à ausência de necessidade de contato visual direto e à possibilidade de rastreamento em tempo real. Em contrapartida, o código de barras ainda é mais utilizado devido ao seu baixo custo de implantação e simplicidade operacional, embora apresente limitações relacionadas à leitura individual dos itens e à menor capacidade de armazenamento de informações.

Quadro 1 – Principais diferenças entre RFID e código de barras

Critério	RFID	Código de Barras
Método de leitura	Utiliza radiofrequência para identificação automática.	Utiliza leitura óptica.
Necessidade de contato visual	Não necessita contato visual direto entre leitor e etiqueta.	Necessita contato visual direto para a leitura.
Quantidade de itens lidos	Permite leitura simultânea de várias etiquetas.	Leitura realizada item por item.
Velocidade de leitura	Alta velocidade de captura de dados.	Menor velocidade devido à leitura individual.
Armazenamento de informações	Capacidade de armazenar maior quantidade de dados.	Capacidade limitada de armazenamento.
Atualização de dados	Algumas etiquetas permitem leitura e gravação de dados.	Apenas leitura das informações impressas.
Rastreabilidade	Permite rastreamento em tempo real.	Rastreabilidade limitada.
Automação	Elevado nível de automação dos processos.	Menor nível de automação.
Custo de implantação	Mais elevado.	Menor custo de implementação.

Fonte: Adaptado de Lago e Rodrigues (2025).

2.4 Fluxograma operacional

O fluxograma operacional demonstra a aplicação da tecnologia RFID ao longo das principais etapas do processo produtivo em uma empresa metalúrgica. O processo inicia-se com o recebimento da matéria-prima, momento em que os materiais são identificados e associados a etiquetas RFID contendo informações sobre código, lote, fornecedor e localização. Em seguida, os dados são registrados e integrados ao sistema de gestão empresarial (ERP), permitindo o acompanhamento das movimentações em tempo real.

Após o armazenamento no almoxarifado, os materiais são encaminhados para os diferentes setores produtivos, como corte, usinagem, soldagem e montagem. Em cada etapa, leitores RFID

capturam automaticamente as informações das etiquetas, registrando a movimentação dos itens sem a necessidade de intervenção manual. De acordo com Want (2006), essa característica permite maior agilidade na coleta de dados e reduz significativamente a ocorrência de erros operacionais.

Durante o fluxo produtivo, as informações capturadas são transmitidas ao sistema de gestão, possibilitando o monitoramento contínuo da localização e do status dos materiais. Conforme destacam Attaran (2012) e Rainha e Zancul (2024), a integração da RFID com sistemas digitais favorece a rastreabilidade dos processos, aumenta a visibilidade das operações e contribui para a tomada de decisões baseada em dados em tempo real.

Ao final da produção, os produtos passam pela inspeção de qualidade e expedição. Nessa etapa, a leitura automática das etiquetas RFID atualiza o estoque e registra a saída dos itens, garantindo maior controle logístico e confiabilidade das informações.

3 METODOLOGIA

A pesquisa consiste em uma revisão sistemática de natureza aplicada, voltada à solução de problemas de controle e localização de peças no setor metalúrgico. Desenvolvida na área de engenharia de produção, contribui para o aprimoramento de processos organizacionais e produtivos, apoiando a tomada de decisão no contexto industrial.

A metodologia empregada na pesquisa é classificada como um estudo de caráter aplicado, utilizando uma abordagem qualitativa e baseada em uma revisão sistemática da literatura, pois busca entender e analisar como a tecnologia RFID pode aprimorar os processos logísticos e produtivos por meio da interpretação de estudos previamente publicados.

Foram utilizadas bases de dados acadêmicas, incluindo Google Acadêmico, Emerald Insight, Science Direct e o Portal de Periódico da CAPES. A partir da análise dos estudos escolhidos, tratou-se de identificar as contribuições, usos e resultados relacionados ao emprego da tecnologia RFID em ambientes industriais e em processos logísticos.

A estratégia de busca foi focada em palavras-chave: RFID, inspeção, controle e logística industrial. Esses termos estão relacionados ao tema da pesquisa e possibilitam a localização de estudos que tratam da aplicação da tecnologia RFID com AIDC no contexto das aplicações industriais de controle de materiais, rastreamento de produtos e gestão de processos produtivos.

Em relação aos procedimentos metodológicos, foi conduzida uma revisão sistemática da literatura, visando identificar estudos relevantes sobre a aplicação da tecnologia RFID em ambientes industriais e logísticos. Isso contribui para a construção de uma visão atualizada do assunto, com base no trabalho de Sarac, Absi e Dauzère-Pérès (2010).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos estudos selecionados na revisão da literatura permitiu identificar diferentes contribuições da tecnologia RFID para a melhoria no controle de processos produtivos e industriais, especialmente no que se refere ao controle de materiais, rastreabilidade de componentes e otimização das operações logísticas.

Zhang, Lin e Esfahbodi (2025) e outras publicações na literatura apontam que a tecnologia RFID está se expandindo no ambiente industrial frente à necessidade crescente de automação, integração de dados e aumento da eficiência operacional nos sistemas produtivos.

Um dos principais resultados observados refere-se ao aumento da visibilidade nos processos produtivos. Sistemas que utilizam tecnologia RFID permitem o monitoramento em tempo real da movimentação de peças, equipamentos e materiais ao longo da linha de produção. Esse tipo de monitoramento gera grandes volumes de dados que podem ser empregados em análises operacionais e na identificação de gargalos produtivos. Pesquisas recentes demonstram que os dados coletados por sistemas RFID podem facilitar análises detalhadas da eficiência produtiva, permitindo avaliar indicadores de desempenho relacionados à velocidade, qualidade e produtividade das operações industriais (MASEKWANA; JOKONYA, 2025).

Outro ponto significativo destacado nas pesquisas se refere à assertividade da rastreabilidade de produtos e componentes através do uso de RFID aplicado em diversos ambientes, como hospitais, centros varejistas, operadores logísticos e indústrias. Na indústria, especialmente em setores como metalurgia, logística e manufatura, a rastreabilidade representa um fator essencial para o controle de qualidade e para a organização das operações. A tecnologia RFID possibilita registrar automaticamente a movimentação de itens ao longo das diferentes etapas do processo produtivo, reduzindo falhas de registro e aumentando a confiabilidade das informações operacionais (RAINHA; ZANCUL, 2024; LAGO; RODRIGUES, 2025).

Sistemas de rastreamento baseados em RFID também contribuem para o monitoramento do status e da localização de ativos industriais em tempo real, o que melhora significativamente a gestão de recursos dentro da empresa (BUDIYANTO; MUSLIM, 2024).

A introdução do RFID permite ganhos relevantes, como redução de custos operacionais e aumento da eficiência produtiva. Em ambientes industriais, o uso da tecnologia na gestão de ativos pode reduzir em cerca de 25% as horas de manutenção e em 20% o tempo de parada de equipamentos. Ainda, automatizar a identificação de materiais diminui custos de mão de obra e falhas no controle de estoque, e torna processos logísticos mais eficientes (CHEN *et al.*, 2024).

No contexto da Indústria 4.0, o RFID destaca-se pela integração com tecnologias digitais, automação e sistemas inteligentes de produção (BUDIYANTO; MUSLIM, 2024). Nesse cenário, a infraestrutura industrial tem plataformas de análise de dados, sensores e sistemas de identificação automática, as quais permitem monitoramento contínuo dos processos produtivos.

O RFID funciona como um dos principais mecanismos de coleta de dados nesse ambiente digital, permitindo que objetos e componentes se tornem identificáveis dentro de sistemas produtivos inteligentes (BUDIYANTO; MUSLIM, 2024).

Aditivamente, tem-se aumento da confiabilidade das operações logísticas. O RFID automatiza o registro de entradas e saídas de materiais, reduzindo erros de estoque e perdas por falhas humanas. Em ambientes com grande circulação de peças, permite localizar rapidamente itens, reduz tempo de busca e aumenta a eficiência operacional (ZHANG; LIN; ESFAHBODI, 2025).

Destaca-se, a seguir, o Quadro 2, com as principais vantagens e desvantagens.

Quadro 2 – Principais vantagens e desvantagens da tecnologia RFID

Vantagens	Desvantagens
Rastreabilidade em tempo real	Investimento inicial alto
Aumento da eficiência operacional	Necessidade de treinamento
Redução de erros na coleta de dados	Complexidade de integração com sistemas já existentes
Suporte à Industria 4.0	Interferência de metais e líquidos

Fonte: Adaptado de Faustino et al. (2020), Rainha e Zancul (2024) e Lago e Rodrigues (2025).

Os principais obstáculos estão relacionados ao elevado investimento inicial, à necessidade de infraestrutura tecnológica adequada, ao treinamento dos colaboradores e à integração da tecnologia com os sistemas logísticos existentes. Os autores também ressaltam que a escolha inadequada da solução RFID e questões relacionadas à segurança da informação podem comprometer os resultados esperados, tornando indispensável o planejamento estratégico e o monitoramento contínuo do sistema (LAGO; RODRIGUES, 2025).

4.1 Casos de uso

Conforme Faustino *et al.* (2020), um caso de sucesso na indústria automobilística evidenciou a integração de atividades da cadeia de suprimentos por meio do RFID. A tecnologia trouxe ganhos em agilidade, eficácia dos processos administrativos, qualidade e produção enxuta. O sistema automatizou o controle e a rastreabilidade dos estoques em tempo real, facilitando a visualização de entradas, saídas e saldos, além de aumentar a precisão dos dados. Como resultado, houve redução de erros, otimização do tempo em inventários físicos e maior controle de divergências, especialmente em itens prioritários, contribuindo para uma gestão mais eficiente da cadeia de suprimentos.

De acordo com o trabalho de Profetto, Gherardelli e Ladanza (2022), o uso de etiquetas RFID na saúde destaca-se na instrumentação cirúrgica e na identificação de pacientes. No ambiente cirúrgico, permite o rastreamento contínuo de instrumentos, aumentando a segurança do paciente e a eficiência das equipes. Na identificação, reduz erros na administração de medicamentos e agiliza respostas em emergências. A tecnologia também auxilia no combate a medicamentos falsificados, ao ampliar a rastreabilidade na cadeia de suprimentos. As etiquetas passivas são as mais utilizadas, devido ao menor custo e tamanho reduzido, apesar do alcance limitado. Contudo, a adoção enfrenta desafios como custos de implementação, segurança e privacidade de dados, além de interferência eletromagnética. Ainda são necessários testes em larga escala, pois muitas aplicações foram avaliadas em ambientes controlados.

5 CONCLUSÃO

O presente artigo analisou as contribuições da tecnologia de Identificação de Radiofrequência, RFID, para a melhoria do controle e da localização de itens e peças no setor metalúrgico, com base em uma revisão sistemática da literatura científica. A investigação buscou compreender de que forma essa tecnologia auxilia na organização dos processos produtivos, especialmente em atividades relacionadas ao controle de materiais e ao fluxo produtivo.

A análise dos estudos selecionados evidenciou que a tecnologia RFID oferece benefícios significativos ao ambiente industrial. Entre as principais evidências na literatura destacam-se a melhoria da rastreabilidade de materiais, o aumento da precisão no controle de estoques e a capaci-

dade de monitorar a movimentação de peças em tempo real. Esses fatores contribuem para a redução de erros operacionais, a minimização de perdas de materiais e o aumento da eficiência dos processos produtivos (WANT, 2006; SARAC; ABSI; DAUZÈRE-PÉRÈS, 2010).

A tecnologia reduz a dependência de registros manuais e aumenta a confiabilidade das informações utilizadas na gestão da produção. Esse aspecto é especialmente crítico no setor metalúrgico, onde o controle de peças e componentes é essencial para a continuidade operacional. Além disso, os estudos indicam que sua adoção está alinhada às transformações da Indústria 4.0, marcada pela integração entre sistemas digitais, como sistemas ERP, Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial e ferramentas de análise de dados, favorecendo o monitoramento em tempo real das operações e a melhoria da eficiência operacional (RAINHA; ZANCUL, 2024). Assim, o RFID consolida-se como ferramenta estratégica para a digitalização dos processos e o aprimoramento da gestão da informação nas organizações (RAINHA; ZANCUL, 2024).

Entretanto, a introdução de nova tecnologia leva a desafios inevitáveis, como custos iniciais elevados, reformulação na infraestrutura, treinamento e integração com sistemas.

Sugere-se, para pesquisas futuras, a realização de estudos de caso em empresas metalúrgicas, visando avaliar quantitativamente os impactos da tecnologia em indicadores de desempenho, como acuracidade de estoque, tempo de localização de materiais e produtividade operacional.

REFERÊNCIAS

ATTARAN, Mohsen. RFID: an enabler of supply chain operations. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 17, n. 3, p. 249-257, 2012.

BONALDI, Joana Darc Teodoro; SOUZA, Leonardo Lourenço de; GAUDENCIO, Juliana Helena Daroz. A rastreabilidade na Indústria 4.0: uma revisão sistemática da literatura. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 42., 2022. **Anais** [...]. [*S. l.*], 2022. Disponível em: https://academia.edu/97819176/A_Rastreabilidade_Na_Ind%C3%BAstria_4_0_Uma_Revis%C3%A3o_Sistem%C3%A1tica_Da_Literatura. Acesso em: 7 mar. 2026.

BUDIYANTO, A.; MUSLIM, M. Optimizing inventory systems with RFID: a narrative review of integration, efficiency, and barriers. **Sinergi International Journal of Logistics**, v. 2, n. 2, p. 133-146, 2024. Disponível em: https://journal.sinergi.or.id/index.php/ijl/article/view/621. Acesso em: 7 mar. 2026.

CASELLA, Giorgia; BIGLIARDI, Barbara; BOTTANI, Eleonora. The evolution of RFID technology in the logistics sector: a review. **Procedia Computer Science**, v. 200, p. 1582-1592, 2022. Disponível em: https://sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050922003684. Acesso em: 7 jun. 2026.

CHEN, Zhihui *et al*. Production efficiency analysis based on the RFID-collected manufacturing big data. **Manufacturing Letters**, v. 41, p. 81-90, out. 2024. Disponível em: https://sciencedirect.com/science/article/pii/S2213846324000695. Acesso em: 5 fev. 2026.

FAUSTINO, Cassiano Rodrigues *et al*. Utilização do sistema de identificação por radiofrequência na gestão de estoques no setor automotivo. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, e102973929, 2020. Disponível em: https://rsdjournal.org/rsd/article/view/3929/2903. Acesso em: 15 fev. 2026.

LAGO, Jefferson; RODRIGUES, Enio Fernandes. Gestão de armazéns: vantagens e desvantagens com o uso do RFID. **Engetec em Revista**, v. 2, n. 3, 2025. Disponível em: https://zenodo.org/records/14938169. Acesso em: 7 jun. 2026.

MASEKWANA, Fundiswa; JOKONYA, Osden. Factors affecting the adoption of RFID in the food supply chain: a systematic literature review. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 8, 2025. Disponível em: https://frontiersin.org/journals/sustainable-food-systems/articles/10.3389/fsufs.2024.1497585/full. Acesso em: 15 fev. 2026.

NASSAR, Victor; VIEIRA, Milton Luiz Horn. A internet das coisas com as tecnologias RFID e NFC. **Blucher Design Proceedings**, v. 1, n. 4, 2014. Disponível em: https://academia.edu/download/47192353/00043. Acesso em: 27 fev. 2026.

PINHEIRO, José Maurício dos Santos. Identificação por radiofrequência: aplicações e vulnerabilidades da tecnologia RFID. **Cadernos UniFOA**, Volta Redonda, ano 1, n. 2, nov. 2017. Disponível em: https://revistas.unifoa.edu.br/cadernos/article/view/889. Acesso em: 7 mar. 2026.

PONTOHA, Grace T. *et al*. A systematic literature review of ERP and RFID implementation in supply chain management. **WSB Journal of Business and Finance**, v. 58, n. 1, 2024. Disponível em: https://sciendo.com/2/v2/download/article/10.2478/wsbjbf-2024-0009.pdf. Acesso em: 27 fev. 2026.

PROFETTO, Laura; GHERARDELLI, Monica; LADANZA, Ernesto. Radio Frequency Identification (RFID) in health care: where are we? A scoping review. **Health and Technology**, v. 12, n. 5, p. 879-891, 2022. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9398041/. Acesso em: 15 fev. 2026.

RAINHA, Renato Antonio; ZANCUL, Eduardo de Senzi. Aplicações de RFID no contexto da Indústria 4.0: uma revisão sistemática de literatura. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 44., 2024. **Anais** [...]. [*S. l.*], 2024. Disponível em: https://abepro.org.br/publicacoes/artigo.asp?e=enegep&a=2024&c=47813. Acesso em: 7 mar. 2026.

SARAC, Aysegul; ABSI, Nabil; DAUZÈRE-PÉRÈS, Stéphane. A literature review on the impact of RFID technologies on supply chain management. **International Journal of Production Economics**, Amsterdam, v. 128, n. 1, p. 77-95, nov. 2010.

SILVA, Eduardo Luiz da; RODRIGUES, Enio Fernandes. A utilização de ferramentas da qualidade e tecnologia da informação aplicada à logística na otimização de estoques: estudo de caso. **Engetec em Revista**, v. 2, n. 1, 2025. Disponível em: https://zenodo.org/records/14624543. Acesso em: 8 abr. 2026.

SURESH, Setti; CHAKARAVARTHI, Geetha. RFID technology and its diverse applications: a brief exposition with a proposed machine learning approach. **Measurement**, v. 195, 2022. Disponível em: https://sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S026322412200450X. Acesso em: 8 abr. 2026.

VIOLINO, Bob. A história do RFID. **RFID Journal**, [*s. l.*], 2005. Disponível em: https://rfidjournal.com/expert-views/the-history-of-rfid-technology/76202/. Acesso em: 13 fev. 2026.

WANT, Roy. An introduction to RFID technology. **IEEE Pervasive Computing**, v. 5, n. 1, p. 25-33, 2006.

ZHANG, Yuxing; LIN, Yong; ESFAHBODI, Ali. Digital transformations of supply chain management via RFID technology: a systematic literature review. **Journal of Digital Economy**, v. 4, p. 251-267, 2025. Disponível em: https://sciencedirect.com/science/article/pii/S2773067025000196. Acesso em: 27 jun. 2025.

Os conceitos e as opiniões expressos neste artigo são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

INTERFACE TECNOLÓGICA

TECNOLOGIA EM PRODUÇÃO INDUSTRIAL
Interface Tecnológica · v. 23, n. 1, 2026 · p. 328–334
ISSN on-line 2447-0864 · ISSN impresso 1807-3980
https://doi.org/10.31510/infa.v23i1.2442

LEAN MANUFACTURING NA AGROINDÚSTRIA: análise e perspectivas a partir de uma revisão da literatura

Lean Manufacturing in agribusiness: analysis and perspectives from a literature review

Ana Clara Galleani[1], Luís Fernando Terazzi[2]

AUTORIA

[1] **Ana Clara Galleani**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
anagalleani83@gmail.com
ORCID: 0009-0008-9721-2072

[2] **Luís Fernando Terazzi**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
luis.terazzi@cps.sp.gov.br
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4251-7326

HISTÓRICO

Recebido	26/04/2026
Aceito	04/06/2026
Publicado	30/06/2026

COMO CITAR

GALLEANI, A. C.; TERAZZI, L. F. Lean manufacturing na agroindústria: análise e perspectivas a partir de uma revisão da literatura. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 23, n. 1, p. 328-334, 2026. DOI: 10.31510/infa.v23i1.2442.

LICENÇA

Artigo de acesso aberto distribuído sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

cc BY 4.0

RESUMO

O Lean Manufacturing, originado no Sistema Toyota de Produção, consolidou-se como uma abordagem relevante para a melhoria da eficiência produtiva por meio da eliminação de desperdícios e da otimização dos processos. Nesse contexto, a agroindústria apresenta desafios específicos, como variabilidade produtiva, sazonalidade e dependência de fatores naturais, que tornam sua aplicação ainda em desenvolvimento. Assim, o objetivo deste artigo é analisar as aplicações do Lean Manufacturing na agroindústria, identificando suas principais abordagens, benefícios, desafios e resultados. Para isso, adotou-se como metodologia uma pesquisa bibliográfica, conduzida de forma estruturada, com base em artigos científicos selecionados em bases de dados reconhecidas. Os resultados evidenciam que o Lean contribui significativamente para o aumento da eficiência, redução de desperdícios e melhoria da competitividade, embora ainda existam lacunas na literatura, especialmente no contexto agroindustrial. Conclui-se que a aplicação do Lean apresenta elevado potencial na agroindústria, contribuindo para a melhoria da eficiência produtiva e da competitividade, sendo necessária a ampliação de estudos para consolidar sua utilização no setor.

Palavras-chave: Competitividade. Eficiência operacional. Redução de desperdícios.

ABSTRACT

Lean Manufacturing, originated in the Toyota Production System, has been consolidated as a relevant approach to improve productive efficiency through waste elimination and process optimization. In this context, the agribusiness sector presents specific challenges, such as production variability, seasonality, and dependence on natural factors, which make its application still under development. Thus, the objective of this study is to analyze the applications of Lean Manufacturing in agribusiness, identifying its main approaches, benefits, challenges, and results. To this end, a bibliographic research method was adopted, conducted in a structured manner based on scientific articles selected from recognized databases. The results indicate that Lean significantly contributes to increasing efficiency, reducing waste, and improving competitiveness, although gaps in the literature still exist, particularly in the agribusiness context. It is concluded that Lean presents high potential in agribusiness, contributing to improvements in productivity and competitiveness; however, further studies are needed to consolidate its application in the sector.

Keywords: Competitiveness. Operational efficiency. Waste reduction.

1 INTRODUÇÃO

Segundo Antunes (2008), o *Lean Manufacturing*, originado no Sistema Toyota de Produção (STP), configura-se como uma filosofia de gestão voltada à maximização do valor ao cliente por meio da eliminação sistemática de desperdícios e da melhoria contínua dos processos produtivos. Nesse contexto, a crescente competitividade dos mercados industriais tem exigido das organizações níveis cada vez mais elevados de eficiência, qualidade e capacidade de inovação, tornando imprescindível a adoção de abordagens gerenciais mais eficientes e integradas (SILVA *et al*., 2025).

De acordo com Pierli, Murmura e Bravi (2025), o *Lean* tem evoluído para além de uma abordagem focada exclusivamente na eficiência operacional, passando a integrar uma lógica de geração de valor econômico, ambiental e social nas organizações. Nesse sentido, a adoção de práticas enxutas permite não apenas a redução de desperdícios, mas também a melhoria do desempenho organizacional de forma mais ampla e sustentável.

Conforme destaca o Lean Institute Brasil (2013), no contexto do agronegócio, setor de grande relevância para a economia brasileira, a busca por eficiência produtiva e competitividade torna-se ainda mais necessária diante da complexidade dos sistemas produtivos e das exigências do mercado. Nesse cenário, Fernandes Junior e Pinto (2021) evidenciam que a implementação de práticas *Lean* em ambientes produtivos contribui diretamente para a melhoria do desempenho operacional, especialmente por meio da redução de desperdícios, padronização de processos e aumento da eficiência produtiva. Entretanto, observa-se que a aplicação do *Lean* na agroindústria ainda ocorre de forma limitada (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2013). Corroborando essa perspectiva, Silva *et al*. (2025) apontam que, embora os benefícios do *Lean* sejam amplamente reconhecidos em ambientes industriais, sua aplicação no contexto agroindustrial ainda se encontra em desenvolvimento.

Nesse sentido, Womack e Jones (2004) destacam que a adoção dos princípios enxutos possibilita ganhos significativos em termos de redução de desperdícios, melhoria da qualidade e aumento da eficiência operacional, contribuindo diretamente para o fortalecimento da competitividade organizacional.

Diante desse cenário, justifica-se a realização deste estudo pela necessidade de compreender como o *Lean Manufacturing* tem sido aplicado na agroindústria, considerando o potencial dessa abordagem para promover ganhos de eficiência, qualidade, sustentabilidade e competitividade em um setor estratégico da economia.

Assim, o objetivo deste artigo é, por meio de uma pesquisa bibliográfica, analisar as aplicações do *Lean Manufacturing* na agroindústria, identificando as principais abordagens, benefícios, desafios e resultados associados à sua implementação nos processos produtivos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nos últimos anos, o avanço das práticas de gestão e das tecnologias produtivas tem promovido transformações significativas nos sistemas industriais, exigindo das organizações maior eficiência, flexibilidade e capacidade de adaptação. Nesse contexto, o *Lean* tem se consolidado como uma das principais abordagens para a melhoria do desempenho operacional, especialmente pela sua capacidade de eliminar desperdícios e otimizar processos produtivos (SHAHIN; MAGHANAKI; CHEN, 2026).

Além disso, conforme destacam Pierli, Murmura e Bravi (2025), o *Lean* tem evoluído para incorporar não apenas ganhos operacionais, mas também aspectos relacionados à sustentabilidade

e à geração de valor organizacional, ampliando sua relevância nos contextos produtivos contemporâneos. No contexto da agroindústria, essa discussão ganha ainda mais relevância, uma vez que o setor apresenta particularidades que tornam a gestão dos processos produtivos mais desafiadora, como a variabilidade das operações, a dependência de fatores naturais e a complexidade logística envolvida.

Nesse cenário, Silva *et al.* (2025) destacam que, apesar do potencial do *Lean*, sua aplicação nesse segmento ainda se encontra em estágio de desenvolvimento, evidenciando a necessidade de maior aprofundamento.

2.1 Lean Manufacturing: conceitos e evolução

O *Lean Manufacturing* tem suas raízes no STP, desenvolvido no Japão no período pós-guerra como uma alternativa mais eficiente ao modelo de produção em massa, caracterizado por altos estoques e baixa flexibilidade (ANTUNES, 2008).

Diferentemente do modelo tradicional fordista, baseado na produção em larga escala e padronização rígida, o pensamento enxuto propõe um sistema produtivo mais flexível, orientado pelo fluxo contínuo e pela produção puxada (HOLWEG, 2006). Nesse sentido, Womack e Jones (2004) destacam que o *Lean* se estrutura a partir de princípios fundamentais, como a definição de valor sob a ótica do cliente, o mapeamento do fluxo de valor, a eliminação de atividades que não agregam valor e a busca contínua pela melhoria dos processos.

Além dos aspectos operacionais, segundo Holweg (2006) o *Lean* também envolve uma mudança cultural nas organizações, exigindo o engajamento das equipes, o comprometimento da liderança e a consolidação de práticas de melhoria contínua. Nesse contexto, Fernandes Junior e Pinto (2021) ressaltam que a efetividade da implementação do *Lean* está diretamente relacionada à padronização dos processos, ao envolvimento dos colaboradores e à capacidade organizacional de sustentar melhorias ao longo do tempo.

Pierli, Murmura e Bravi (2025) argumentam que o *Lean* tem evoluído para uma abordagem mais abrangente, incorporando aspectos relacionados ao desempenho organizacional, ampliando seu papel para além da eficiência produtiva e consolidando-se como uma estratégia integrada de gestão.

2.2 Aplicação do Lean Manufacturing na agroindústria

A aplicação do *Lean Manufacturing* no contexto da agroindústria, segundo Silva *et al.* (2025) apresenta desafios específicos quando comparada a ambientes industriais tradicionais, sobretudo em função da variabilidade dos processos, da sazonalidade da produção e da dependência de fatores naturais. Essas características tornam a gestão da produção mais complexa, exigindo das organizações maior capacidade de adaptação e controle dos fluxos produtivos.

Nesse cenário, Silva *et al.* (2025) destacam que, embora os princípios do *Lean* sejam amplamente difundidos na indústria, sua aplicação na agroindústria ainda se encontra em estágio de desenvolvimento, evidenciando a existência de lacunas tanto na literatura quanto na prática organizacional. Ainda assim, observa-se um potencial significativo para a adoção dessa abordagem como estratégia de melhoria da eficiência produtiva e redução de desperdícios.

Corroborando, Fernandes Junior e Pinto (2021) evidenciam que a implementação de práticas *Lean* contribui diretamente para a padronização dos processos, melhoria do fluxo produtivo e au-

mento da produtividade, aspectos fundamentais para ambientes produtivos que demandam maior controle operacional. Dessa forma, a aplicação do *Lean* na agroindústria pode favorecer a redução de perdas, a melhoria da qualidade dos produtos e o aumento da competitividade das organizações.

Além disso, Pierli, Murmura e Bravi (2025) destacam que o *Lean* tem evoluído para incorporar dimensões relacionadas à sustentabilidade, ampliando sua contribuição para além da eficiência operacional. No contexto agroindustrial, essa evolução torna-se especialmente relevante, uma vez que o setor está diretamente relacionado ao uso de recursos naturais e à necessidade de práticas produtivas mais sustentáveis.

Adicionalmente, Holweg (2006) indica que, embora o foco do *Lean* esteja na melhoria contínua e na eliminação de desperdícios, a literatura recente aponta que sua integração com tecnologias e práticas inovadoras pode potencializar seus resultados. Nesse sentido, ferramentas digitais e sistemas de apoio à decisão podem contribuir para aumentar a visibilidade dos processos, melhorar o planejamento produtivo e apoiar a tomada de decisão nas organizações agroindustriais, desde que alinhadas aos princípios da manufatura enxuta.

Dessa forma, evidencia-se que a aplicação do *Lean Manufacturing* na agroindústria constitui uma abordagem estratégica para o enfrentamento dos desafios produtivos do setor, especialmente quando associada a práticas de gestão estruturadas e ao uso alinhado de tecnologias de apoio (SILVA *et al.*, 2025).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa bibliográfica, conduzida com o objetivo de analisar a aplicação do *Lean Manufacturing* na agroindústria. Esse método segue um processo estruturado, transparente e replicável, baseado em etapas bem definidas, o que contribui para a redução de vieses e para o aumento do rigor metodológico (TRANFIELD; DENYER; SMART, 2003). A adoção dessa abordagem justifica-se pela necessidade de compreender de forma abrangente como o *Lean* tem sido aplicado no contexto agroindustrial, considerando a diversidade de abordagens e a ainda limitada consolidação do tema na literatura.

A coleta de dados foi realizada por meio de buscas em bases de dados científicas reconhecidas, como *Google Scholar* e *Science Direct*, utilizando descritores em português e inglês, com o objetivo de ampliar o alcance das publicações. Os principais termos utilizados na busca foram: "*Lean Manufacturing*", "*Lean Production*", "*agrobusiness*", "agronegócio" e "produção enxuta".

Como critérios de inclusão, foram considerados estudos que abordassem a aplicação do *Lean Manufacturing* em contextos industriais e agroindustriais, com ênfase em pesquisas que apresentassem resultados práticos ou análises aplicadas. Foram priorizadas publicações recentes, sem, contudo, desconsiderar estudos clássicos relevantes para a compreensão do tema. Como critérios de exclusão, foram desconsiderados trabalhos que não apresentavam relação direta com o objeto de estudo ou que não contribuíam de forma significativa para a análise proposta.

A partir dos estudos selecionados, procedeu-se à extração e organização das informações relacionadas aos autores, objetivos, métodos empregados e principais resultados encontrados. Posteriormente, esses dados foram analisados de forma comparativa, visando identificar padrões, convergências e lacunas na literatura sobre a aplicação do *Lean Manufacturing* na agroindústria e

na indústria alimentícia. Os resultados dessa análise são apresentados e discutidos na seção seguinte.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos estudos selecionados na revisão da literatura permitiu identificar padrões relevantes quanto à aplicação do *Lean Manufacturing*, especialmente no contexto da agroindústria, evidenciando tanto suas contribuições quanto as lacunas existentes na literatura.

Com o objetivo de sintetizar as principais características dos estudos analisados, o Quadro 1 apresenta os autores, os contextos de aplicação, os objetivos, os métodos utilizados e os principais resultados encontrados na literatura.

Quadro 1 – Síntese dos estudos sobre *Lean Manufacturing*

Autor(es)	Contexto/ setor	Objetivo	Método utilizado	Principais resultados
Holweg (2006)	Industrial (geral)	Analisar a evolução histórica do *Lean*	Revisão teórica	Sistematizou a evolução do *Lean* a partir do STP, destacando seus princípios e sua difusão global
Santos, Clementino e Borges (2024)	Agronegócio	Analisar a produção científica sobre *Lean* (2000–2020)	Revisão bibliométrica	Identificaram crescimento das publicações e evidenciaram o potencial do *Lean* para aumento da produtividade e redução de desperdícios
Gasparotto e Borsari (2023)	Indústria alimentícia	Identificar práticas *Lean* aplicadas	Revisão bibliográfica	Destacaram ferramentas como *Kanban* e *Kaizen* como promotoras de eficiência operacional
Fernandes Junior e Pinto (2021)	Agroindustrial	Aplicar *Lean*	Estudo aplicado com modelagem	Evidenciaram ganhos de produtividade e apoio à tomada de decisão
Silva *et al*. (2025)	Agroindústria	Analisar aplicação do *Lean*	Revisão sistemática	Identificaram lacunas na literatura e estágio inicial de aplicação no setor
Pierli, Murmura e Bravi (2025)	Industrial (geral)	Analisar evolução do *Lean*	Revisão teórica	Destacaram integração do *Lean* com sustentabilidade e desempenho organizacional

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A partir da análise do Quadro 1, observa-se que os estudos convergem para o reconhecimento do *Lean Manufacturing* como uma abordagem capaz de promover ganhos de eficiência operacional, redução de desperdícios e melhorias nos processos produtivos. Entretanto, também se verifica que sua aplicação no contexto agroindustrial ainda é relativamente limitada quando comparada a outros setores industriais, evidenciando oportunidades para o desenvolvimento de novas pesquisas.

Inicialmente, observa-se um crescimento no interesse acadêmico sobre o tema, conforme evidenciado por Santos, Clementino e Borges (2024), que identificaram uma ampliação significativa das publicações ao longo dos anos. Esse movimento reforça a relevância do *Lean Manufacturing* como uma abordagem estratégica para a melhoria da eficiência produtiva. No entanto, os autores destacam que sua aplicação no contexto do agronegócio ainda é limitada, indicando a existência de lacunas que demandam maior aprofundamento teórico. Essa perspectiva é corroborada por Silva *et al*. (2025), ao apontarem que o tema ainda se encontra em estágio de desenvolvimento na agroindústria.

No que se refere às contribuições práticas, os estudos analisados convergem ao evidenciar impactos positivos da aplicação do *Lean Manufacturing*. Gasparotto e Borsari (2023) destacam que

a adoção de práticas associadas à gestão enxuta, especialmente aquelas voltadas ao controle do fluxo produtivo e à melhoria contínua, contribui significativamente para o aumento da eficiência operacional, promovendo maior organização dos processos e redução de desperdícios. Esses resultados são reforçados por Santos, Clementino e Borges (2024), que evidenciam que a incorporação de práticas de melhoria contínua na indústria alimentícia proporciona avanços no ambiente de trabalho e ganhos de produtividade, demonstrando a efetividade dos princípios *Lean* em contextos produtivos reais.

No contexto agroindustrial, Fernandes Junior e Pinto (2021) demonstram que a aplicação do *Lean*, associada a técnicas de modelagem, contribui para ganhos de produtividade e para o suporte à tomada de decisão. Esse resultado evidencia o potencial da abordagem enxuta para lidar com ambientes produtivos mais complexos, caracterizados por maior variabilidade e necessidade de controle operacional.

Do ponto de vista conceitual, Holweg (2006) sistematiza a evolução do *Lean Manufacturing*, destacando sua origem no STP e sua posterior disseminação para diferentes setores produtivos. Essa evolução é ampliada por Pierli, Murmura e Bravi (2025), que evidenciam a incorporação de dimensões relacionadas à sustentabilidade e ao desempenho organizacional, ampliando o papel do *Lean* para além da eficiência operacional.

Apesar dos benefícios identificados, os estudos analisados indicam que a aplicação do *Lean Manufacturing* na agroindústria ainda enfrenta desafios relevantes. Conforme Silva *et al.* (2025), fatores como a variabilidade dos processos produtivos, a dependência de condições naturais e a complexidade das cadeias produtivas dificultam a implementação das práticas enxutas nesse setor. Dessa forma, torna-se necessária a adaptação dos princípios Lean às especificidades da agroindústria, de modo a garantir sua efetividade.

De modo geral, os resultados evidenciam que o *Lean Manufacturing* apresenta elevado potencial de aplicação na agroindústria, contribuindo para a melhoria da eficiência produtiva, redução de desperdícios e aumento da competitividade. Entretanto, observa-se a necessidade de ampliação de estudos empíricos, especialmente voltados ao contexto agroindustrial, a fim de consolidar o conhecimento existente e promover maior difusão dessa abordagem.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da revisão da literatura, foi possível compreender que o *Lean Manufacturing* se consolida como uma abordagem relevante para a melhoria do desempenho produtivo, inclusive em contextos mais complexos, como a agroindústria. Os estudos analisados evidenciam que a aplicação dos princípios enxutos contribui para a redução de desperdícios, melhoria da eficiência operacional e aumento da competitividade. Além disso, observa-se uma evolução conceitual do *Lean*, que passa a incorporar dimensões relacionadas à sustentabilidade e ao desempenho organizacional, ampliando seu escopo de aplicação nos sistemas produtivos contemporâneos.

No que se refere ao objetivo proposto, considera-se que foi atingido, uma vez que a pesquisa permitiu analisar as principais abordagens do *Lean Manufacturing* na agroindústria, bem como identificar seus benefícios, desafios e resultados associados. A sistematização dos estudos possibilitou uma visão estruturada do estado da arte sobre o tema, evidenciando tanto o potencial de aplicação dessa filosofia quanto as lacunas existentes na literatura, especialmente no contexto agroindustrial.

Por fim, destaca-se que este estudo apresenta algumas limitações, principalmente relacionadas ao recorte das bases de dados utilizadas e à seleção dos artigos analisados, o que pode restringir a abrangência dos resultados. Além disso, a predominância de estudos de caráter teórico no contexto agroindustrial indica a necessidade de investigações futuras mais aprofundadas. Dessa forma, sugere-se que pesquisas futuras explorem aplicações práticas do *Lean Manufacturing* na agroindústria, especialmente no contexto brasileiro, contribuindo para o avanço do conhecimento e para a consolidação dessa abordagem no setor.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, Junico. **Sistemas de produção**: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta. Porto Alegre: Bookman, 2008.

FERNANDES JUNIOR, Carlos Coutinho; PINTO, Leonel Teixeira. Productivity increase in a large size slaughterhouse: a simulation approach applying lean manufacturing. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 13, n. 4, p. 803-823, 2021.

GASPAROTTO, Angelita Moutin Segoria; BORSARI, Jocasta Valéria. As melhores práticas do Lean Manufacturing na indústria alimentícia. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 20, n. 1, p. 697-707, 2023.

HOLWEG, Matthias. The genealogy of lean production. **Journal of Operations Management**, v. 25, p. 420-437, 2007.

LEAN INSTITUTE BRASIL. **Agronegócio**: solo fértil para o pensamento lean. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2013.

PIERLI, Giada; MURMURA, Federica; BRAVI, Laura. Lean manufacturing and sustainability pillars: a systematic literature review. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 17, n. 8, p. 1-26, 2025.

SANTOS, Dvison Willian; CLEMENTINO, Valdner Daizio Ramos; BORGES, Umarac dos. Lean manufacturing no agronegócio: uma análise bibliográfica da produção científica das bases Web of Science e SciELO no período de 2000-2020. **Exacta**, v. 22, n. 1, p. 253-278, 2024.

SHAHIN, Mohammad; MAGHANAKI, Mohammad; CHEN, Fang Fang. The symbiotic factory: a comprehensive framework for extending lean manufacturing to human-AI collaboration. **Expert Systems with Applications**, v. 314, 2026.

SILVA, Niranga; HETTIARACHCHI, Dulith Indula; PERERA, Pasindu; PERERA, Chandana. Integration of Industry 4.0 technologies to overcome lean manufacturing barriers in Sri Lanka's apparel sector. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 17, n. 8, p. 80-108, 2025.

TRANFIELD, David; DENYER, David; SMART, Palminder. Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. **British Journal of Management**, v. 14, n. 3, p. 207-222, 2003.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. **A mentalidade enxuta nas empresas**: elimine o desperdício e crie riqueza. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

Os conceitos e as opiniões expressos neste artigo são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

INTERFACE TECNOLÓGICA

TECNOLOGIA EM PRODUÇÃO INDUSTRIAL
Interface Tecnológica · v. 23, n. 1, 2026 · p. 335–346
ISSN on-line 2447-0864 · ISSN impresso 1807-3980
https://doi.org/10.31510/infa.v23i1.2447

OTIMIZAÇÃO DO FLUXO DE MATERIAIS: um estudo em uma fabricante de implementos agrícolas

Material flow: a study in an agricultural equipment manufacturer

Matheus Lopes Pio[1], **Fabricio Dominguês Antonio**[2]

AUTORIA

[1] **Matheus Lopes Pio**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
matheuslopespio137@gmail.com

[2] **Fabricio Dominguês Antonio**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
fabriciodantonio2015@gmail.com
ORCID: 0000-0003-3649-6565

HISTÓRICO

Recebido	26/04/2026
Aceito	08/06/2026
Publicado	30/06/2026

COMO CITAR

PIO, M. L.; ANTONIO, F. D. Otimização do fluxo de materiais: um estudo em uma fabricante de implementos agrícolas. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 23, n. 1, p. 335-346, 2026. DOI: 10.31510/infa.v23i1.2447.

LICENÇA

Artigo de acesso aberto distribuído sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

cc BY 4.0

RESUMO

O presente estudo tem como objetivo analisar o fluxo de materiais em uma empresa do setor de implementos agrícolas, com ênfase na logística interna e na eficiência das rotas de abastecimento produtivo. Trata-se de uma pesquisa descritiva de natureza aplicada, realizada por meio de análise documental e observação em ambiente real de produção, com dados coletados entre julho e agosto de 2024. A fundamentação teórica baseia-se em conceitos de logística empresarial e práticas relacionadas à Indústria 4.0. Os resultados evidenciam que fatores como layout físico inadequado, ausência de padronização das rotas, ineficiência de equipamentos, falhas na gestão de estoques, deficiência na capacitação dos colaboradores e uso limitado de dados impactam negativamente o desempenho logístico. A aplicação da ferramenta dos 5 Porquês permitiu identificar as causas raízes dos problemas, destacando a falta de planejamento estruturado e de indicadores de desempenho. A análise quantitativa demonstrou potencial de melhoria nos indicadores operacionais, com redução do tempo de ciclo, diminuição das distâncias percorridas e aumento da produtividade. Como propostas, sugerem-se a readequação do layout, padronização dos processos, capacitação dos colaboradores e adoção de tecnologias de monitoramento. Conclui-se que a logística interna exerce papel estratégico na eficiência operacional e na competitividade organizacional.

Palavras-chave: Logística interna. Fluxo de materiais. Intralogística. Layout. Indústria 4.0.

ABSTRACT

This study aims to analyze material flow within a company in the agricultural implements sector, with a focus on internal logistics and the efficiency of production supply routes. The research is characterized as a descriptive and applied study, conducted through document analysis and direct observation in a real production environment, with data collected between July and August 2024. The theoretical framework is grounded in contemporary logistics concepts and practices aligned with Industry 4.0. The findings indicate that factors such as inadequate facility layout, lack of route standardization, equipment inefficiencies, deficiencies in inventory management, insufficient workforce training, and limited data utilization adversely affect logistical and operational performance. The application of the Five Whys technique enabled the identification of root causes, highlighting the absence of structured planning, performance measurement systems, and process standardization. Furthermore, the quantitative analysis revealed significant potential for performance improvement, including reductions in cycle time and travel distances, as well as increased operational productivity. Based on these findings, the study proposes layout redesign, process standardization, implementation of preventive maintenance practices, workforce training programs, and the adoption of data-driven monitoring systems.

It is concluded that internal logistics plays a critical strategic role in enhancing operational efficiency, reducing costs, and strengthening organizational competitiveness.

Keywords: Internal logistics. Material flow. Facility layout. Operational efficiency. Industry 4.0.

1 INTRODUÇÃO

Com o aumento da complexidade dos ambientes empresariais impulsionado pela globalização, as organizações passaram a enfrentar níveis cada vez mais elevados de competitividade em escala internacional. Nesse cenário, a logística assume um papel estratégico, abrangendo o planejamento, a execução e o controle das atividades relacionadas ao transporte, armazenamento e movimentação de produtos, tanto no ambiente interno quanto externo das empresas (SEBRAE, 2024).

De acordo com Ballou (2006), o transporte representa uma parcela significativa dos custos logísticos, podendo variar entre um terço e dois terços do total. Dessa forma, a busca pela eficiência operacional torna-se essencial, especialmente por meio da otimização do uso de equipamentos e da força de trabalho. Nesse contexto, a modernização da logística interna surge como um fator determinante para a manutenção da competitividade no setor industrial, sobretudo com a incorporação de tecnologias e práticas alinhadas à Indústria 4.0.

Segundo Taylor (2005), a movimentação de materiais compreende todo o fluxo de itens no ambiente produtivo, incluindo atividades de transporte, armazenagem, proteção e controle dentro da indústria, além das etapas de distribuição. Essa função é considerada crítica na cadeia produtiva, sendo responsável por uma parcela significativa dos custos de manufatura, estimados em aproximadamente 25% em estudos realizados nos Estados Unidos.

Sob uma perspectiva histórica, Chiavenato (2005) ressalta que a logística teve origem no contexto militar, por volta do século XVII, com a criação do cargo de “marechal general do exército francês”, responsável pelo planejamento e abastecimento das tropas. Com o passar do tempo, esses princípios foram adaptados ao ambiente empresarial, dando origem aos modernos sistemas de gestão da cadeia de suprimentos, fundamentais para o desempenho organizacional em mercados globalizados.

Diante desse contexto, o presente estudo está inserido na área da logística, com ênfase na movimentação interna de materiais. O objetivo consiste em descrever e analisar uma rota de distribuição interna em uma empresa do setor de implementos agrícolas localizada no interior do estado de São Paulo, buscando compreender seu funcionamento e identificar oportunidades de melhoria nos processos logísticos.

2 LOGÍSTICA INTERNA

Logística de Produção, também conhecida como Logística Interna, sempre esteve presente como parte integrante da logística global das organizações. No entanto, nem sempre recebeu a devida valorização estratégica. Foi a partir da década de 1990 que essa área passou a ser reconhecida como um elemento fundamental para o desempenho organizacional, assumindo papel decisivo na competitividade das empresas (REIS; PAULA, 2022).

A logística refere-se à gestão do fluxo de materiais, informações e recursos dentro da organização. Esse processo envolve o planejamento desde a entrada das matérias-primas até a preparação dos produtos finais para expedição, incluindo também a execução e o controle das atividades relacionadas ao uso eficiente de componentes e insumos necessários à produção (FRETEFY, 2024).

De acordo com Silva Junior (2018), trata-se de uma área essencial para o funcionamento das empresas, uma vez que assegura a fluidez das operações produtivas e contribui para que os produtos atendam aos padrões de qualidade e às expectativas dos clientes. Uma estratégia bem estruturada possibilita a otimização dos processos internos, além de promover melhorias no nível de serviço e na eficiência operacional.

Nesse contexto, além da distância percorrida pelos materiais, a forma como os equipamentos e setores estão organizados no espaço produtivo exerce influência direta na eficiência da movimentação interna. O arranjo físico, ou layout, conforme destaca Chiavenato (2005), refere-se à disposição dos recursos produtivos dentro da organização, devendo ser planejado de forma a atender às características do produto e do processo.

Um layout adequado considera fatores como a proximidade entre as operações, a utilização eficiente do espaço disponível e a segurança dos trabalhadores, contribuindo para a melhoria do desempenho produtivo e da qualidade dos resultados organizacionais.

2.1 Desafios da logística interna

Ainda com base em Gouvea (2019), apresenta-se o Quadro 1, no qual são indicados outros fatores reconhecidos como desafios da logística interna, acompanhados de uma breve descrição de cada um deles.

Quadro 1 – Desafios da logística interna

Desafio	Descrição
Coordenação do Fluxo de Materiais	A movimentação interna de materiais, envolvendo transporte, armazenagem, proteção e controle, pode se tornar complexa e gerar custos elevados.
Eficiência dos Equipamentos e da Equipe	Considerando que o transporte representa uma parcela significativa dos custos logísticos, maximização de eficiências dos equipamentos e da equipe torna-se essencial.
Gestão de Estoques	A ocorrência de faltas ou excessos de materiais pode ser consequência de uma gestão inadequada de estoque, impactando negativamente o fluxo de produtivo e o cumprimento de prazos.
Tecnologia e Automação	A adoção e integração de novos tecnologias e sistema automatizados representam um desafio relevante, sobretudo em empresas com processos ainda predominantemente manuais.

Fonte: Adaptado de Gouvea (2019).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo foi classificado como uma pesquisa descritiva, que, conforme Gil (2019), tem como objetivo a descrição das características de determinado fenômeno ou população, buscando estabelecer relações entre variáveis e proporcionar maior compreensão do objeto de estudo.

Quanto aos procedimentos metodológicos, a coleta de dados foi realizada por meio de informações obtidas junto aos setores de Planejamento e Controle da Produção (PCP) e de solda da empresa objeto do estudo. Como técnica de coleta, utilizou-se a análise documental, a qual possibilitou a construção de uma representação das rotas internas, bem como a elaboração de uma descrição detalhada do funcionamento da rota selecionada para análise.

O período de coleta de dados ocorreu entre os meses de julho e agosto de 2024, abrangendo a observação direta das atividades logísticas e a análise documental dos registros operacionais relacionados à rota estudada. Foram considerados os ciclos de abastecimento executados durante o

período de acompanhamento, permitindo a identificação dos principais gargalos operacionais e padrões de movimentação de materiais.

Por se tratar de um estudo exploratório-descritivo aplicado a uma única organização, os resultados apresentados refletem a realidade específica da empresa analisada e não possuem pretensão de generalização estatística. Os indicadores foram obtidos por meio de médias operacionais observadas durante o período de estudo, sendo utilizados para fins de diagnóstico e estimativa de melhoria.

Ressalta-se que o autor atua profissionalmente na organização pesquisada, condição que possibilitou amplo acesso às informações e aos processos analisados. Para minimizar possíveis vieses de interpretação, a coleta e análise dos dados foram fundamentadas em registros documentais, observações sistemáticas e aplicação estruturada das ferramentas da qualidade utilizadas neste estudo.

Como limitação metodológica, destaca-se a ausência de validação estatística dos resultados e a não realização de comparações com outras organizações do setor, aspectos que podem ser explorados em pesquisas futuras.

3.1 Área de estudo

A pesquisa teve seu foco voltado para a Logística Interna da agroindústria, com ênfase na movimentação de materiais e no abastecimento das linhas de produção (postos de trabalho). Trata-se do setor produtivo de uma grande empresa metalúrgica, ligada à área de máquinas e implementos agrícolas, localizada no interior do Estado de São Paulo.

Nesta empresa, existe um setor responsável pelo transporte interno de materiais, desempenhando um papel crucial para garantir que todos os componentes necessários estejam disponíveis nas linhas de montagem e soldagem no momento adequado, promovendo a eficácia e a regularidade do processo produtivo.

O fluxo de materiais na fábrica envolve o deslocamento de componentes entre diferentes centros de custo. Para a realização das rotas internas, a empresa utiliza transportes elétricos e tratores à combustão. Cada veículo possui um operador responsável, e é utilizado um coletor digital de dados para registrar as movimentações de materiais entre os centros de custo.

A Figura 1 apresenta o Diagrama de Ishikawa aplicado à logística interna da agroindústria para a análise de causas.

Figura 1 – Diagrama de Ishikawa aplicado à logística interna da agroindústria

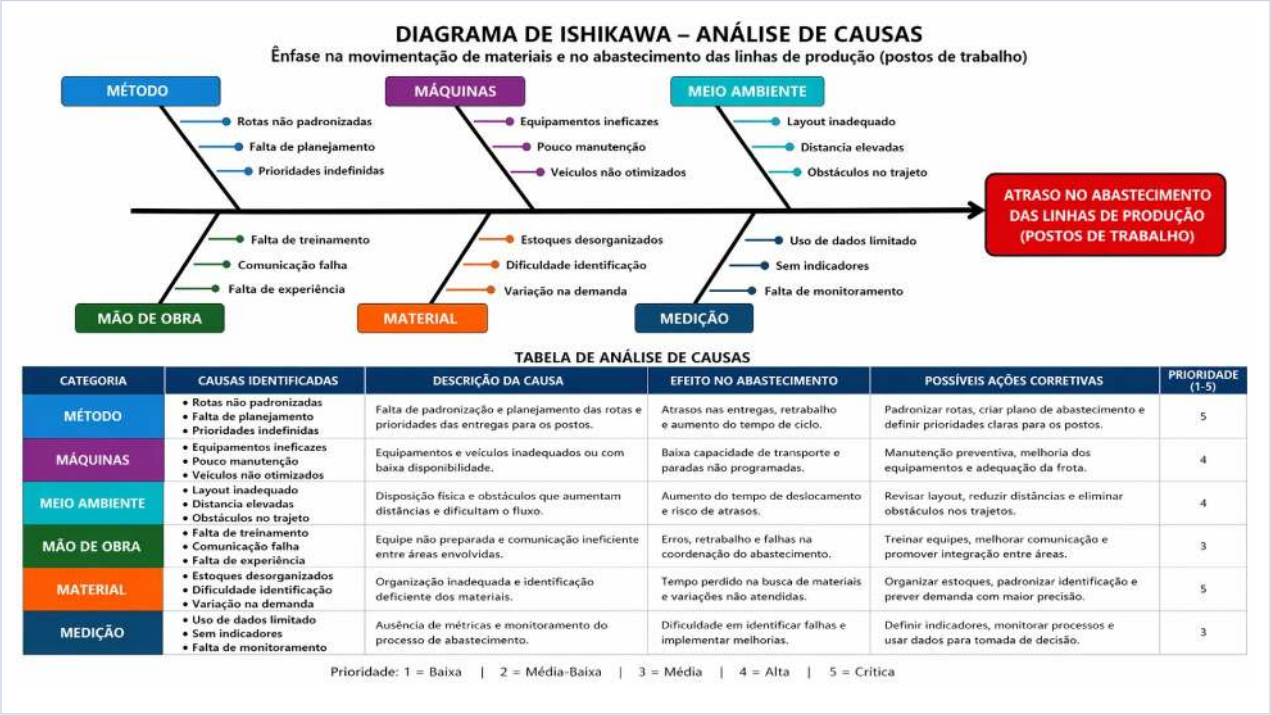


TABELA DE ANÁLISE DE CAUSAS

CATEGORIA	CAUSAS IDENTIFICADAS	DESCRIÇÃO DA CAUSA	EFEITO NO ABASTECIMENTO	POSSÍVEIS AÇÕES CORRETIVAS	PRIORIDADE (1-5)
MÉTODO	• Rotas não padronizadas • Falta de planejamento • Prioridades indefinidas	Falta de padronização e planejamento das rotas e prioridades das entregas para os postos.	Atrasos nas entregas, retrabalho e aumento do tempo de ciclo.	Padronizar rotas, criar plano de abastecimento e definir prioridades claras para os postos.	5
MÁQUINAS	• Equipamentos ineficazes • Pouco manutenção • Veículos não otimizados	Equipamentos e veículos inadequados ou com baixa disponibilidade.	Baixa capacidade de transporte e paradas não programadas.	Manutenção preventiva, melhoria dos equipamentos e adequação da frota.	4
MEIO AMBIENTE	• Layout inadequado • Distancia elevadas • Obstáculos no trajeto	Disposição física e obstáculos que aumentam distâncias e dificultam o fluxo.	Aumento do tempo de deslocamento e risco de atrasos.	Revisar layout, reduzir distâncias e eliminar obstáculos nos trajetos.	4
MÃO DE OBRA	• Falta de treinamento • Comunicação falha • Falta de experiência	Equipe não preparada e comunicação ineficiente entre áreas envolvidas.	Erros, retrabalho e falhas na coordenação do abastecimento.	Treinar equipes, melhorar comunicação e promover integração entre áreas.	3
MATERIAL	• Estoques desorganizados • Dificuldade identificação • Variação na demanda	Organização inadequada e identificação deficiente dos materiais.	Tempo perdido na busca de materiais e variações não atendidas.	Organizar estoques, padronizar identificação e prever demanda com maior precisão.	5
MEDIÇÃO	• Uso de dados limitado • Sem indicadores • Falta de monitoramento	Ausência de métricas e monitoramento do processo de abastecimento.	Dificuldade em identificar falhas e implementar melhorias.	Definir indicadores, monitorar processos e usar dados para tomada de decisão.	3

Prioridade: 1 = Baixa | 2 = Média-Baixa | 3 = Média | 4 = Alta | 5 = Crítica

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

3.2 Análise dos problemas por meio dos 5 Porquês

Com base nos problemas identificados na logística interna da empresa, foi aplicada a técnica dos 5 Porquês, que consiste na realização de questionamentos sucessivos com o objetivo de identificar as causas raízes das falhas observadas nos processos. Essa ferramenta permite aprofundar a análise dos problemas, contribuindo para a proposição de soluções mais eficazes.

Quadro 2 – Análise das causas pela ferramenta dos 5 Porquês

Problema	1º Por quê	2º Por quê	3º Por quê	4º Por quê	5º Por quê	Causa Raiz	Solução Proposta
Rotas não padronizadas	Operadores realizam trajetos diferentes	Não há procedimento definido	Não foi realizado estudo de rotas	Não há planejamento logístico	Não são usadas ferramentas de melhoria	Falta de planejamento e padronização	Padronizar rotas, criar POP e treinar operadores
Equipamentos ineficazes	Apresentam falhas frequentes	Não recebem manutenção adequada	Não existe plano de manutenção	Não há controle dos equipamentos	Não existe sistema de gestão	Falta de gestão da manutenção	Implementar manutenção preventiva e controle
Estoque desorganizado	Dificuldade na identificação	Não há padronização	Não existe sistema de organização	Não há controle eficiente	Não existem indicadores	Falta de controle do estoque	Implantar endereçamento, 5S e identificação
Falta de treinamento	Ocorrem erros operacionais	Execução incorreta das atividades	Falta de treinamento	Não há programa de capacitação	Não há planejamento de pessoal	Falta de gestão de treinamento	Criar programa de capacitação e POP
Uso limitado de dados	Não existem indicadores	Dados não são analisados	Não há ferramentas de controle	Não existe cultura analítica	Não há incentivo à melhoria	Falta de gestão baseada em dados	Criar KPIs, dashboards e análise contínua

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Considerando que este estudo teve como objetivo analisar a logística interna de uma empresa do setor metalúrgico, com foco na movimentação de materiais e no abastecimento das linhas de produção, a aplicação da técnica dos 5 Porquês mostrou-se fundamental para o alcance dos re-

sultados propostos. A partir da problemática inicialmente apresentada, relacionada à existência de falhas no fluxo logístico e à ausência de padronização dos processos, foi possível desenvolver uma análise estruturada capaz de identificar as causas raízes dos problemas observados.

A utilização dessa ferramenta permitiu aprofundar a investigação além dos aspectos superficiais, evidenciando que as dificuldades encontradas, como rotas não padronizadas, ineficiência dos equipamentos, desorganização do estoque, falhas na capacitação dos colaboradores e uso limitado de dados, estão diretamente relacionadas a deficiências na gestão dos processos logísticos. Nesse sentido, os resultados obtidos estão alinhados ao objetivo do estudo, uma vez que possibilitaram não apenas a compreensão do funcionamento da logística interna, mas também a identificação de pontos críticos que comprometem sua eficiência.

Observou-se que a ausência de planejamento estruturado, a falta de padronização das atividades, a inexistência de indicadores de desempenho e a baixa utilização de práticas de melhoria contínua constituem fatores determinantes para a ocorrência das falhas identificadas. Tais aspectos reforçam a importância de uma abordagem sistêmica na gestão da logística interna, na qual os processos sejam analisados de forma integrada e contínua.

A partir da identificação das causas raízes, foram propostas ações de melhoria voltadas à otimização dos processos, incluindo a padronização das rotas, a implementação de procedimentos operacionais padrão, a adoção de práticas de manutenção preventiva, a organização do estoque com base em metodologias adequadas e a utilização de indicadores de desempenho para suporte à tomada de decisão. Essas propostas atendem diretamente ao objetivo do trabalho, contribuindo para a melhoria da eficiência operacional e para a redução de falhas no processo produtivo.

Dessa forma, conclui-se que a técnica dos 5 Porquês se mostrou eficaz como instrumento de análise no contexto da logística interna, permitindo não apenas a identificação das causas dos problemas, mas também o direcionamento de soluções práticas e aplicáveis. Além disso, sua utilização contribui para o fortalecimento de uma cultura organizacional orientada à melhoria contínua e à tomada de decisão baseada em dados, aspectos essenciais para o aumento da competitividade e sustentabilidade dos processos produtivos.

Por fim, destaca-se que os resultados obtidos neste estudo podem servir como base para futuras análises e implementações de melhorias, podendo ser ampliados por meio da aplicação conjunta de outras ferramentas de gestão e qualidade, consolidando um modelo de gestão mais eficiente e estruturado.

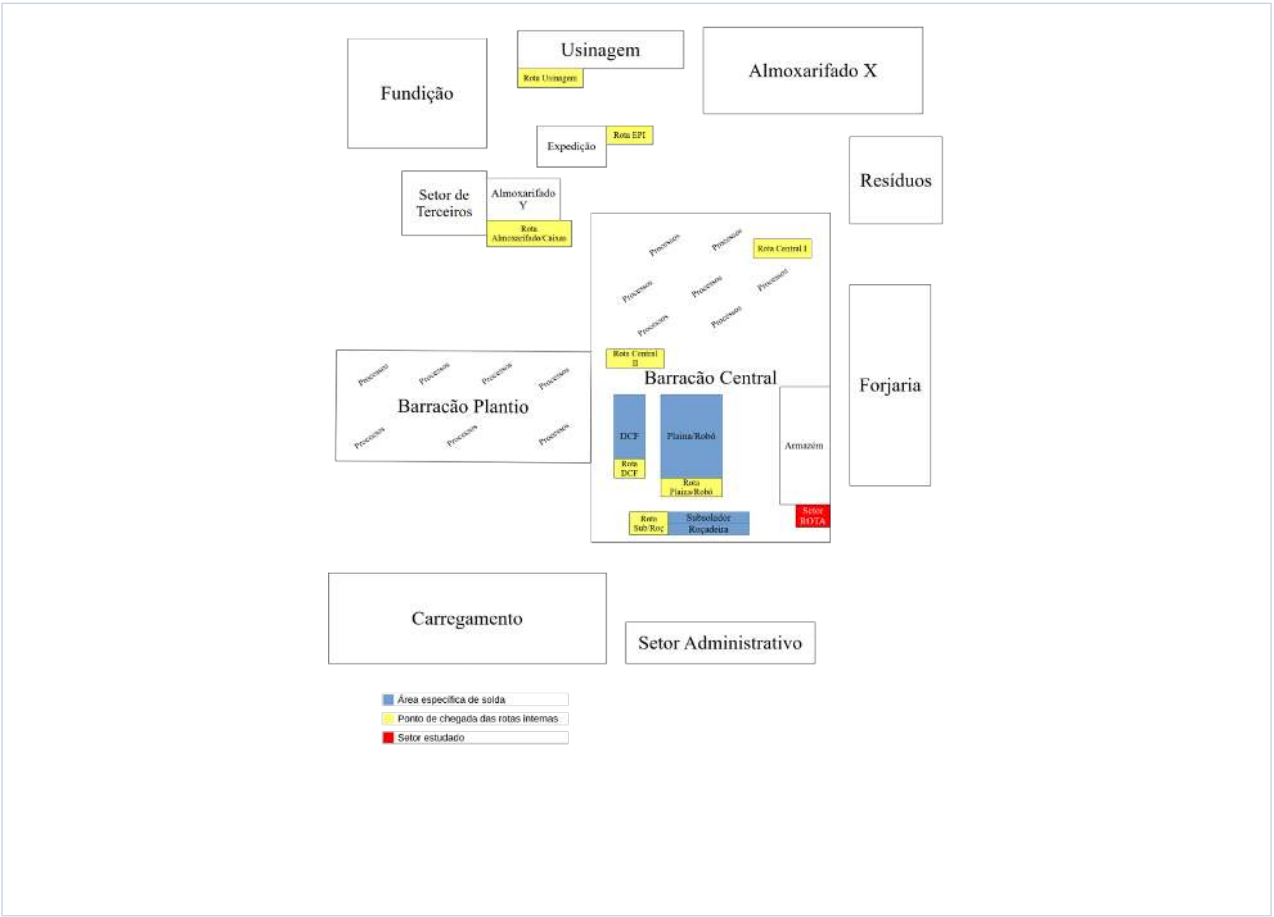
3.3 Abastecimento dos postos de trabalho

Planejamento e Controle da Produção (PCP) desempenha um papel fundamental na definição dos produtos que compõem a linha de produção, bem como na determinação de suas especificações e dos momentos adequados para a reposição de materiais. Dessa forma, torna-se essencial para assegurar que os postos de trabalho recebam, de maneira precisa e no tempo correto, os insumos necessários para a continuidade do processo produtivo, evitando interrupções que possam comprometer a eficiência da linha de montagem.

O abastecimento é avaliado com base na agilidade e na precisão na entrega dos materiais às linhas de montagem, garantindo que os operadores tenham à disposição todos os recursos necessários sem interrupções. Assim, a entrega correta e no momento adequado dos insumos aos postos de trabalho é um fator essencial para o bom funcionamento da cadeia produtiva.

Para atender a esses objetivos, a empresa desenvolveu diferentes rotas de abastecimento destinadas a setores específicos da produção, atribuindo denominações para facilitar sua identificação, como Rota Central I, Rota Central II, Rota de Usinagem e Rota Plaina/Robô. A Figura 2 apresenta a distribuição dessas rotas no espaço interno da empresa, evidenciando o posicionamento dos setores e a relação entre eles.

Figura 2 – Layout de rotas internas e setores de produção



Fonte: Elaborado pelo autor com base em informações internas da empresa (2025).

A partir da Figura 2, segue uma breve apresentação para cada uma das rotas:

Rotas Centrais I e II: Para a execução das Rotas Centrais I e II, a empresa conta com dois operadores que iniciam suas atividades em pontos opostos, com o objetivo de otimizar o fluxo de materiais. Essas rotas abrangem o barracão central, parte do barracão de plantio e a forjaria, utilizando rebocadores elétricos para assegurar que as peças sejam entregues no tempo adequado, evitando interrupções no processo produtivo.

Rota Usinagem: Por meio da utilização de tratores, os operadores garantem que os itens processados externamente retornem às áreas produtivas no momento adequado, dando continuidade ao fluxo de produção. Essa rota contempla os setores de fundição, usinagem e terceiros, conectando áreas estratégicas da fábrica e sendo responsável pelo transporte de materiais entre ambientes externos e internos.

Rota EPI: Destinada à distribuição de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), bem como à coleta de EPIs descartáveis e Relatórios de Não Conformidade (RNC). Antes de sua execução, a rota é organizada conforme um cronograma diário, sendo que os EPIs já chegam devida-

mente identificados para entrega nos setores na data correta. Após as entregas, o operador realiza a coleta das caixas KLTS vazias nos centros de custo e as encaminha aos setores de fabricação, evitando a falta de materiais e garantindo a continuidade das operações. Essa rota atende toda a fábrica.

Rotas Plaina/Robô, Subsolador/Roçadeira e DCF: Tratam-se de rotas especializadas nas áreas de soldagem, responsáveis pelo transporte de carrinhos contendo peças já separadas. Com base no cronograma definido pelo PPCP (Planejamento, Programação e Controle da Produção), é gerada uma lista de separação no sistema com todos os itens necessários para a montagem. Após essa etapa, os carrinhos são direcionados aos setores específicos conforme o planejamento, assegurando a continuidade do fluxo produtivo.

Rota Almoxarifado/Caixa: Fundamental para a logística interna, essa rota é responsável pelo transporte de peças entre os setores produtivos e os almoxarifados, além de insumos como tintas e caixas de madeira, contribuindo diretamente para a continuidade do processo produtivo.

Dentre as rotas apresentadas, foi selecionada a Rota Plaina/Robô para uma análise mais detalhada neste estudo. Essa rota, representada na Figura 3, contempla os armazéns de peças (matéria-prima) destinados tanto ao processo da plaina quanto aos equipamentos robotizados de soldagem. Os veículos realizam o transporte das matérias-primas até os postos de trabalho, abastecendo os respectivos boxes de solda.

Com o intuito de fortalecer a análise desenvolvida neste estudo e conferir maior rigor científico aos resultados apresentados, foram considerados indicadores quantitativos relacionados ao desempenho da logística interna. A adoção desses parâmetros permite não apenas a descrição dos processos, mas também a mensuração objetiva dos impactos decorrentes das melhorias propostas.

Dentre os indicadores analisados, destacam-se o tempo de ciclo das rotas, a distância percorrida pelos veículos, o número de movimentações realizadas e a produtividade operacional. Esses elementos estão diretamente associados à eficiência do fluxo de materiais e ao nível de desempenho das atividades logísticas no ambiente produtivo.

No que se refere ao tempo de ciclo, observou-se que, na situação atual, o valor médio para a realização completa da rota Plaina/Robô é de aproximadamente 24 minutos. Esse tempo elevado está relacionado à ausência de padronização das rotas e à realização de trajetos não otimizados. Com a implementação das melhorias propostas, como a definição de rotas padrão e a reorganização do fluxo logístico, estima-se a redução do tempo de ciclo para cerca de 17 minutos, representando uma melhoria aproximada de 29%.

Em relação à distância percorrida, verificou-se que os veículos percorrem, em média, cerca de 1.150 metros por ciclo, devido a deslocamentos redundantes e à falta de definição de trajetos eficientes. Após a reestruturação das rotas, projeta-se uma redução dessa distância para aproximadamente 850 metros, o que representa uma diminuição de cerca de 26%, contribuindo para menor consumo de tempo e recursos operacionais.

Quanto ao número de movimentações, identificou-se que são realizadas, em média, 42 movimentações por turno, muitas das quais decorrentes de falhas no planejamento e da necessidade de retrabalho logístico. Com a adoção das melhorias propostas, estima-se a redução para aproximadamente 31 movimentações por turno, representando uma diminuição de cerca de 26%, tornando o fluxo mais enxuto e eficiente.

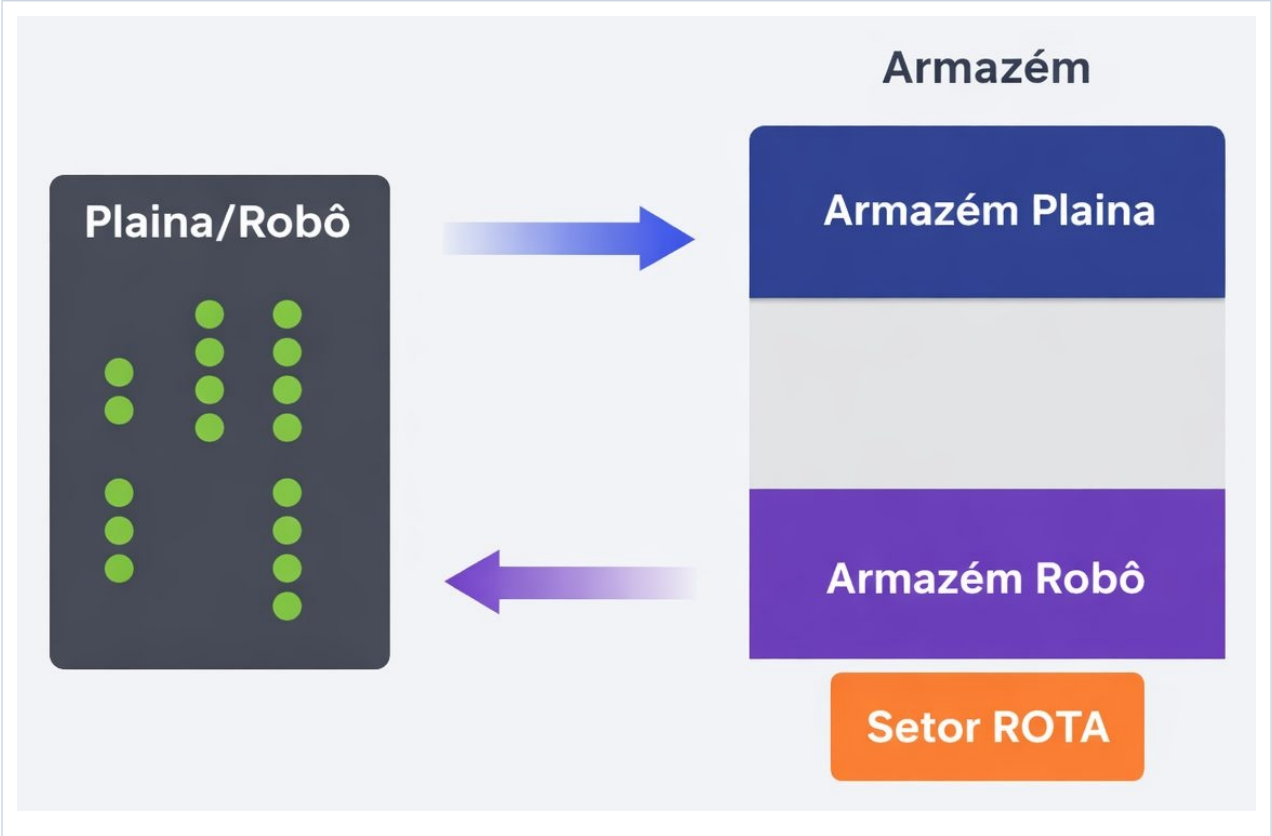
Por fim, a produtividade operacional, medida pela relação entre o tempo efetivamente produtivo e o tempo total disponível, apresentou um índice médio de aproximadamente 72% na situação atual. Com a otimização dos processos logísticos, projeta-se um aumento para cerca de 86%, indicando um ganho de 14 pontos percentuais no desempenho operacional.

Importante destacar que os valores apresentados correspondem a estimativas de desempenho elaboradas a partir da análise dos processos atuais e das melhorias propostas. Dessa forma, os resultados devem ser interpretados como potenciais ganhos operacionais, uma vez que as ações recomendadas ainda não haviam sido implementadas durante o período de realização desta pesquisa.

Embora as projeções indiquem reduções significativas no tempo de ciclo, distância percorrida e quantidade de movimentações, bem como aumento da produtividade operacional, a confirmação desses resultados depende da efetiva implementação das melhorias e do posterior acompanhamento dos indicadores de desempenho.

Dessa forma, a análise quantitativa evidencia que as melhorias propostas possuem potencial impacto direto sobre o desempenho da logística interna, contribuindo para a redução de desperdícios, aumento da eficiência e maior confiabilidade no abastecimento das linhas de produção. Esses resultados reforçam a importância da adoção de práticas estruturadas de gestão e consolidam a transição de uma abordagem descritiva para uma análise fundamentada em dados e indicadores de desempenho.

Figura 3 – Imagem ampliada do layout



Fonte: Elaborado pelo autor com base em informações internas da empresa (2024).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A particularidade de o autor deste estudo atuar diretamente nas atividades relacionadas à movimentação de materiais possibilitou uma visão ampla dos processos, bem como o contato com todas as rotas internas da empresa apresentadas na Figura 2.

No que se refere à rota selecionada para análise detalhada (Figura 3), a avaliação do fluxo de materiais, com base nos conceitos abordados na revisão bibliográfica sobre desafios da logística interna, permitiu identificar alguns pontos críticos.

Observou-se que a disposição atual dos equipamentos, caracterizada por agrupamentos desorganizados e, em alguns casos, sobreposição de áreas, aliada à limitação de espaço para movimentação, resulta em um ambiente que dificulta o acesso e a distribuição dos materiais. Esse fator está diretamente relacionado à necessidade de adequação do layout, visando a melhoria da eficiência na movimentação interna.

Esse cenário configura um problema relevante, que, associado à dificuldade no manuseio de materiais, também decorrente de um layout físico inadequado, compromete o fluxo contínuo e organizado entre o estoque e os postos de trabalho. Como consequência, há aumento no tempo de ciclo, necessidade frequente de reconfiguração do espaço e, consequentemente, elevação dos custos operacionais.

Além disso, foi identificada a ocorrência de sobrecarga de atividades e atrasos na execução de tarefas, bem como a atribuição de funções que não correspondem diretamente às responsabilidades do setor, como o preenchimento de relatórios de outras áreas. Esse contexto evidencia a necessidade de reorganização dos processos e de uma melhor definição das responsabilidades.

Ressalta-se que a organização demonstra preocupação em identificar oportunidades de melhoria. No entanto, assim como ocorre em muitos ambientes industriais, as prioridades operacionais e as demandas do dia a dia acabam limitando a implementação dessas melhorias.

Por fim, apesar da recorrente justificativa relacionada à limitação de espaço físico, este estudo aponta que existem oportunidades viáveis de melhoria, como a readequação do layout e a reorganização dos processos internos, que podem contribuir para a otimização do fluxo de trabalho e a redução da sobrecarga operacional.

5 CONCLUSÃO

O presente estudo teve como objetivo analisar o fluxo de materiais em uma empresa do setor de implementos agrícolas, com foco na logística interna e na eficiência das rotas de abastecimento. A partir da análise realizada, foi possível identificar que a organização dos processos logísticos está diretamente relacionada ao desempenho produtivo e à competitividade da empresa.

Os resultados evidenciaram que fatores como o layout físico inadequado, a limitação de espaço e a sobrecarga de atividades impactam negativamente o fluxo de materiais, comprometendo a fluidez das operações e contribuindo para o aumento do tempo de ciclo e dos custos operacionais. Além disso, verificou-se que a falta de padronização em determinadas atividades e a execução de tarefas não relacionadas às funções principais dos operadores também influenciam na eficiência do processo.

Por outro lado, o estudo demonstrou que, mesmo diante dessas limitações, existem oportunidades significativas de melhoria. A readequação do layout, a reorganização dos processos inter-

nos e a melhor definição das responsabilidades podem contribuir para a otimização do fluxo de trabalho, redução de desperdícios e aumento da produtividade.

Adicionalmente, destaca-se a importância da adoção gradual de tecnologias e práticas alinhadas à logística moderna, como sistemas de controle digital e integração entre setores, como forma de elevar o nível de eficiência operacional e garantir maior confiabilidade nas operações.

Dessa forma, conclui-se que a logística interna exerce papel estratégico dentro do ambiente industrial, sendo fundamental para assegurar a continuidade do processo produtivo e a qualidade dos resultados. O objetivo do estudo foi plenamente alcançado ao descrever o funcionamento das rotas, identificar os principais desafios e propor melhorias viáveis.

Como limitação deste estudo, destaca-se o fato de a pesquisa ter sido conduzida em uma única organização e em um período específico de observação, o que restringe a generalização dos resultados para outros contextos industriais. Além disso, as melhorias propostas não foram implementadas durante o desenvolvimento da pesquisa, de modo que os ganhos apresentados representam estimativas fundamentadas na análise dos processos observados. Outra limitação desta pesquisa refere-se à ausência de uma análise econômica das melhorias propostas. Embora tenham sido identificados potenciais ganhos operacionais, não foram avaliados os investimentos necessários para sua implementação nem o retorno financeiro esperado, aspecto que poderá ser explorado em estudos futuros.

Como sugestão para estudos futuros, recomenda-se a ampliação da análise para outras rotas e setores da empresa, bem como a aplicação de ferramentas quantitativas para mensuração dos ganhos obtidos com a implementação das melhorias propostas.

Embora as ferramentas utilizadas sejam amplamente difundidas na literatura da qualidade e da logística, a principal contribuição deste estudo está na sua aplicação prática em uma fabricante de implementos agrícolas, permitindo a identificação estruturada de gargalos operacionais e a proposição de melhorias alinhadas às demandas da logística interna e aos princípios da Indústria 4.0.

REFERÊNCIAS

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos**: planejamento, organização e logística empresarial. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

CHIAVENATO, Idalberto. **Administração da produção**: uma abordagem introdutória. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

CHIAVENATO, Idalberto. **Introdução à teoria geral da administração**. 9. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

FRETEFY. **Logística interna**: saiba o que é e como funciona. 2024. Disponível em: https://www.fretefy.com.br/blog/logistica-interna. Acesso em: 4 set. 2024.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GONÇALVES, Paulo Sergio. **Logística e cadeia de suprimentos**: o essencial. Barueri: Manole, 2020.

GOUVEA, Marcelo. **Movimentação de materiais dentro da fábrica**: o que você precisa saber. 2019. Disponível em: https://produza.ind.br/gestao/movimentacao-de-materiais/. Acesso em: 4 set. 2024.

ISHIKAWA, Kaoru. **Controle de qualidade total**: à maneira japonesa. Rio de Janeiro: Campus, 1993.

KNIESS, Andressa Butture. **Qual a diferença entre pesquisa qualitativa e quantitativa**. 2022. Disponível em: https://ibpad.com.br/politica/pesquisa-qualitativa-e-quantitativa-diferenca/. Acesso em: 4 set. 2024.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção**: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OPINION BOX. **Pesquisa quantitativa e qualitativa**: qual a diferença. 2023. Disponível em: https://blog.opinionbox.com/pesquisa-quantitativa-e-pesquisa-qualitativa-qual-a-diferenca/. Acesso em: 4 set. 2024.

REIS, Luiz Gustavo Lucas dos; PAULA, Tamires de. A logística como ferramenta estratégica na satisfação do cliente: revisão de literatura. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 7, n. 6, p. 99-105, jun. 2022. Disponível em: https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-de-producao/satisfacao-do-cliente. Acesso em: 4 set. 2024.

SEBRAE. **Logística e competitividade empresarial**. 2024. Disponível em: https://sebrae.com.br. Acesso em: 4 set. 2024.

SILVA JUNIOR, Jaciel Oliveira da. Custos com logística de material e mão de obra no estado do Amazonas. **Revista Científica Semana Acadêmica**, Fortaleza, n. 151, 28 nov. 2018. Disponível em: https://semanaacademica.org.br/artigo/custos-com-logistica-de-material-e-mao-de-obra-no-estado-do-amazonas. Acesso em: 4 set. 2024.

TAYLOR, David A. **Logística da cadeia de suprimentos**: uma perspectiva gerencial. São Paulo: Pearson, 2005.

TOYOTA MOTOR CORPORATION. **Toyota Production System (TPS)**. Japão: Toyota, [s. d.]. Material institucional.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. **A mentalidade enxuta nas empresas (Lean Thinking)**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

Os conceitos e as opiniões expressos neste artigo são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

INTERFACE TECNOLÓGICA

TECNOLOGIA EM PRODUÇÃO INDUSTRIAL
Interface Tecnológica · v. 23, n. 1, 2026 · p. 347–355
ISSN on-line 2447-0864 · ISSN impresso 1807-3980
https://doi.org/10.31510/infa.v23i1.2456

FARINHA FUNCIONAL PARA ALIMENTAÇÃO DE GADO A PARTIR DA CASCA E DO BAGAÇO DO ABACAXI

Functional flour for cattle feeding from pineapple peel and bagasse

Guilherme Santos[1], **Marcos Alberto Claudio Pandolfi**[2]

AUTORIA

[1] **Guilherme Santos**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
g.henrique1008@gmail.com

[2] **Marcos Alberto Claudio Pandolfi**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
marcos.pandolfi@fatec.sp.gov.br
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9407-7230

HISTÓRICO

Recebido	27/04/2026
Aceito	06/06/2026
Publicado	30/06/2026

COMO CITAR

SANTOS, G.; PANDOLFI, M. A. C. Farinha funcional para alimentação de gado a partir da casca e do bagaço do abacaxi. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 23, n. 1, p. 347-355, 2026. DOI: 10.31510/infa.v23i1.2456.

LICENÇA

Artigo de acesso aberto distribuído sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

cc BY 4.0

RESUMO

A pecuária brasileira desempenha papel relevante no agronegócio nacional, porém enfrenta desafios relacionados aos elevados custos da alimentação animal, que impactam diretamente a rentabilidade da atividade. Nesse cenário, torna-se fundamental a busca por alternativas nutricionais eficientes, acessíveis e sustentáveis. Paralelamente, a agroindústria gera grande volume de resíduos orgânicos, entre os quais se destacam a casca e o bagaço do abacaxi, subprodutos abundantes e frequentemente descartados de forma inadequada, apesar de seu potencial nutricional. Esses resíduos apresentam composição rica em fibras, carboidratos, vitaminas, minerais e compostos bioativos, possibilitando seu aproveitamento na alimentação animal. A elaboração de uma farinha funcional a partir da casca e do bagaço do abacaxi surge como uma alternativa promissora, contribuindo para a redução de custos, o aproveitamento de resíduos agroindustriais e a mitigação de impactos ambientais. Além disso, a inclusão de componentes funcionais na dieta animal pode favorecer melhorias no metabolismo, na imunidade e no aproveitamento dos nutrientes.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Economia. Pecuária. Agroindústria.

ABSTRACT

Brazilian livestock farming plays a significant role in the national agribusiness, but it faces challenges related to the high costs of animal feed, which directly impact the profitability of the activity. In this scenario, the search for efficient, accessible, and sustainable nutritional alternatives becomes essential. At the same time, the agro-industry generates a large volume of organic waste, among which pineapple peel and pulp stand out, abundant byproducts that are frequently discarded improperly, despite their nutritional potential. These residues have a composition rich in fiber, carbohydrates, vitamins, minerals, and bioactive compounds, making it possible to use them in animal feed. The development of a functional flour from pineapple peel and pulp emerges as a promising alternative, contributing to cost reduction, the use of agro-industrial waste, and the mitigation of environmental impacts. In addition, the inclusion of functional components in the animal diet can promote improvements in metabolism, immunity, and nutrient utilization.

Keywords: Sustainability. Economy. Livestock. Agribusiness.

1 INTRODUÇÃO

Os sistemas de produção de bovinos enfrentam desafios relacionados à eficiência econômica e ao manejo nutricional, sendo o custo da alimentação um dos principais fatores que influenciam

a viabilidade da atividade. Dessa forma, torna-se necessário adotar estratégias que otimizem recursos e sustentem as cadeias produtivas.

Entre essas estratégias, destaca-se o aproveitamento de resíduos agroindustriais, que apresentam potencial tanto econômico quanto ambiental. O processamento industrial do abacaxi, amplamente empregado na produção de sucos, polpas e derivados, gera grande volume de resíduos, como cascas, bagaço, miolo e coroa, os quais, embora frequentemente descartados, podem ser utilizados na alimentação de ruminantes.

A composição química desses resíduos varia de acordo com o tipo de material e o processamento adotado. Rodrigues e Peixoto (1990b) relataram, em resíduos ensilados, teores de 12,93% de matéria seca (MS), 3,95% de proteína bruta (PB), 62,76% de fibra em detergente neutro (FDN) e 41,27% de fibra em detergente ácido (FDA). Já Rodrigues e Peixoto (1990a), ao avaliarem resíduos não ensilados, observaram 14,82% de MS, 5,47% de PB, 62,26% de FDN e 25,58% de FDA. Müller (1978) também evidenciou variações entre resíduos provenientes da planta e da indústria, com diferenças nos teores de matéria seca, proteína e fibra.

De maneira geral, esses subprodutos apresentam perfil fibroso compatível com dietas volumosas. No entanto, o elevado teor de umidade exige cuidados quanto ao manejo e à conservação. Ainda assim, configuram-se como alternativa de menor custo em relação a volumosos tradicionais, como a silagem de milho, sobretudo em períodos de entressafra.

Além da redução de custos, o aproveitamento desses resíduos contribui para a diminuição do desperdício e dos impactos ambientais, estando alinhado aos princípios da sustentabilidade e da economia circular. Nesse sentido, o uso de resíduos de abacaxi, especialmente na forma de farinha funcional, apresenta potencial para promover sistemas produtivos mais eficientes.

A realização de estudos sobre a utilização desses resíduos na alimentação de bovinos torna-se necessária, considerando a busca por alternativas que reduzam os custos sem comprometer o desempenho produtivo. A transformação desse material em farinha funcional pode ainda favorecer sua conservação, facilitar o manejo e ampliar suas possibilidades de uso.

Assim, o presente estudo tem como objetivo avaliar a viabilidade do uso de resíduos de abacaxi, na forma de farinha funcional, na alimentação de bovinos, analisando seus efeitos sobre parâmetros nutricionais e seu potencial como substituto de volumosos tradicionais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Aproveitamento de resíduos do abacaxizeiro na alimentação de ruminantes

O aproveitamento de resíduos agroindustriais na alimentação de ruminantes tem sido amplamente estudado nos últimos anos, destacando-se os resíduos do abacaxizeiro como alternativa promissora devido ao seu valor nutricional e disponibilidade (SANTOS et al., 2022; OSAFO et al., 2021). Conforme Carvalho et al. (1991), cerca de 22,5% do abacaxizeiro é efetivamente aproveitado correspondendo à fração comestível e destinada à industrialização. Do percentual remanescente, 4,5% referem-se à casca do fruto e 73% à parte vegetativa da planta, composta por folhas, caule e coroa, os quais são classificados como resíduos culturais. Após a colheita, observa-se a geração de elevada quantidade de restos culturais com potencial de utilização na alimentação animal, os quais, em muitos casos, são subaproveitados ou até mesmo descartados em virtude da escassez de informações técnicas sobre sua aplicabilidade (LALLO et al., 2003).

Os subprodutos do cultivo do abacaxi podem ser aproveitados na dieta de ruminantes, principalmente na forma de silagem, representando uma alternativa para diminuir os custos com alimentação.

A silagem produzida a partir de resíduos industriais do abacaxi possui composição nutricional semelhante à da silagem de milho, especialmente quanto ao teor de proteína bruta (PB), que varia entre 6,50% e 7,05%, aproximando-se dos níveis encontrados nesse volumoso tradicional. Assim, esse subproduto pode substituir parcial ou até totalmente a silagem de milho na alimentação de animais em confinamento. Além de seu valor nutritivo, destaca-se o menor custo, por se tratar de um resíduo agroindustrial, ao contrário da silagem de milho, cujo preço costuma aumentar durante a entressafra, período em que também há menor disponibilidade de forragens (PRADO et al., 2003).

No entanto, a composição bromatológica desses resíduos pode variar conforme o tipo de material coletado e o período de utilização (PRADO et al., 2003). Além disso, o alto teor de umidade é um dos principais entraves ao uso de resíduos provenientes da agroindústria de frutas. Embora a desidratação seja tecnicamente possível, seu custo elevado faz com que a ensilagem se apresente como uma alternativa mais viável. Ainda assim, em razão das características próprias do material, a ensilagem convencional pode ocasionar perdas consideráveis durante o processo fermentativo (CUNHA et al., 2009).

De acordo com Marin et al. (2002), além da utilização da planta verde *in natura* na alimentação de ruminantes, os restos culturais do abacaxizeiro podem ser empregados na forma de feno, após dessecação, ou na forma moída, como farinha de abacaxi.

No caso da planta, também é possível produzir farelo, que se destaca pela boa palatabilidade e alta digestibilidade. Esse subproduto possui elevado teor de carboidratos, baixo conteúdo proteico e grande quantidade de fibra bruta, sendo indicado como fonte energética na alimentação de ruminantes. Pesquisas realizadas por Ferreira et al. (2009) e Alves et al. (2016) demonstram que a silagem dos resíduos culturais do abacaxizeiro representa uma alternativa forrageira viável e promissora para a formulação de dietas destinadas a ruminantes.

2.2 Valor nutricional e aplicação dos resíduos de abacaxi na alimentação de ruminantes

A alimentação de ruminantes tem como um de seus principais componentes os alimentos volumosos, cuja composição química e valor nutricional variam conforme espécie forrageira, condições de processamento, armazenamento, clima e estádio de maturação (SILVA, 2014; SANTOS et al., 2022).

Dronawat et al. (1966), em estudo com vacas Holandesas, avaliaram dietas com farelo de abacaxi associado ao feno de abacaxi. Observou-se que o fornecimento limitado de farelo reduziu a disponibilidade de volumoso e comprometeu o teor de gordura do leite. Com a inclusão de feno, o teor de gordura aumentou de 3,2% para 4,3%, evidenciando a importância da fibra na dieta.

Marin et al. (2002) relatam que o resíduo verde do abacaxizeiro em forma de silagem apresenta valor alimentar semelhante ao capim Napier fresco, com 65% a 74% de nutrientes digestíveis totais (NDT). Estudos recentes confirmam o potencial de resíduos de frutas na alimentação de ruminantes, com boa digestibilidade e aproveitamento (OSAFO et al., 2021).

Entre as principais forrageiras utilizadas estão milho, sorgo, milheto e cana-de-açúcar, sendo o milho o mais utilizado devido ao alto valor nutritivo, digestibilidade, rendimento de massa ver-

de e aceitabilidade. Para silagem de qualidade, apresenta teor de matéria seca entre 30% e 35%, pelo menos 3% de carboidratos solúveis e condições favoráveis à fermentação (MORAES et al., 2013; ARAGÃO et al., 2020).

Tabela 1 – Valores médios de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA)

Tabela 1. Valores médios de fibra em detergente neutro (%FDN) e fibra em detergente ácido (%FDA)

Nutrientes	Silagem de restos culturais do abacaxizeiro	Capim Napier	Silagem de milho
FDN, %	59,82	72,27	62,6
FDA, %	25,87	41,89	31,9

Fonte: Possenti et al. (2005) Cunha et al. (2009).

Fonte: Possenti et al. (2005); Cunha et al. (2009).

Embora a silagem de milho seja amplamente utilizada na alimentação de ruminantes, seu custo de produção pode se elevar significativamente em períodos de escassez, especialmente na entressafra. Nesse contexto, a busca por alimentos alternativos torna-se estratégica para sistemas intensivos de produção, contribuindo para a redução dos custos com alimentação, que representam parcela expressiva das despesas operacionais.

Carvalho et al. (1991) avaliaram a influência da época de colheita do abacaxizeiro sobre sua composição bromatológica, por meio de plantios realizados nos meses de abril e outubro. Os resultados indicaram que as folhas devem ser aproveitadas imediatamente após a colheita dos frutos, período em que se observa maior produção de massa foliar associada a teores mais elevados de proteína e menores concentrações de carboidratos insolúveis, como celulose, hemicelulose e lignina. Esses fatores interferem diretamente no valor nutritivo do material e em seu potencial para utilização na alimentação de ruminantes.

Tabela 2 – Valores médios de celulose, hemicelulose e lignina em diferentes épocas de plantio

Tabela 2. Valores médios de celulose, hemicelulose e lignina em diferentes épocas de plantio

Dias após a colheita	Celulose %	Hemicelulose %	Lignina %
	Abril		
0	18,81	14,02	5,60
60	18,51	15,26	5,75
120	21,18	17,13	7,27
	Outubro		
0	14,16	14,40	2,87
60	19,32	17,02	5,59
120	18,33	19,95	7,63

Fonte: Carvalho et al. (1991).

Fonte: Carvalho et al. (1991).

Em relação ao restolho do abacaxizeiro triturado em máquina forrageira e submetido à secagem ao sol por três dias, Pinto et al. (2005) determinaram os seguintes valores de composição bromatológica: 84,12% de matéria seca (MS), 5,95% de proteína bruta (PB), 2,54% de extrato etéreo (EE), 61,06% de fibra em detergente neutro (FDN), 30,15% de fibra em detergente ácido (FDA), 5,05% de matéria mineral (MM), 25,24% de celulose e 2,10% de lignina. Além disso, os autores re-

gistraram energia bruta de 4.193 kcal/kg de matéria seca, indicando potencial energético relevante para utilização na alimentação de ruminantes.

Por sua vez, Silva (2014) observou teores de proteína bruta inferiores aos relatados por Prado et al. (2003) em silagens produzidas com restos culturais do abacaxi cultivar Pérola, independentemente do período de fermentação e do tamanho das partículas. Esses resultados confirmam que a composição nutricional dos resíduos varia conforme o tipo de material coletado e o momento de utilização. No estudo mencionado, o teor máximo de proteína bruta atingiu 5,43% aos 60 dias de fermentação, evidenciando a influência do tempo de ensilagem sobre o valor nutritivo do material.

Tabela 3 – Valores médios, em porcentagem, de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e nutrientes digestíveis totais (NDT) em silagem de restos culturais de abacaxi Pérola

Tabela 3. Valores médios em porcentagem, para matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e nutrientes digestíveis totais (NDT), em silagem de restos culturais de abacaxi perola.

Tratamentos (dias)	MS	PB	NDT
30	18,91	5,27	67,53
60	18,16	5,43	65,80

Fonte: Silva (2014).

Fonte: Silva (2014).

Cunha et al. (2009) avaliaram carneiros alimentados com resíduos de abacaxi nas formas de silagem e feno, com diferentes proporções entre resíduo e volumosos. O consumo de matéria seca (MS) variou de 3,6% a 4,3% do peso vivo (PV) e de 80,5 a 95,83 g por unidade de tamanho metabólico (UTM) nas dietas com silagem, e atingiu 4,6% do PV e 102,9 g/UTM nas dietas com feno, superando os valores observados por Reis et al. (2000) em silagens de maracujá (53,85; 60,46 e 52,72 g/UTM). Não houve efeito sobre o peso final nem sobre a conversão alimentar, embora o T5 tenha apresentado tendência de maior eficiência.

Carvalho et al. (2004), ao substituírem milho e farelo de soja por farelo de cacau (7%, 14% e 21%), observaram ganhos médios diários de 137,86 g, 140,71 g e 101,53 g, inferiores aos relatados por Cunha et al. (2009).

Suksathit et al. (2011), ao utilizarem silagem de resíduo de abacaxi associada ao feno de Pangola (100%; 65% + 35%; 35% + 65%) na proporção volumoso:concentrado de 65:35, observaram aumento na digestibilidade dos nutrientes, sem efeitos negativos sobre a microbiota ruminal.

Santos et al. (2014) verificaram que a silagem de abacaxi (23,60% MS; 73,1% FDN; 6,3% PB; 7,0% lignina; 58,0% NDT) pode substituir a silagem de cana-de-açúcar (25,0% MS; 65,0% FDN; 4,0% PB; 7,0% MM; 8,0% lignina; 55,3% NDT) em níveis de até 100%, sem prejuízos ao consumo, digestibilidade e desempenho.

Rodas et al. (1991) observaram consumo de MS semelhante entre tratamentos em bovinos em terminação, porém melhor desempenho em dietas com maior teor proteico. Rodríguez-Chacón et al. (2014) destacam a necessidade de uso criterioso de aditivos como ureia e melaço.

De modo geral, os resíduos de abacaxi apresentam potencial como alternativa alimentar, permitindo substituição de 20% a 60% da silagem de milho sem prejuízos ao desempenho e à conversão alimentar (LALLO et al., 2003; PRADO et al., 2003).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente trabalho caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa, de natureza bibliográfica e documental. O estudo baseou-se na análise de trabalhos científicos já publicados, abordando o uso de resíduos agroindustriais, com ênfase nos subprodutos do abacaxi, na alimentação de ruminantes.

Os dados utilizados foram obtidos por meio da consulta a artigos, livros, dissertações e teses, que apresentam informações relevantes sobre a composição nutricional, o valor alimentar e a viabilidade de utilização desses resíduos. A seleção das fontes foi realizada com base na relevância científica, atualidade e relação direta com o tema proposto.

A análise das informações ocorreu de forma descritiva e comparativa, buscando compreender os impactos do aproveitamento dos resíduos de abacaxi sob os aspectos nutricional, econômico e ambiental. Dessa forma, o estudo fundamenta-se exclusivamente em dados secundários, não havendo a realização de experimentos ou coleta direta de dados em campo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A utilização da farinha de resíduos de abacaxi na alimentação de ruminantes apresenta-se como uma alternativa viável e benéfica dentro dos sistemas de produção pecuária. Com base nos estudos analisados, observa-se que esse subproduto possui potencial nutricional relevante, além de contribuir para a redução de custos e o melhor aproveitamento de recursos agroindustriais. Dessa forma, sua aplicação pode favorecer tanto o desempenho animal quanto a sustentabilidade da atividade.

4.1 Benefícios

Entre os principais benefícios, destaca-se o valor nutricional dos resíduos de abacaxi, que apresentam teores significativos de fibras e carboidratos, essenciais para o bom funcionamento do rúmen. A presença de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) contribui para a digestibilidade e manutenção da saúde ruminal.

Além disso, estudos demonstram que a inclusão desses resíduos na alimentação não compromete o consumo de matéria seca nem o desempenho dos animais, podendo inclusive melhorar a digestibilidade dos nutrientes quando associada a outros ingredientes da dieta. A versatilidade de utilização — na forma de silagem, feno ou farinha — também amplia sua aplicabilidade nos sistemas produtivos.

Outro ponto positivo é a boa aceitação pelos animais, o que favorece o consumo voluntário e contribui para a eficiência alimentar.

4.2 Malefícios e limitações

Apesar dos benefícios, a utilização da farinha de abacaxi apresenta algumas limitações que devem ser consideradas. O principal fator é o baixo teor de proteína bruta em comparação a outros alimentos, o que torna necessária a suplementação proteica para atender às exigências nutricionais dos animais.

Outro aspecto relevante é a variabilidade na composição nutricional, que pode ocorrer em função do tipo de resíduo utilizado e do processamento industrial. Essa variação pode dificultar a padronização das dietas, exigindo análises bromatológicas prévias.

Além disso, quando utilizado *in natura* ou de forma inadequada, o resíduo apresenta elevado teor de umidade, o que pode comprometer a conservação, favorecer perdas durante a ensilagem e dificultar o armazenamento e transporte.

4.3 Aspectos econômicos e ambientais

Do ponto de vista econômico, a utilização da farinha de resíduos de abacaxi representa uma alternativa de baixo custo, especialmente quando comparada a volumosos tradicionais, como a silagem de milho. Sua adoção pode contribuir significativamente para a redução das despesas com alimentação, que constituem uma das principais parcelas dos custos na pecuária.

Sob a perspectiva ambiental, o aproveitamento desses resíduos está diretamente relacionado aos princípios da sustentabilidade e da economia circular, uma vez que promove a redução do desperdício e a destinação adequada de subprodutos agroindustriais. Dessa forma, além de agregar valor a materiais que seriam descartados, contribui para a diminuição dos impactos ambientais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo analisar o potencial de utilização dos resíduos agroindustriais do abacaxi, especialmente na forma de farinha funcional, na alimentação de ruminantes, com enfoque nos aspectos nutricionais, econômicos e ambientais. Esse objetivo foi alcançado por meio de uma revisão bibliográfica e documental, que permitiu reunir e interpretar dados de diferentes pesquisas já realizadas sobre o tema.

Os resultados evidenciam que os resíduos do abacaxi apresentam características nutricionais compatíveis com a alimentação de ruminantes, destacando-se pelos teores de fibra e carboidratos, que contribuem para o bom funcionamento do rúmen e para a digestibilidade dos nutrientes. Adicionalmente, verificou-se que sua utilização não compromete o desempenho animal, podendo inclusive representar alternativa viável na substituição parcial de volumosos tradicionais, como a silagem de milho.

Do ponto de vista econômico, o uso desses subprodutos mostra-se vantajoso por se tratar de uma matéria-prima de baixo custo e ampla disponibilidade, contribuindo para a redução das despesas com alimentação. Sob a perspectiva ambiental, o aproveitamento dos resíduos do abacaxi está alinhado aos princípios da sustentabilidade e da economia circular, promovendo a redução do desperdício e a destinação adequada de materiais agroindustriais.

Entretanto, o estudo também evidenciou algumas limitações, como a variabilidade na composição nutricional dos resíduos e o baixo teor de proteína bruta, o que pode exigir suplementação adequada nas dietas. Outro ponto relevante é que, por se tratar de uma pesquisa baseada exclusivamente em dados secundários, não foram realizados experimentos práticos que permitissem a validação dos resultados em condições reais de produção.

Dessa forma, sugere-se que pesquisas futuras sejam conduzidas com enfoque experimental, avaliando diferentes níveis de inclusão da farinha de abacaxi na dieta de ruminantes, bem como seus efeitos sobre o desempenho produtivo, a qualidade dos produtos de origem animal e a viabilidade econômica em diferentes sistemas de produção.

A utilização de subprodutos da agroindústria na alimentação de ruminantes configura-se como alternativa viável, desde que sejam considerados aspectos como viabilidade econômica, dis-

ponibilidade ao longo do ano e valor nutricional do material. Além disso, é fundamental que esses resíduos sejam destinados de forma ambientalmente adequada, passando por tratamentos que os enquadrem nos padrões estabelecidos pela legislação vigente, a fim de evitar impactos negativos ao meio ambiente (SILVA, 2014).

Nesse cenário, a silagem de resíduos industriais de abacaxi destaca-se como volumoso com teor proteico considerável, apresentando composição de proteína bruta semelhante à da silagem de milho, variando entre 6,50% e 7,05%. Contudo, esses valores podem sofrer variações em função do tipo de material coletado e do período de utilização, o que reforça a importância da caracterização bromatológica prévia para adequada formulação das dietas (FAGUNDES, 2010; PRADO et al., 2003; SANTOS et al., 2014).

Conclui-se, portanto, que a utilização da farinha de resíduos de abacaxi consolida-se como uma alternativa promissora para a alimentação animal, contribuindo para sistemas produtivos mais eficientes, sustentáveis e economicamente viáveis.

REFERÊNCIAS

ALVES, G. R. et al. Intake and digestibility of silages containing pineapple pulp and coast-cross hay with or without urea and markers recovery in sheep. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 45, n. 4, p. 151-157, 2016.

ARAGÃO, G. M. F. et al. Utilização de resíduos agroindustriais na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 49, e20190234, 2020.

CARVALHO, V. D. et al. Efeito da época de colheita da planta na composição química das folhas do abacaxizeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, n. 10, p. 1655-1661, 1991.

CUNHA, M. G. G. et al. Conservação e utilização do resíduo de abacaxi na alimentação de ovinos no Curimataú Ocidental da Paraíba. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 3, n. 3, p. 55-62, 2009.

DRONAWAT, N. S. et al. Effect of feeding limited roughage and a comparison between loose and pelleted pineapple hay on milk production, milk constituents, and fatty acid composition of milk fat. **Journal of Dairy Science**, v. 49, n. 1, p. 28-31, 1966.

FAGUNDES, N. S.; FAGUNDES, N. S. Restos culturais do abacaxizeiro na alimentação de ruminantes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 7, n. 2, p. 1243-1247, 2010.

FERREIRA, A. C. H. et al. Avaliação nutricional do subproduto da agroindústria de abacaxi como aditivo de silagem de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 2, p. 223-229, 2009.

LALLO, F. H. et al. Substitution levels of corn silage by pineapple by-products on ruminal degradability in beef cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 3, p. 719-726, 2003.

MARIN, C. M. et al. Potencial produtivo e econômico da cultura do abacaxi e o aproveitamento de seus subprodutos na alimentação animal. **Ciências Agrárias e da Saúde**, v. 2, n. 1, p. 79-82, 2002.

MORAES, S. D. et al. Produção e composição química de híbridos de sorgo e de milho para silagem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 14, n. 4, p. 624-634, 2013.

MÜLLER, Z. O. Feeding potential of pineapple waste for cattle. **World Animal Review**, v. 25, n. 1, p. 25-29, 1978.

OSAFO, E. L. K. et al. Ensiling characteristics and nutrient composition of pineapple waste for ruminants. **Tropical Animal Health and Production**, v. 53, p. 1-9, 2021.

PINTO, C. W. C. et al. Desempenho de cordeiros Santa Inês terminados com diferentes fontes de volumosos em confinamento. **Agropecuária Técnica**, v. 26, n. 2, p. 123-128, 2005.

PRADO, I. N. et al. Bulls performance in feedlot with levels of substituting corn silage by pineapple by-products silage. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 3, p. 737-744, 2003.

RODAS, E. V. et al. Utilización del ensilaje de planta de piña (*Ananas comosus*) en la alimentación de bovinos en confinamiento. **Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias**, v. 29, n. 3, p. 111-116, 1991.

RODRIGUES, R. C.; PEIXOTO, R. R. Avaliação de alimentos. XXI. Composição bromatológica, digestibilidade e balanço de nitrogênio de resíduo de indústria de abacaxi ensilado. *In*: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27., 1990, Campinas. **Anais** [...]. Campinas: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1990b. p. 93.

RODRÍGUEZ-CHACÓN, S. et al. Adición de melaza deshidratada y urea en ensilados de rastrojos de piña. **Agronomía Mesoamericana**, v. 25, n. 2, p. 313-321, 2014.

SANTOS, S. C. et al. Utilização da silagem de restos culturais do abacaxizeiro em substituição à silagem de cana-de-açúcar na alimentação de ovinos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 15, n. 4, p. 400-408, 2014.

SANTOS, S. F. et al. Silage of fruit agro-industrial residues for ruminants: a review. **Animals**, v. 12, n. 10, p. 1-15, 2022.

SILVA, M. L. S. **Avaliação nutricional de silagem de restos culturais de abacaxi Pérola**. 2014. 50 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2014.

SUKSATHIT, S.; WACHIRAPAKORN, C.; OPATPATAKAKIT, Y. Effects of levels of ensiled pineapple waste and pangola hay fed as roughage sources on feed intake, nutrient digestibility and ruminal fermentation of Southern Thai native cattle. **Songklanakarin Journal of Science & Technology**, v. 33, n. 3, p. 281-289, 2011.

Os conceitos e as opiniões expressos neste artigo são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

INTERFACE TECNOLÓGICA

TECNOLOGIA EM PRODUÇÃO INDUSTRIAL
Interface Tecnológica · v. 23, n. 1, 2026 · p. 356–365
ISSN on-line 2447-0864 · ISSN impresso 1807-3980
https://doi.org/10.31510/infa.v23i1.2427

APLICAÇÃO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NO VAREJO PARA PROMOVER TRANSPARÊNCIA E RASTREABILIDADE NA CADEIA DE SUPRIMENTOS

Application of artificial intelligence and technological innovations in retail to promote transparency and traceability in the supply chain

Noely Luana Cuestas[1], **Daniela Rodolpho**[2]

AUTORIA

[1] **Noely Luana Cuestas**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
noely.cuestas@fatec.sp.gov.br
ORCID: 0009-0005-7865-4308

[2] **Daniela Rodolpho**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
daniela.rodolpho@fatec.sp.gov.br
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2680-5344

HISTÓRICO

Recebido	27/04/2026
Aceito	04/06/2026
Publicado	30/06/2026

COMO CITAR

CUESTAS, N. L.; RODOLPHO, D. Aplicação de inteligência artificial e inovações tecnológicas no varejo para promover transparência e rastreabilidade na cadeia de suprimentos. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 23, n. 1, p. 356-365, 2026. DOI: 10.31510/infa.v23i1.2427.

LICENÇA

Artigo de acesso aberto distribuído sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

cc BY 4.0

RESUMO

A crescente complexidade das cadeias de suprimentos no varejo tem impulsionado a incorporação de tecnologias digitais como forma de ampliar a transparência e a rastreabilidade dos processos. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo analisar de que maneira a aplicação da inteligência artificial e de inovações tecnológicas contribui para a melhoria da visibilidade e do controle das operações ao longo da cadeia. Para isso, adotou-se uma abordagem qualitativa, de caráter exploratório e descritivo, fundamentada em uma revisão sistemática de literatura conduzida com base no protocolo PRISMA, que possibilitou a seleção, organização e análise crítica de estudos relevantes publicados entre 2020 e 2026. A investigação considerou produções científicas nacionais e internacionais, com foco na integração entre inteligência artificial, internet das coisas e blockchain no contexto varejista. Os resultados indicam que essas tecnologias, quando aplicadas de forma articulada, favorecem o monitoramento em tempo real, a confiabilidade dos dados e a rastreabilidade dos produtos, contribuindo para a tomada de decisão mais assertiva e para a redução de riscos operacionais. Observa-se, contudo, que a efetividade dessas soluções está condicionada a fatores como maturidade tecnológica, capacidade de integração dos sistemas e adaptação organizacional. Em síntese, conclui-se que a transformação digital das cadeias de suprimentos representa um movimento em consolidação, cujos benefícios dependem tanto da adoção tecnológica quanto da forma como essa adoção é conduzida no ambiente organizacional.

Palavras-chave: Transparência. Governança digital. Internet das Coisas (IoT).

ABSTRACT

The increasing complexity of retail supply chains has driven the adoption of digital technologies as a means to enhance transparency and traceability across processes. In this context, this study aimed to analyze how the application of artificial intelligence and technological innovations contributes to improving visibility and operational control throughout the supply chain. To achieve this, a qualitative, exploratory, and descriptive approach was employed, based on a systematic literature review conducted following the PRISMA protocol, which enabled the selection, organization, and critical analysis of relevant studies published between 2020 and 2026. The research included national and international scientific works, focusing on the integration of artificial intelligence, the Internet of Things, and blockchain within the retail context. The findings indicate that, when applied in an integrated

manner, these technologies support real-time monitoring, data reliability, and product traceability, contributing to more informed decision-making and reduced operational risks. However, their effectiveness depends on factors such as technological maturity, system integration capabilities, and organizational adaptation. Overall, digital transformation in supply chains is an ongoing process, whose outcomes rely not only on technological adoption but also on how it is implemented within organizations.

Keywords: Transparency. Digital governance. Internet of Things (IoT).

1 INTRODUÇÃO

A intensificação dos fluxos globais de produção e consumo reconfigurou profundamente as cadeias de suprimentos, especialmente no varejo, onde a proximidade com o consumidor amplia tanto oportunidades quanto vulnerabilidades. Oliveira e Martins (2023) apontam que a transformação digital implica não apenas adoção tecnológica, mas uma mudança na governança e na lógica decisória, marcada pela integração de dados e pela descentralização informacional. Essa perspectiva articula-se à noção de governança digital e à necessidade de decisões em tempo real, conforme Mendes e Ribeiro (2023). Nesse cenário, a inteligência artificial assume protagonismo ao permitir análise de grandes volumes de dados e previsão de demandas, contribuindo para ganhos operacionais e maior eficiência logística (SCHUH et al., 2024).

A articulação entre inteligência artificial e *blockchain* tem sido destacada como particularmente relevante para a promoção da rastreabilidade, uma vez que possibilita registros seguros e imutáveis, ampliando a confiança entre os agentes da cadeia (BECKER; SCHMITZ, 2020). Essa integração também favorece a identificação de riscos e inconsistências, com aplicações relevantes em setores como o alimentício, onde a verificação da origem dos produtos é decisiva (XU et al., 2020). Apesar dessas potencialidades, Silva, Almeida e Costa (2023) dissertam que a implementação dessas tecnologias enfrenta barreiras relacionadas à integração de sistemas, custos e resistência organizacional, o que pode limitar seus resultados. Paralelamente, a crescente demanda por transparência e práticas sustentáveis tem ampliado a pressão por mecanismos confiáveis de rastreabilidade, posicionando as tecnologias digitais como instrumentos de legitimação e construção de confiança junto aos *stakeholders*, desde que sustentadas por dados confiáveis e governança adequada (GUSMÃO; VIANA, 2024).

A problemática que se delineia, portanto, reside na tensão entre o potencial transformador das tecnologias emergentes e as limitações práticas de sua implementação no contexto do varejo. Embora existam evidências de que a inteligência artificial e outras inovações possam promover ganhos significativos em transparência e rastreabilidade, sua adoção ainda se mostra desigual e, em muitos casos, incipiente. Isso levanta questionamentos relevantes sobre os fatores que condicionam esse processo e sobre as estratégias mais adequadas para sua efetivação.

Diante desse quadro, o propósito deste estudo consiste em analisar a aplicação da inteligência artificial e de inovações tecnológicas no varejo, com foco em sua contribuição para a promoção da transparência e da rastreabilidade na cadeia de suprimentos. Busca-se, de maneira articulada, compreender como essas tecnologias têm sido empregadas, identificar os principais desafios associados à sua implementação e avaliar seus impactos sobre a gestão e o desempenho das cadeias. No desdobramento desse objetivo, procura-se examinar as principais tecnologias utilizadas no contexto da cadeia de suprimentos varejista, analisar os fatores críticos de sucesso e barreiras à sua adoção e, por fim, discutir as implicações dessas inovações para a governança e a sustentabilidade das operações.

A relevância desta investigação se justifica em múltiplos níveis. Do ponto de vista teórico, contribui para o aprofundamento do debate sobre transformação digital em cadeias de suprimentos, ao integrar diferentes abordagens e evidências empíricas em uma análise sistematizada. No plano prático, oferece subsídios para a tomada de decisão por parte de gestores e formuladores de políticas, ao identificar caminhos possíveis para a implementação eficaz de tecnologias emergentes. Já no âmbito social, a promoção de maior transparência e rastreabilidade pode favorecer práticas mais responsáveis e sustentáveis, alinhadas às demandas contemporâneas por ética e responsabilidade corporativa. Em um contexto marcado por crises de confiança e por episódios recorrentes de fraude e irregularidades, a capacidade de rastrear e verificar informações ao longo da cadeia torna-se um diferencial competitivo e, ao mesmo tempo, um imperativo moral (VISCIANO; SCHIRONE, 2021).

2 TRANSFORMAÇÃO DIGITAL E APLICAÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA CADEIA DE SUPRIMENTOS DO VAREJO

A reconfiguração das cadeias de suprimentos no varejo, sob o prisma da digitalização, desloca o eixo analítico de estruturas lineares para arquiteturas informacionais distribuídas, nas quais o fluxo de dados passa a anteceder o fluxo físico de mercadorias. Esse deslocamento não se limita à introdução de tecnologias, mas implica uma inflexão ontológica no modo como as organizações concebem controle, previsibilidade e coordenação. A cadeia deixa de ser interpretada como sequência operacional e passa a ser concebida como rede de decisões interdependentes mediadas por dados. Tal inflexão encontra respaldo na ideia de Oliveira e Martins (2023) que afirmam que a transformação digital não substitui processos existentes, mas redefine suas bases cognitivas, alterando o próprio estatuto da informação no interior da gestão logística.

A adaptação organizacional, evocada nesse contexto, remete diretamente à incorporação da inteligência artificial como instrumento de mediação entre dados e decisão, operando não apenas como ferramenta analítica, mas como agente ativo na construção de cenários prospectivos. Sua atuação na previsão de demanda desloca o planejamento de uma lógica reativa para uma lógica preditiva, na qual padrões históricos são reconfigurados por meio de aprendizado contínuo. Tal reconfiguração, entretanto, não elimina a incerteza; antes, a redistribui em novas camadas de complexidade algorítmica, exigindo revisão dos critérios de confiabilidade e interpretabilidade dos modelos utilizados (SCHUH et al., 2024).

> A utilização de inteligência artificial no processo de compras permite a análise de grandes volumes de dados históricos e em tempo real, possibilitando decisões mais assertivas quanto à seleção de fornecedores, negociação de preços e previsão de necessidades futuras. Contudo, essa automação não elimina a necessidade de supervisão humana, especialmente em situações que demandam julgamento qualitativo ou interpretação contextual dos dados (SOUZA et al., 2026, p. 7).

A interpretação contextual humana permanece como um elemento essencial e irredutível, estabelecendo os limites da automação e impulsionando a integração de tecnologias como a Internet das Coisas e o *machine learning*. Segundo Souza e Lima (2023), essa malha informacional redefine a eficiência operacional, embora enfrente desafios críticos de interoperabilidade e exija reconfigurações profundas nos modelos de gestão e na cultura organizacional para alinhar as capacidades tecnológicas às estruturas institucionais.

Por outro lado, a digitalização é um processo heterogêneo e contingencial, marcado por assimetrias e barreiras que resultam em uma adoção fragmentada das inovações. Conforme apontado por Silva, Almeida e Costa (2023), essa fragmentação gera zonas de opacidade que limitam os ganhos tecnológicos. Nesse cenário, Almeida e Torres (2024) argumentam que a transformação digital não é um estado final, mas uma construção dialética permanente, onde a inteligência artificial atua como vetor de reorganização das cadeias de suprimentos e de seus critérios de inteligibilidade.

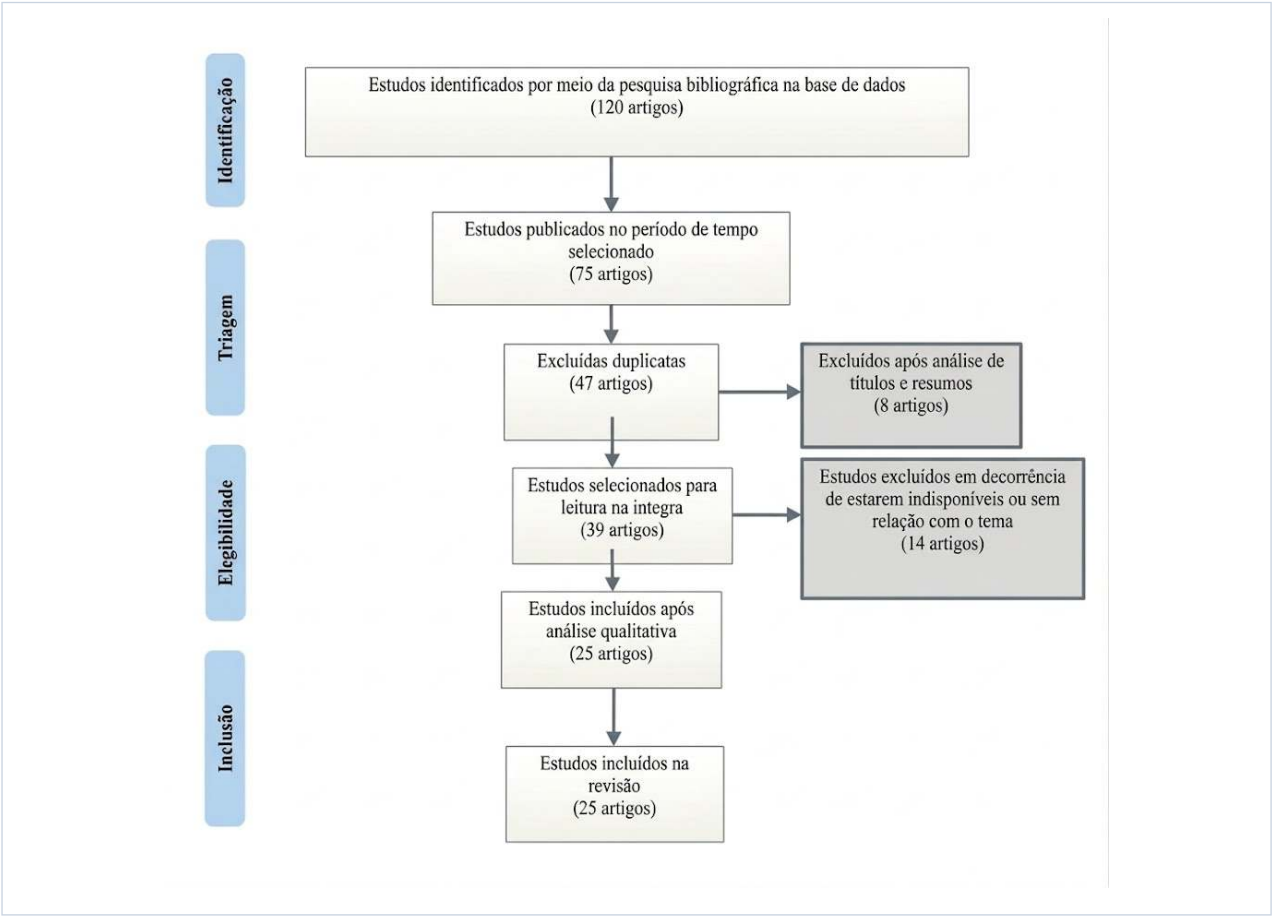
A transparência nas cadeias de suprimentos evoluiu de uma norma teórica para uma propriedade operacional e relacional, em que a rastreabilidade atua como mediadora da confiança entre os agentes, especialmente no varejo. Segundo Gusmão e Viana (2024), esse deslocamento exige uma governança que legitime os dados perante o consumidor final. Nesse contexto, Becker e Schmitz (2020) destacam que o *blockchain* reconfigura essa confiança ao introduzir a descentralização e a imutabilidade, embora alertem que a transparência absoluta permanece tensionada pela dependência da integridade dos dados inseridos na origem.

Para assegurar essa confiabilidade, a integração entre a Internet das Coisas e a inteligência artificial permite o monitoramento contínuo e a validação de registros em tempo real, deslocando o controle da verificação posterior para a identificação dinâmica de anomalias (FERNANDES; CARVALHO, 2023). Essa capacidade transforma a rastreabilidade em uma ferramenta prospectiva de gestão de riscos e segurança (XU et al., 2020), convertendo a visibilidade dos processos em um instrumento de governança e sustentabilidade que atende às demandas por responsabilidade corporativa e conformidade socioambiental (VISCIANO; SCHIRONE, 2021).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta investigação consiste em uma revisão sistemática de literatura fundamentada no protocolo PRISMA, adotando uma abordagem qualitativa, exploratória e descritiva para garantir rigor metodológico e reprodutibilidade. O estudo analisou criticamente a produção científica entre 2020 e 2026 sobre a aplicação de inteligência artificial, *blockchain* e Internet das Coisas na cadeia de suprimentos do varejo, com foco em transparência e rastreabilidade. Para a composição do corpus analítico, foram realizadas buscas em bases de dados nacionais e internacionais utilizando descritores em português e inglês integrados por operadores booleanos, seguidas de uma triagem rigorosa baseada em critérios de inclusão e exclusão para mitigar vieses de seleção e assegurar a atualidade das evidências que pode ser observado na Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma de pesquisa



Fonte: Elaborado pelas autoras (2026).

Conforme ilustrado no fluxograma apresentado, a etapa de identificação resultou inicialmente em 120 estudos, obtidos por meio da busca bibliográfica nas bases de dados selecionadas. Em seguida, aplicou-se um recorte temporal, reduzindo o conjunto para 75 estudos potencialmente relevantes. Na fase de triagem, procedeu-se à exclusão de 47 registros duplicados, assegurando a unicidade das produções analisadas. Posteriormente, realizou-se a leitura dos títulos e resumos, o que levou à exclusão de 8 estudos que não apresentavam aderência ao escopo temático da pesquisa. Essa filtragem inicial permitiu a delimitação de um conjunto mais consistente de trabalhos para análise aprofundada.

Na etapa de elegibilidade, os estudos selecionados foram submetidos à leitura na íntegra, com base em critérios previamente definidos, tais como pertinência temática, clareza metodológica e contribuição teórica para o campo investigado. Nessa fase, 14 estudos foram excluídos por indisponibilidade de acesso ao texto completo ou por não estabelecerem relação direta com o problema investigado. Ao final desse processo, 25 artigos foram considerados aptos para compor o corpus da revisão, sendo submetidos à análise qualitativa. A etapa de inclusão consolidou, portanto, o conjunto final de estudos que fundamentam a discussão teórica desta pesquisa.

A análise dos dados foi conduzida por meio de leitura analítica e interpretativa, buscando identificar convergências, divergências e lacunas na literatura. Os estudos foram examinados à luz de categorias temáticas relacionadas à transformação digital, aplicação da inteligência artificial, transparência e rastreabilidade na cadeia de suprimentos. Esse procedimento permitiu não apenas a sistematização do conhecimento existente, mas também a construção de uma interpreta-

ção crítica sobre o estado da arte do tema, evidenciando tendências, desafios e possibilidades. Dessa forma, a utilização do protocolo PRISMA conferiu robustez ao percurso metodológico, assegurando consistência, clareza e rigor científico à condução da revisão sistemática.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A revisão sistemática resultou na seleção final de 25 estudos, os quais foram analisados quanto às suas contribuições teóricas, metodológicas e empíricas para a compreensão da aplicação da inteligência artificial e de inovações tecnológicas na promoção da transparência e rastreabilidade na cadeia de suprimentos do varejo. O Quadro 1 apresenta a síntese dos estudos incluídos, contemplando autoria, ano e foco principal.

Quadro 1 – Síntese dos estudos analisados

Nº	Autor(es)	Título	Ano	Periódico	Metodologia	Objetivo do estudo
1	Almeida; Torres	Estratégias adaptativas para transformação digital em cadeia de suprimentos varejista	2024	Revista Brasileira de Inovação e Tecnologia	Qualitativa / Revisão de literatura	Analisar estratégias adaptativas na transformação digital
2	Anwar *et al.*	Product Traceability and Supply Chain Sustainability	2023	Sustainability	Estudo de caso	Investigar rastreabilidade e sustentabilidade
3	Becker; Schmitz	Blockchain and Supply Chain Transparency	2020	International Journal of Retail & Distribution Management	Revisão de literatura teórica	Examinar blockchain na transparência
4	Calixto; Corrêa; Oliveira	Empregabilidade da IA na automação logística	2022	Episteme Transversalis	Qualitativa	Analisar uso da IA na logística
5	Fernandes; Carvalho	Monitoramento com IA e Blockchain	2023	Jornal de Análise da Cadeia de Suprimentos	Estudo aplicado	Avaliar monitoramento em tempo real
6	Gusmão; Viana	Compras sustentáveis na Era 4.0	2024	Interference Journal	Revisão de literatura	Analisar tecnologia e ESG
7	Hassoun *et al.*	Food Processing 4.0	2023	Food Control	Revisão de literatura	Examinar impactos da Indústria 4.0
8	Khan; Byun; Park	IoT-Blockchain Enabled System	2020	Sensors	Experimental	Desenvolver sistema de rastreabilidade
9	Khanna *et al.*	Blockchain in Dairy Industry	2022	Foods	Estudo de caso	Avaliar rastreabilidade no setor lácteo
10	Mendes; Ribeiro	Governança digital	2023	Revista de Gestão e Tecnologia	Teórica	Discutir governança digital
11	Morais; Morais	Gestão de cadeias	2024	Revista FSA	Revisão de literatura	Analisar gestão de cadeias
12	Müller; Silveiras	IA na logística empresarial	2023	InterCiência-IMES	Revisão de literatura	Avaliar impactos da IA
13	Oliveira; Martins	Transformação digital	2023	Revista de Operações	Revisão de literatura	Identificar fatores críticos
14	Poleto Filho; Francisco	IoT em farmácias	2023	Revista Foco	Estudo aplicado	Analisar IoT na logística
15	Qian *et al.*	Traceability in food processing	2020	Critical Reviews in Food Science	Revisão de literatura	Revisar métodos de rastreabilidade
16	Rustice *et al.*	IA na otimização logística	2024	Observatório Economia	Quantitativa	Aplicar IA em processos logísticos
17	Schuh *et al.*	Machine Learning no varejo	2024	Revista Contemporânea	Quantitativa	Prever demanda
18	Silva; Almeida; Costa	Tecnologias emergentes no varejo	2023	Rev. Bras. Gestão e Inovação	Qualitativa	Analisar desafios tecnológicos
19	Soares Júnior *et al.*	Indústria 4.0 e segurança	2021	Núcleo do Conhecimento	Revisão de literatura	Aplicar tecnologias 4.0
20	Souza *et al.*	IA no processo de compras	2026	Rev. Gestão e Tecnologia	Exploratório	Analisar IA em compras
21	Souza; Lima	IoT, Blockchain e IA	2023	Rev. Tecnologia e Logística	Revisão de literatura	Integrar tecnologias
22	Violino *et al.*	IA na rastreabilidade de azeite	2020	Foods	Experimental	Aplicar IA na origem do produto
23	Visciano; Schirone	Food frauds	2021	Trends in Food Science	Revisão de literatura	Analisar fraudes alimentares
24	Xu *et al.*	Blockchain for agri-foods	2020	Artificial Intelligence Agriculture	Revisão de literatura	Avaliar blockchain

Nº	Autor(es)	Título	Ano	Periódico	Metodologia	Objetivo do estudo
25	Yang *et al.*	Blockchain e IA em embalagens	2024	Food Packaging	Revisão de literatura	Combater fraudes

Fonte: Elaborado pelas autoras (2026).

A análise dos estudos evidencia que a transformação digital nas cadeias de suprimentos varejistas não se limita à adoção de tecnologias isoladas, mas implica uma reconfiguração estrutural orientada por dados, na qual a inteligência artificial assume papel central na automação decisória e na antecipação de demandas, conforme discutido por Oliveira e Martins (2023) e aprofundado por Schuh et al. (2024). Essa capacidade preditiva é ampliada quando associada à automação de processos logísticos e de compras, como demonstrado por Souza et al. (2026) e Calixto, Corrêa e Oliveira (2022), indicando um deslocamento progressivo da intervenção humana direta para sistemas inteligentes de suporte à decisão.

Esse deslocamento, entretanto, não ocorre de forma homogênea, sendo atravessado por desafios estruturais e organizacionais que limitam a efetividade da transformação digital. Estudos como os de Silva, Almeida e Costa (2023) e Mendes e Ribeiro (2023) apontam que a integração tecnológica depende de maturidade organizacional e de estruturas de governança capazes de sustentar fluxos informacionais complexos. Tal limitação é parcialmente mitigada por estratégias adaptativas, conforme sugerem Almeida e Torres (2024), e pela incorporação de tecnologias complementares, como *IoT* e sistemas inteligentes, discutidas por Souza e Lima (2023) e Poleto Filho e Francisco (2023).

No que se refere à transparência e à rastreabilidade, os resultados indicam que o *blockchain* se consolida como uma das principais tecnologias habilitadoras, ao permitir registros imutáveis e auditáveis ao longo da cadeia, conforme evidenciado por Becker e Schmitz (2020) e Xu et al. (2020). Essa capacidade é reforçada pela integração com inteligência artificial e sensores conectados, como demonstrado por Fernandes e Carvalho (2023) e Khan, Byun e Park (2020), ampliando o monitoramento em tempo real e a validação de dados.

A aplicação dessas tecnologias em setores sensíveis, como o alimentício, revela impactos significativos na segurança e na autenticidade dos produtos, conforme discutido por Qian et al. (2020), Khanna et al. (2022) e Hassoun et al. (2023). A rastreabilidade, nesse contexto, assume caráter preventivo, contribuindo para a mitigação de fraudes e irregularidades, como evidenciado por Visciano e Schirone (2021) e Yang et al. (2024). Abordagens baseadas em inteligência artificial, como as apresentadas por Violino et al. (2020) e Rustice et al. (2024), ampliam essa capacidade ao incorporar análise preditiva e identificação de padrões anômalos.

No plano da sustentabilidade e governança, observa-se que a transparência digital se articula diretamente às práticas ESG (*Environmental, Social and Governance*), conforme discutido por Gusmão e Viana (2024) e Anwar et al. (2023), permitindo maior visibilidade das práticas produtivas e facilitando a conformidade com padrões ambientais e sociais. Estudos como os de Soares Júnior et al. (2021) e Müller e Silveiras (2023) reforçam que a incorporação de tecnologias da Indústria 4.0 contribui para a modernização dos processos e para a construção de cadeias mais resilientes e responsáveis. Por fim, análises mais amplas sobre gestão e estrutura das cadeias, como as de Morais e Morais (2024), indicam que a adoção dessas tecnologias redefine não apenas os processos operacionais, mas também os modelos de gestão, consolidando a transparência e a rastreabilidade como elementos estruturantes da competitividade no varejo contemporâneo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em vista do exposto, verifica-se que o objetivo proposto foi alcançado ao evidenciar, de forma consistente, como a aplicação da inteligência artificial associada a outras inovações tecnológicas pode promover maior transparência e rastreabilidade na cadeia de suprimentos do varejo. A análise dos estudos permitiu compreender que a integração entre diferentes tecnologias, quando orientada por estruturas adequadas de governança e por estratégias organizacionais adaptativas, contribui para ampliar a visibilidade dos processos e a confiabilidade das informações ao longo da cadeia. Nesse sentido, a questão de pesquisa foi respondida ao demonstrar que tais avanços não decorrem apenas da adoção tecnológica em si, mas da forma como esses recursos são articulados e incorporados às práticas de gestão.

Verifica-se que a efetividade dessa integração depende de condições específicas, como maturidade digital, alinhamento institucional e superação de barreiras estruturais. Observa-se, portanto, que os benefícios identificados coexistem com limitações relevantes, especialmente no que se refere à heterogeneidade dos contextos organizacionais e às dificuldades de implementação em larga escala. Diante disso, reconhece-se como limitação desta pesquisa o recorte bibliográfico adotado, que, embora criterioso, não esgota a complexidade do tema. Abre-se, assim, espaço para investigações futuras que aprofundem análises empíricas e explorem, com maior granularidade, os impactos dessas tecnologias em contextos específicos do varejo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. S.; TORRES, F. M. Estratégias adaptativas para transformação digital em cadeia de suprimentos varejista. **Revista Brasileira de Inovação e Tecnologia**, v. 18, n. 1, p. 22-38, 2024.

ANWAR, S. et al. Product traceability and supply chain sustainability of black soybeans as raw materials for soy sauce in maintaining quality and sustainability. **Sustainability**, v. 15, 13453, 2023.

BECKER, S.; SCHMITZ, B. Blockchain and supply chain transparency: opportunities and challenges for retail. **International Journal of Retail & Distribution Management**, v. 48, n. 7, p. 693-711, 2020.

CALIXTO, J. M. T.; CORRÊA, M. S.; OLIVEIRA, M. A. A empregabilidade da inteligência artificial na automação do setor logístico para controle de carga. **Episteme Transversalis**, [*S. l.*], v. 13, n. 2, set. 2022.

FERNANDES, L. M.; CARVALHO, D. S. Monitoramento em tempo real e validação de dados na cadeia de suprimentos utilizando IA e blockchain. **Jornal de Análise da Cadeia de Suprimentos**, v. 8, n. 1, p. 33-50, 2023.

GUSMÃO, S. T.; VIANA, F. L. E. Compras sustentáveis na Era 4.0: como a tecnologia pode apoiar práticas ESG na cadeia de suprimentos. **Interference Journal**, [*S. l.*], v. 3, n. 1, p. 92-93, 2024.

HASSOUN, A. et al. Food processing 4.0: current and future developments spurred by the fourth industrial revolution. **Food Control**, v. 145, 109507, mar. 2023.

KHAN, P. W.; BYUN, Y.-C.; PARK, N. IoT-blockchain enabled optimized provenance system for food industry 4.0 using advanced deep learning. **Sensors**, v. 20, n. 10, 2990, 25 maio 2020.

KHANNA, A. et al. Blockchain-enabled supply chain platform for Indian dairy industry: safety and traceability. **Foods**, v. 11, n. 17, 2716, 5 set. 2022.

MENDES, A. C.; RIBEIRO, P. L. Governança digital e escalada tecnológica na cadeia de suprimentos. **Revista de Gestão e Tecnologia**, v. 12, n. 3, p. 101-115, 2023.

MORAIS, M.; MORAIS, G. Os impactos da Indústria 4.0 e da inteligência artificial nas atividades logísticas empresariais. **Revista FSA**, v. 21, n. 1, 2024.

MÜLLER, W.; SILVEIRAS, R. A evolução e a regulamentação da inteligência artificial no Brasil: uma perspectiva histórica e conceitual. **Revista InterCiência-IMES Catanduva**, v. 1, n. 11, p. 2-10, jul. 2023.

OLIVEIRA, T.; MARTINS, M. F. Transformação digital na gestão da cadeia de suprimentos: estrutura e fatores críticos de sucesso. **Revista de Operações e Gestão da Cadeia de Suprimentos**, v. 16, n. 1, p. 45-60, 2023.

POLETO FILHO, O.; FRANCISCO, E. R. Controle de medicamentos em farmácias hospitalares com Internet das Coisas. **Revista Foco**, v. 16, n. 3, e1355, 2023.

QIAN, J. et al. Traceability in food processing: problems, methods, and performance evaluations – a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 62, n. 3, p. 1-14, 4 out. 2020.

RUSTICE, L. et al. Aplicação de técnicas de inteligência artificial na otimização de processos logísticos. **Observatorio de la Economía Latinoamericana**, v. 22, n. 5, e4460, 2024.

SCHUH, L. F. et al. Aplicação de *machine learning* na previsão de demandas no *e-commerce* e varejo. **Revista Contemporânea**, [*S. l.*], v. 4, n. 4, p. 6545-6563, 2024.

SILVA, J. R. M.; ALMEIDA, M. F.; COSTA, L. P. Implementação de tecnologias emergentes na cadeia de suprimentos do varejo: desafios e oportunidades. **Revista Brasileira de Gestão e Inovação**, v. 15, n. 2, p. 45-62, 2023.

SOARES JÚNIOR, G. G. et al. Tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 aplicadas para melhoria da segurança do trabalho na construção civil. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 16, n. 8, p. 119-138, 2021.

SOUZA, J. P. et al. A utilização de inteligência artificial no processo de compras: um estudo exploratório. **Revista do Encontro de Gestão e Tecnologia**, v. 3, n. 2, e321613, 2026.

SOUZA, R. A.; LIMA, F. P. Aplicações de IoT, blockchain e IA na otimização da cadeia de suprimentos: um estudo integrado. **Revista de Tecnologia e Inovação em Logística**, v. 10, n. 2, p. 78-95, 2023.

VIOLINO, S. et al. An artificial intelligence approach for Italian EVOO origin traceability through an open source IoT spectrometer. **Foods**, v. 9, n. 6, 834, 25 jun. 2020.

VISCIANO, P.; SCHIRONE, M. Food frauds: global incidents and misleading situations. **Trends in Food Science & Technology**, v. 114, p. 424-442, ago. 2021.

XU, J. et al. Blockchain: a new safeguard for agri-foods. **Artificial Intelligence in Agriculture**, v. 4, p. 153-161, 2020.

YANG, Y. et al. Exploring blockchain and artificial intelligence in intelligent packaging to combat food fraud: a comprehensive review. **Food Packaging and Shelf Life**, v. 43, 101287, 1 jun. 2024.

Os conceitos e as opiniões expressos neste artigo são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

INTERFACE TECNOLÓGICA

TECNOLOGIA EM PRODUÇÃO INDUSTRIAL
Interface Tecnológica · v. 23, n. 1, 2026 · p. 366–373
ISSN on-line 2447-0864 · ISSN impresso 1807-3980
https://doi.org/10.31510/infa.v23i1.2466

IMPACTO DA QUALIDADE NO AUMENTO DA PRODUTIVIDADE E SATISFAÇÃO DO CLIENTE: uma análise crítica no setor de alimentos e bebidas

Impact of quality on productivity growth and customer satisfaction: a critical analysis in the food and beverage sector

Edvania Oliveira[1], **Diego José Casagrande**[2]

AUTORIA

[1] **Edvania Oliveira**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
edvaniaoliveira0037@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0001-4794-8734

[2] **Diego José Casagrande**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
diego.casagrande@fatectq.edu.br
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0606-2136

HISTÓRICO

Recebido	27/04/2026
Aceito	04/06/2026
Publicado	30/06/2026

COMO CITAR

OLIVEIRA, E.; CASAGRANDE, D. J. Impacto da qualidade no aumento da produtividade e satisfação do cliente: uma análise crítica no setor de alimentos e bebidas. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 23, n. 1, p. 366-373, 2026. DOI: 10.31510/infa.v23i1.2466.

LICENÇA

Artigo de acesso aberto distribuído sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

cc BY 4.0

RESUMO

A qualidade é reconhecida como um dos principais vetores de competitividade no setor industrial contemporâneo, especialmente na indústria de alimentos e bebidas, que ocupa posição estratégica na economia brasileira. O presente artigo analisa criticamente como a adoção de práticas de gestão da qualidade, em especial a norma ISO 9001 e a Gestão da Qualidade Total (TQM), impacta a produtividade operacional e a satisfação dos clientes nesse setor. A pesquisa é de natureza qualitativa e descritiva, realizada por meio de revisão bibliográfica com análise crítica de publicações científicas e institucionais do período de 2013 a 2024. Os resultados evidenciam que a implementação estruturada de sistemas de gestão da qualidade promove a redução de não conformidades, eleva a eficiência dos processos e fortalece a percepção de valor pelo consumidor. Conclui-se que qualidade, produtividade e satisfação do cliente são dimensões interdependentes, e que sua gestão integrada constitui diferencial competitivo sustentável para as organizações do setor alimentício.

Palavras-chave: Gestão da qualidade. ISO 9001. TQM. Produtividade. Satisfação do cliente.

ABSTRACT

Quality is recognized as one of the main drivers of competitiveness in the contemporary industrial sector, especially in the food and beverage industry, which holds a strategic position in the Brazilian economy. This article critically analyzes how the adoption of quality management practices, particularly the ISO 9001 standard and Total Quality Management (TQM), impacts operational productivity and customer satisfaction in this sector. The research is qualitative and descriptive, conducted through a bibliographic review with critical analysis of scientific and institutional publications from 2013 to 2024. The results show that the structured implementation of quality management systems reduces non-conformities and rework, raises production efficiency and strengthens consumer value perception. It is concluded that quality, productivity and customer satisfaction are interdependent dimensions, and their integrated management constitutes a sustainable competitive advantage for food sector organizations.

Keywords: Quality management. ISO 9001. TQM. Productivity. Customer satisfaction.

1 INTRODUÇÃO

A indústria brasileira de alimentos e bebidas é um dos pilares da economia nacional. Segundo a Associação Brasileira da Indústria de Alimentos (2022), o setor faturou aproximadamente R$ 1,07 trilhão em 2022, representando 10,8% do Produto Interno Bruto e empregando 1,8 milhão de trabalhadores formalizados. O Brasil ocupa a segunda posição no ranking de exportadores de alimentos industrializados do mundo, o que impõe exigências crescentes em qualidade e conformidade a toda a cadeia produtiva.

Nesse ambiente de intensa disputa, a qualidade deixou de ser um diferencial esporádico e passou a funcionar como requisito de sobrevivência no mercado. Parte dos gestores ainda têm a percepção de que investir em qualidade compromete prazos e eleva custos de produção. Por outro lado, Paladini (2012) e Toledo et al. (2013) demonstram de forma consistente que sistemas de gestão da qualidade bem conduzidos eliminam retrabalhos, reduzem desperdícios e ampliam a eficiência produtiva, revertendo por completo essa lógica equivocada.

No setor de alimentos, a qualidade carrega ainda uma dimensão de saúde pública que outras indústrias não enfrentam da mesma forma. Um único lote contaminado pode gerar recalls, processos judiciais e danos à reputação que levam anos para ser reparados. Diante disso, ferramentas como a norma ABNT NBR ISO 9001:2015 e a filosofia TQM (*Total Quality Management*) passaram a ser referências indispensáveis para qualquer empresa que pretenda crescer de forma estruturada nesse segmento.

Este artigo tem por objetivo analisar criticamente como a adoção dessas abordagens impacta a produtividade operacional e a satisfação dos clientes na indústria de alimentos e bebidas. A pesquisa justifica-se pela relevância do tema tanto para gestores do setor quanto para estudantes de gestão de negócios do agronegócio, público diretamente atendido pelo curso de Tecnologia em Gestão de Negócios da Fatec Taquaritinga. O trabalho está organizado em: referencial teórico, metodologia, resultados e discussão, e considerações finais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Conceito e evolução da qualidade

A noção de qualidade existe desde que o ser humano começou a produzir bens para troca. Na produção artesanal, o próprio artesão era responsável por garantir que seu trabalho atendesse às expectativas do comprador, um controle intuitivo, pessoal e direto (MAXIMIANO, 2010). Com a industrialização, esse processo tornou-se mais complexo e passou a exigir métodos sistemáticos, dando origem ao que atualmente se denomina gestão da qualidade.

O marco moderno do tema é situado no Japão do pós-guerra, quando as teorias de Walter Shewhart e W. Edwards Deming foram adotadas como base para reconstruir a indústria destruída pelo conflito (DEMING, 1990). A iniciativa transformou o país em referência mundial em gestão da qualidade em poucas décadas. No Brasil, o movimento ganhou força nos anos 1990 com o Código de Defesa do Consumidor e o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade (PBQP), que pressionaram as empresas nacionais a buscar certificações internacionais como condição de acesso a novos mercados (TOLEDO et al., 2013).

Para Paladini (2012), qualidade é um conceito dinâmico, que muda conforme o contexto social, econômico e tecnológico em que a organização opera. Essa perspectiva é fundamental para

compreender por que a gestão da qualidade evoluiu de um controle de defeitos no produto final para uma filosofia de melhoria contínua que permeia todos os processos organizacionais.

2.2 ISO 9001 e TQM: abordagens complementares

A norma ABNT NBR ISO 9001:2015 é o padrão internacional mais utilizado para certificação de sistemas de gestão da qualidade (SGQ). Sua versão atual organiza-se em torno de sete princípios: foco no cliente, liderança, engajamento das pessoas, abordagem por processos, melhoria contínua, decisão baseada em evidências e gestão de relacionamentos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015). A norma é aplicável a organizações de qualquer porte ou setor, o que explica sua enorme difusão global.

O TQM (*Total Quality Management*), por sua vez, não é uma norma, é uma filosofia de gestão que busca envolver toda a organização em um compromisso coletivo com a qualidade. Gouvêa e Malizia (2022) explicam que o TQM pressupõe que a qualidade não pode ser confinada a um setor ou departamento: ela precisa estar presente nas relações com fornecedores, na cultura dos colaboradores e no modo como a liderança toma decisões. Deming (1990) sintetizou bem esse ponto ao afirmar que a má qualidade custa mais do que a boa, porque gera retrabalho, perda de clientes e desperdício de recursos que nem sempre aparecem nas planilhas de custo.

As duas abordagens se complementam de maneira natural. A ISO 9001 oferece a estrutura: processos documentados, auditorias periódicas, critérios mensuráveis. O TQM oferece a cultura: o comprometimento das pessoas, a mentalidade de melhoria contínua, o foco genuíno no cliente. Empresas que adotam as duas juntas tendem a obter resultados mais duradouros do que aquelas que apostam em apenas uma delas, conforme será demonstrado na análise das fontes levantadas neste estudo.

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa é de natureza qualitativa e descritiva, conduzida por meio de revisão bibliográfica com análise crítica das fontes. Severino (2018, p. 122) define esse método como o levantamento e análise do que já foi produzido sobre determinado tema, sendo especialmente adequado para consolidar o estado do conhecimento em áreas ainda em desenvolvimento. A escolha se justifica pelo caráter abrangente do objeto de estudo, que atravessa múltiplos contextos dentro da indústria alimentícia.

O levantamento foi realizado em bases como SciELO, Google Acadêmico, Periódicos CAPES e ResearchGate, além de publicações da ABNT e de organismos de certificação como o BSI Group. Os descritores utilizados foram: gestão da qualidade, ISO 9001, TQM, produtividade industrial, satisfação do cliente e indústria de alimentos. O recorte temporal priorizou publicações entre 2013 e 2024, com inclusão de obras clássicas de Paladini (2012), Toledo et al. (2013) e Deming (1990), cujas contribuições são referências consolidadas no campo.

A análise das fontes foi conduzida de forma comparativa, buscando identificar convergências e divergências entre perspectivas teóricas e dados empíricos. A revisão bibliográfica permite sintetizar um conjunto amplo de evidências e produzir conclusões com alcance mais abrangente do que seria possível a partir de um único estudo de caso. Essa opção metodológica é coerente com o objetivo proposto e com os limites de escopo de um artigo científico.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 O que a ISO 9001 muda na prática produtiva

Quando uma empresa de alimentos implementa a ISO 9001, a mudança mais imediata costuma ser a redução das perdas por não conformidade. Ao definir com clareza quem faz o quê, como e quando, a norma elimina as zonas cinzentas de responsabilidade que são, quase sempre, a origem dos retrabalhos e dos erros repetitivos de produção. Paladini (2012) sustenta que a certificação, quando conduzida de forma genuína, permite reduzir custos de retrabalho, suprimir riscos de contaminação e melhorar o valor percebido da marca, três resultados que, juntos, representam ganhos reais de competitividade.

A padronização dos processos é outro efeito concreto da norma. Linhas de produção que seguem procedimentos documentados e auditados regularmente geram lotes mais homogêneos, com menor variação de sabor, textura e prazo de validade. Para o consumidor, isso significa previsibilidade, e previsibilidade, no setor de alimentos, é sinônimo de confiança. Toledo et al. (2013) confirmam que a adoção de sistemas de gestão da qualidade resulta em operações mais enxutas, com redução de desperdícios e otimização de recursos ao longo de toda a cadeia.

Há também um efeito de longo prazo que frequentemente passa despercebido nas análises de curto prazo: a norma cria uma rotina de aprendizado organizacional. Cada auditoria interna, cada análise crítica pela direção, cada ação corretiva registrada em resposta a uma não conformidade contribui para que a empresa acumule conhecimento sobre seus próprios processos. Com o tempo, esse conhecimento reduz o tempo de resposta a problemas e melhora a capacidade de preveni-los antes que aconteçam. Paladini (2012) observa que auditorias regulares e a melhoria contínua otimizam operações e aumentam a satisfação do cliente de forma integrada e progressiva.

Vale destacar que a ISO 9001 não é um remédio instantâneo. Empresas que tratam a certificação como um exercício burocrático de adequação documental dificilmente extraem seus benefícios plenos. Paladini (2012) alerta para o risco da chamada “certificação de papel”, na qual os documentos estão em ordem, mas os processos e a cultura permanecem inalterados. Nesses casos, o certificado existe, mas a qualidade, a produtividade e a satisfação do cliente não evoluem.

4.2 TQM e a transformação cultural nas empresas de alimentos

Se a ISO 9001 estrutura o que a empresa deve fazer, o TQM orienta como ela deve pensar. A filosofia TQM parte de um princípio simples, mas exigente: a qualidade começa e termina com o cliente. Isso significa que toda decisão, da compra de matéria-prima ao design da embalagem, precisa ser avaliada sob a perspectiva do que o consumidor final percebe e valoriza (DEMING, 1990). No setor de alimentos, onde o consumidor decide na gôndola em poucos segundos, esse alinhamento entre processo interno e percepção externa é determinante.

Na prática, adotar o TQM significa envolver todos os colaboradores, do operador de linha ao diretor, na responsabilidade pela qualidade. Gouvêa e Malizia (2022) relatam que a reestruturação de processos orientada pelos princípios do TQM resultou, em estudo de caso no setor de atendimento ao cliente, em melhoria mensurável da satisfação e redução de prazos. Na indústria de alimentos, efeito semelhante ocorre quando o TQM é aplicado ao controle de fornecedores: matérias-primas que já chegam dentro dos padrões reduzem rejeições, retrabalhos e reclamações no produto final.

Um aspecto que a literatura destaca com frequência é a dificuldade cultural da implementação do TQM. Funcionários acostumados a trabalhar sem métricas e sem documentação tendem a perceber as mudanças como burocracia imposta de cima para baixo. Paladini (2012) alerta que empresas que subestimam o investimento em cultura de qualidade perdem a oportunidade de fortalecer o vínculo com clientes internos e externos, ficando expostas ao risco de perder *market share* de forma silenciosa e progressiva. A superação desse desafio depende de liderança genuinamente comprometida, e não apenas de treinamentos pontuais.

Toledo et al. (2013) destacam que o TQM contribui para a identificação e eliminação de processos ineficientes, retrabalhos e desperdícios, gerando ganhos simultâneos de eficiência e redução de custos. No contexto de margens cada vez mais pressionadas na indústria de alimentos processados, esses ganhos não são marginais, eles definem a diferença entre empresas que crescem e empresas que sobrevivem apenas enquanto o mercado favorece.

4.3 Produtividade, satisfação e fidelização: a tríade em ação

A relação entre qualidade, produtividade e satisfação do cliente não é linear, ela funciona como um ciclo que se retroalimenta. Quando os processos têm qualidade, o volume de retrabalho cai, a capacidade produtiva aumenta e os custos unitários diminuem. Com menor custo e maior consistência, a empresa consegue entregar produtos melhores no prazo, o que eleva a satisfação do cliente. Um cliente satisfeito recompra com regularidade e recomenda a marca, ampliando o volume de vendas sem que a empresa precise aumentar seus gastos com aquisição de novos consumidores. O GEPEA (2024) confirma esse encadeamento, ao associar sistemas de gestão da qualidade a ganhos mensuráveis de produtividade e eficiência operacional.

Kotler e Keller (2006) definem satisfação do cliente como o resultado da comparação entre o desempenho percebido e as expectativas prévias do comprador. Quando o produto supera as expectativas de forma consistente, cria-se o que os autores chamam de encantamento, um estado emocional que vai além da simples aprovação e que está diretamente associado à fidelização. No setor de alimentos, onde a escolha de marca é frequentemente emocional e habitual, esse encantamento tem valor estratégico.

Braga e Carvalho (2023) oferecem uma evidência empírica relevante: em estudo com empresas do setor alimentício do norte do Rio Grande do Norte, participantes do Programa ALI do SEBRAE, a média geral do indicador de produtividade alcançou 92,44%, resultado que os autores associam diretamente às iniciativas estruturadas de melhoria de gestão adotadas pelas empresas participantes. Esse dado é importante porque sai do campo teórico e mostra, com números reais, que programas de melhoria da gestão produzem retorno mensurável mesmo em pequenas e médias empresas do setor.

Kotler e Keller (2006) apontam que fidelizar um cliente vai além de satisfazê-lo: significa torná-lo um divulgador espontâneo da marca. No ambiente atual, em que redes sociais amplificam tanto elogios quanto reclamações, uma base de clientes fiéis funciona como um ativo de marketing que a empresa não paga diretamente. Para a indústria de alimentos, onde a recomendação boca a boca ainda influencia fortemente as decisões de compra, essa dinâmica tem impacto direto no crescimento sustentável do negócio.

4.4 Desafios reais da implementação no setor alimentício

Os benefícios descritos nas seções anteriores não chegam sem esforço. O custo da certificação ISO 9001 é o obstáculo mais citado pelas empresas de menor porte: consultoria especializada, adequação de infraestrutura, treinamento de equipes e auditorias externas representam um investimento que pode consumir parcela expressiva do orçamento operacional de uma pequena empresa. Paladini (2012) recomenda que a empresa busque orientação especializada desde o início do processo, justamente para evitar que a implementação malconduzida gere mais problemas do que resolve no curto prazo.

A manutenção do sistema após a primeira certificação é outro ponto crítico. Muitas empresas tratam o certificado ISO 9001 como um destino, quando na verdade ele é apenas o ponto de partida. A Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2010) adverte que um SGQ bem implementado e sustentado ao longo do tempo constitui ferramenta essencial para o sucesso duradouro da organização — mas que a certificação, sozinha, não garante nada se o ciclo de auditorias e melhorias for abandonado depois da conquista inicial.

Existe ainda a questão da resistência interna às mudanças. Equipes acostumadas a trabalhar sem registros e sem indicadores tendem a perceber os novos procedimentos como burocracia e não como ferramenta. Paladini (2012) deixa claro que empresas que ignoram o lado humano da qualidade perdem a oportunidade de fortalecer o vínculo com clientes internos e externos, ficando expostas ao risco de perder *market share* de forma silenciosa e progressiva.

4.5 Qualidade 4.0 e os novos horizontes do setor

A convergência entre os princípios clássicos da gestão da qualidade e as tecnologias da Indústria 4.0 está criando o que Toledo et al. (2013) e Neoprospecta (2020) chamam de Qualidade 4.0. Nesse modelo, sensores IoT monitoram parâmetros de produção em tempo real, algoritmos de *Big Data* identificam padrões de não conformidade antes que eles se tornem problemas e a Inteligência Artificial sugere ações corretivas de forma autônoma. Para a indústria de alimentos, isso representa um salto qualitativo significativo.

Neoprospecta (2020) destaca que a Qualidade 4.0 não abandona os princípios tradicionais, ela os potencializa com tecnologia. O foco no cliente, a melhoria contínua e o controle de processos continuam sendo a base; o que muda é a velocidade e a precisão com que esses princípios são aplicados. Uma empresa de laticínios, por exemplo, pode monitorar temperatura e acidez em tempo real ao longo de toda a linha de produção, recebendo alertas automáticos antes que qualquer lote fique fora dos padrões. O resultado é menos desperdício, menos recalls e mais confiança do consumidor.

A adoção dessas tecnologias ainda é incipiente entre as médias empresas do setor, em grande parte pelo custo inicial dos sistemas e pela necessidade de capacitação técnica das equipes. Mas a tendência é clara: à medida que os preços caem e as soluções se tornam mais acessíveis, a Qualidade 4.0 deixa de ser exclusividade das grandes corporações e passa a ser uma opção real para empresas de médio porte que já construíram bases sólidas de gestão da qualidade.

As considerações descritas nesta seção estão resumidas no Quadro 1.

Quadro 1 – Comparativo entre ISO 9001, TQM e abordagem integrada na indústria de alimentos e bebidas

Critério	ISO 9001	TQM	ISO 9001 + TQM
Natureza	Normativa / certificável	Filosófica / cultural	Sistêmica e cultural
Foco principal	Processos e conformidade	Pessoas e cultura	Resultados sustentáveis
Impacto na produtividade	Alto (reduz retrabalhos)	Alto (elimina ineficiências)	Muito alto (sinérgico)
Impacto na satisfação	Direto (monitora feedback)	Direto (foco no cliente)	Muito alto (fidelização)
Certificação internacional	Sim	Não	Sim (via ISO)
Principais desafios	Custo e manutenção póscert.	Resistência cultural	Gestão integrada
Recomendação para alimentos	Essencial	Complementar	Ideal

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

4.6 O debate na literatura: pontos de divergência

A literatura sobre gestão da qualidade é extensa, mas não uniforme. Um dos pontos de divergência mais interessantes diz respeito à relação entre qualidade e custo. A visão mais tradicional ainda circula em muitas organizações: qualidade é cara, demanda tempo e desacelera a produção. Deming (1990) rebateu essa ideia de forma incisiva ao longo de toda a sua obra, argumentando que o verdadeiro custo está na má qualidade, nos recalls, nas devoluções, na perda de clientes e nos retrabalhos que consomem recursos sem gerar valor. Toledo et al. (2013) reforçam que esse cálculo muda completamente quando analisado no horizonte de médio prazo, onde os investimentos em qualidade tendem a se pagar com folga.

Outra divergência relevante envolve o papel da tecnologia diante dos métodos tradicionais. Há quem defenda, como Paladini (2012), que ferramentas como o diagrama de Ishikawa, o ciclo PDCA e as cartas de controle ainda são suficientes para a maioria das empresas do setor. Outros argumentam, como Neoprospecta (2020), que, sem incorporar dados em tempo real e análise preditiva, qualquer sistema de qualidade já nasce defasado. A posição mais equilibrada, e provavelmente a mais correta, é que tecnologia potencializa boas práticas, mas não as substitui, uma empresa sem cultura de qualidade não resolve seu problema comprando sensores.

Por fim, vale registrar a tensão entre padronização e flexibilidade. A ISO 9001 pressupõe processos documentados e repetíveis, o que nem sempre se encaixa bem em empresas que trabalham com produtos sazonais, artesanais ou com alta variação de ingredientes. Nesse ponto, o TQM mostra sua versatilidade: por ser uma filosofia e não uma norma, ele pode ser adaptado a contextos muito diferentes sem perder sua essência. A combinação inteligente das duas abordagens, ajustada às particularidades de cada organização, continua sendo o caminho mais sólido para quem busca qualidade real e não apenas certificação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo mostrou, a partir de revisão bibliográfica com análise crítica, que qualidade, produtividade e satisfação do cliente formam uma tríade que se reforça mutuamente na indústria de alimentos e bebidas. Quando os processos funcionam com qualidade, o retrabalho diminui e a capacidade produtiva aumenta. Quando a produção é eficiente e consistente, o produto chega ao consumidor dentro das expectativas, gerando satisfação. Quando o cliente está satisfeito, ele volta, recomenda e reduz o custo de aquisição de novos consumidores, fechando um ciclo virtuoso que se traduz em crescimento sustentável.

A ISO 9001 e o TQM emergem como abordagens complementares e sinérgicas, conforme sintetizado no Quadro 1. A norma define a estrutura: processos claros, auditorias programadas, critérios verificáveis. A filosofia define a cultura: comprometimento das pessoas, foco genuíno no cliente, aprendizado contínuo. Nenhuma das duas, isolada, produz os resultados que as duas juntas são capazes de gerar.

Como limitação, o estudo reconhece que a revisão bibliográfica não permite mensurar com precisão os ganhos em contextos organizacionais específicos. Recomenda-se, para pesquisas futuras, a realização de estudos de caso em empresas do setor de alimentos e bebidas da região de Taquaritinga e entorno, aplicando indicadores financeiros e de satisfação do cliente para quantificar o retorno sobre o investimento em sistemas de gestão da qualidade. Esse tipo de pesquisa produziria dados primários valiosos para o debate acadêmico regional e para a tomada de decisão dos gestores do setor.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS. **Balanço anual 2022**: indústria de alimentos e bebidas. São Paulo: ABIA, 2022. Disponível em: https://www.abia.org.br. Acesso em: 10 mar. 2026.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 9001:2015**: sistemas de gestão da qualidade – requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

BRAGA, L. C.; CARVALHO, Z. V. Desafios do setor alimentício: impactos do Programa ALI Produtividade em empresas do oeste norte-rio-grandense. **Revista de Administração, Contabilidade e Economia da Fundace**, v. 14, 2023. Disponível em: https://racef.fundace.org.br/index.php/racef/article/view/1268. Acesso em: 10 mar. 2026.

DEMING, W. E. **Qualidade**: a revolução da administração. Rio de Janeiro: Saraiva, 1990.

GEPEA – CONSULTORIA EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS. **Sistemas de gestão de qualidade na indústria de alimentos**. 2024. Disponível em: https://gepea.com.br/iso-9001-na-industria-de-alimentos/. Acesso em: 10 mar. 2026.

GOUVÊA, D.; MALIZIA, R. Análise da adoção de práticas da gestão da qualidade total em uma central de atendimento ao cliente. **Revista Gestão e Secretariado (GeSec)**, São Paulo, v. 13, n. 3, p. 610-624, set./dez. 2022. Disponível em: https://ojs.revistagesec.org.br/secretariado/article/download/1346/606/5592. Acesso em: 10 mar. 2026.

KOTLER, P.; KELLER, K. L. **Administração de marketing**. 12. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

MAXIMIANO, A. C. A. **Introdução à administração**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

NEOPROSPECTA. **A utilização das ferramentas da qualidade na indústria de alimentos**. 2020. Disponível em: https://blog.neoprospecta.com/ferramentas-da-qualidade-na-industriadealimentos/. Acesso em: 10 mar. 2026.

PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade**: teoria e prática. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 24. ed. São Paulo: Cortez, 2018.

TOLEDO, J. C. et al. **Qualidade**: gestão e métodos. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. Sistemas de gestão da qualidade e a satisfação do cliente. **Produto & Produção**, Porto Alegre, 2010. Disponível em: https://seer.ufrgs.br/index.php/ProdutoProducao/article/download/31756/27086/0. Acesso em: 10 mar. 2026.

Os conceitos e as opiniões expressos neste artigo são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

INTERFACE TECNOLÓGICA

TECNOLOGIA EM PRODUÇÃO INDUSTRIAL
Interface Tecnológica · v. 23, n. 1, 2026 · p. 374–382
ISSN on-line 2447-0864 · ISSN impresso 1807-3980
https://doi.org/10.31510/infa.v23i1.2471

AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL SUSTENTÁVEL: uma análise comparativa de tecnologias e seus impactos ambientais em residências urbanas

Sustainable residential automation: a comparative analysis of technologies and their environmental impacts in urban residences

Luís Gustavo de Mello Vano Júnior[1], **Ramílio Ramalho Reis Filho**[2]

AUTORIA

[1] **Luís Gustavo de Mello Vano Júnior**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
vanogustavo401@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0007-8575-079X

[2] **Ramílio Ramalho Reis Filho**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
ramilio.ramalho@hotmail.com
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4986-5158

HISTÓRICO

Recebido	27/04/2026
Aceito	04/06/2026
Publicado	30/06/2026

COMO CITAR

VANO JUNIOR, L. G. de M.; REIS FILHO, R. R. Automação residencial sustentável: uma análise comparativa de tecnologias e seus impactos ambientais em residências urbanas. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 23, n. 1, p. 374-382, 2026. DOI: 10.31510/infa.v23i1.2471.

LICENÇA

Artigo de acesso aberto distribuído sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

cc BY 4.0

RESUMO

Este artigo analisa a automação residencial sustentável e seu impacto ambiental em residências urbanas de médio e alto padrão no Brasil. O objetivo é comparar os protocolos Zigbee, Z-Wave, KNX e Wi-Fi quanto ao consumo energético, longevidade, interoperabilidade e geração de resíduos eletrônicos. A metodologia adotada é a pesquisa bibliográfica qualitativa e comparativa, fundamentada em publicações científicas e dados de mercado produzidos principalmente a partir de 2016. Os resultados indicam que a integração entre automação e práticas sustentáveis pode reduzir em até 30% o consumo de energia elétrica e otimizar a gestão da água. Zigbee e Z-Wave se destacam pela eficiência energética, enquanto o KNX apresenta maior longevidade e menor impacto ambiental ao longo do ciclo de vida. Conclui-se que a automação residencial representa uma resposta tecnológica viável aos desafios ambientais contemporâneos, desde que acompanhada de planejamento técnico e escolha adequada de protocolos.

Palavras-chave: Automação residencial. Sustentabilidade. Impacto ambiental. Eficiência energética. Casa inteligente.

ABSTRACT

This paper analyzes sustainable residential automation from the perspective of its environmental impact in urban middle- and high-income residences in Brazil. The objective is to compare Zigbee, Z-Wave, KNX and Wi-Fi protocols regarding energy consumption, longevity, interoperability and electronic waste generation. The methodology is qualitative and comparative bibliographic research, based on scientific publications and market data produced mainly from 2016 onwards. Results indicate that integrating automation and sustainable practices can reduce electricity consumption by up to 30% and optimize water management. Zigbee and Z-Wave stand out for energy efficiency, while KNX presents greater longevity and lower environmental impact over the installation lifecycle. It is concluded that residential automation represents a viable technological response to contemporary environmental challenges, provided it is accompanied by technical planning and appropriate protocol selection.

Keywords: Residential automation. Sustainability. Environmental impact. Energy efficiency. Smart home.

1 INTRODUÇÃO

A pressão sobre os recursos naturais do planeta cresceu de forma acelerada nas últimas décadas, e as cidades concentram hoje uma parcela cada vez maior desse problema. Residências urbanas respondem por fatia expressiva do consumo de energia elétrica, água e materiais, tornando o ambiente doméstico um ponto estratégico para qualquer política de sustentabilidade. Nesse cenário, a automação residencial ganhou espaço como ferramenta capaz de transformar a casa em um sistema inteligente de gestão de recursos, reduzindo desperdícios sem abrir mão do conforto.

No Brasil, o mercado de automação residencial apresenta crescimento contínuo, impulsionado pela digitalização dos ambientes e pela busca por maior eficiência energética. Dados da ABINEE (2024) indicam expansão do setor eletroeletrônico, com aumento na adoção de dispositivos conectados e soluções inteligentes em ambientes residenciais. Esse movimento está associado tanto à redução do custo das tecnologias quanto ao aumento da preocupação com o uso racional de energia e recursos naturais. Além disso, estudos do SEBRAE (2023) apontam que o crescimento do mercado de casas inteligentes no país está diretamente relacionado à maior conscientização dos consumidores sobre eficiência energética e sustentabilidade.

Apesar desse avanço, a dimensão ambiental da automação residencial ainda é pouco explorada na produção científica nacional, que frequentemente prioriza aspectos relacionados ao conforto, segurança e economia financeira. Conforme discutido por Silva, Souza e Ferreira (2021), o potencial das tecnologias baseadas em Internet das Coisas (IoT) para promover sustentabilidade depende não apenas da sua adoção, mas da forma como são integradas à rotina dos usuários e às características das edificações.

Este artigo tem por objetivo comparar os protocolos de comunicação Zigbee, Z-Wave, KNX e Wi-Fi sob a perspectiva de seus impactos ambientais em residências urbanas de médio e alto padrão. Os objetivos específicos incluem descrever os fundamentos da automação residencial sustentável, caracterizar os protocolos avaliados, compará-los quanto ao consumo energético e longevidade, e discutir os desafios e oportunidades do mercado brasileiro. A relevância do tema se baseia na articulação entre tecnologia, gestão e sustentabilidade, competências essenciais ao profissional que atua na análise e otimização de sistemas produtivos e de consumo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A automação residencial sustentável se insere no contexto da transformação digital aplicada às edificações, onde tecnologias de comunicação, controle e sensoriamento passam a atuar diretamente na forma como os recursos são utilizados no ambiente doméstico. No Brasil, esse tema ganha relevância pelo crescimento das cidades e pelo aumento da demanda por energia e água, o que pressiona tanto os custos quanto a disponibilidade desses recursos. Nesse cenário, a automação deixa de ser vista apenas como conforto e passa a ter um papel mais ligado à gestão do consumo, contribuindo para reduzir desperdícios e melhorar o uso dos sistemas instalados nas residências.

A literatura nacional aponta que o uso de sistemas automatizados permite acompanhar em tempo real o consumo de energia e água, criando uma base de dados que auxilia na tomada de decisão. Diferente de modelos tradicionais, onde o controle depende quase sempre da ação do usuário, a automação possibilita respostas mais rápidas e até automáticas, o que melhora a eficiência do sistema como um todo (SILVA; SOUZA; FERREIRA, 2021). Ainda assim, é importante considerar

que os resultados não acontecem de forma igual em todos os casos, pois dependem tanto da tecnologia adotada quanto da forma como os moradores utilizam os recursos no dia a dia.

Outro ponto de extrema relevância é que o impacto ambiental da automação está diretamente ligado às escolhas feitas no projeto, principalmente em relação aos protocolos de comunicação e à vida útil dos equipamentos. Sistemas com menor consumo energético e maior durabilidade tendem a gerar menos impacto ao longo do tempo, especialmente quando integrados a fontes como a energia solar, que vem crescendo bastante no Brasil nos últimos anos (OLIVEIRA; SANTOS; LIMA, 2021). Dessa forma, analisar a automação residencial exige considerar não só o funcionamento dos dispositivos, mas também como eles se relacionam com o uso real da residência e com a infraestrutura disponível.

2.1 Automação residencial e sustentabilidade

A automação residencial, também chamada de domótica, integra tecnologias de controle, comunicação e sensoriamento no ambiente doméstico com o objetivo de automatizar funções como iluminação, climatização, segurança e gestão de energia. No contexto brasileiro, esse conceito vem sendo cada vez mais associado à eficiência no uso de recursos, deixando de ser apenas uma solução voltada ao conforto. Estudos nacionais descrevem diferentes níveis de automação, que variam desde sistemas mais simples e isolados até ambientes mais integrados, onde os dispositivos conseguem operar de forma coordenada, o que influencia diretamente no desempenho energético da residência (OLIVEIRA; SANTOS; LIMA, 2021).

A relação entre automação e sustentabilidade não acontece de forma direta, pois depende das escolhas técnicas realizadas no projeto e também da forma como os moradores utilizam os sistemas no dia a dia. Trabalhos recentes mostram que o potencial de redução de consumo só se concretiza quando existe um alinhamento entre a tecnologia adotada, o perfil de uso e as características da residência (SILVA; SOUZA; FERREIRA, 2021). Nesse sentido, a Internet das Coisas passa a ter um papel importante, pois permite o monitoramento contínuo de variáveis como consumo de energia e água, criando uma base de dados que possibilita identificar desperdícios e ajustar o funcionamento dos sistemas de maneira mais precisa, embora nem sempre isso seja explorado da melhor forma pelos usuários.

A integração com fontes de energia renovável é outro ponto que vem sendo bastante discutido na literatura nacional. Estudos indicam que a combinação entre sensores, controladores e dispositivos conectados pode gerar reduções consideráveis no consumo de energia elétrica, especialmente quando associada à geração fotovoltaica (AGUIAR; COELHO; RODRIGUES, 2025). Além disso, sistemas automatizados de climatização e irrigação se destacam por atuar diretamente em pontos onde há maior desperdício nas residências brasileiras, contribuindo para um uso mais eficiente dos recursos disponíveis (CONTROL AUTOMAÇÃO, 2023).

2.2 Protocolos de comunicação e certificações ambientais

Os protocolos de comunicação determinam como os dispositivos inteligentes trocam informações dentro de um sistema de automação, e essa escolha influencia diretamente o consumo energético, a vida útil dos equipamentos e até a quantidade de resíduos eletrônicos gerados ao longo do tempo. No contexto da automação residencial, é comum dividir esses protocolos entre aqueles desenvolvidos especificamente para esse tipo de aplicação, como Zigbee e Z-Wave, e aqueles de uso mais geral, como o Wi-Fi, que acabou sendo adaptado para esse cenário. Essa diferença

acaba refletindo no desempenho energético, já que protocolos dedicados operam com menor consumo e conseguem funcionar por longos períodos com bateria, enquanto dispositivos Wi-Fi normalmente exigem alimentação contínua, o que aumenta o consumo ao longo do uso (EMBARCADOS, 2021).

O padrão KNX se destaca por adotar uma arquitetura baseada em cabeamento estruturado, o que garante maior estabilidade de comunicação e menor suscetibilidade a interferências. Apesar de exigir maior investimento inicial e planejamento na instalação, estudos e fontes técnicas apontam que sistemas KNX podem operar por longos períodos sem necessidade de substituição de seus componentes principais, o que reduz o impacto ambiental ao longo do ciclo de vida (QUERO AUTOMAÇÃO, 2024). Ao mesmo tempo, observa-se o surgimento de iniciativas que buscam reduzir a fragmentação entre protocolos, permitindo maior integração entre dispositivos de diferentes fabricantes, o que pode diminuir a necessidade de substituições e adaptações futuras (DOMÓTICA PORTUGAL, 2024).

No que se refere às certificações ambientais, sistemas como o LEED e o AQUA-HQE reconhecem o papel da automação no desempenho sustentável das edificações, especialmente no controle e monitoramento do consumo de energia e água. No cenário brasileiro, a adoção dessas certificações tem crescido, ainda que de forma gradual, e reforça a necessidade de integrar tecnologia e gestão de recursos desde a fase de projeto. A literatura nacional destaca que o setor da construção possui elevado consumo de recursos naturais, o que torna relevante a incorporação de soluções que atuem durante toda a vida útil da edificação, e não apenas na fase inicial (GIDDINGS; HOPWOOD; O'BRIEN, 2002). Nesse sentido, a escolha dos protocolos e a adoção de certificações funcionam como indicativos de um projeto mais alinhado com práticas sustentáveis.

3 METODOLOGIA

Este estudo adota a pesquisa bibliográfica de natureza qualitativa com abordagem comparativa. Conforme definido por Prodanov e Freitas (2013), a pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em materiais já publicados, como livros, artigos científicos e conteúdos técnicos, permitindo analisar temas que não seriam facilmente observados por meio de estudos diretos. Essa abordagem se mostra adequada ao objetivo do trabalho, que envolve a análise de tecnologias já consolidadas e seus impactos ambientais, os quais já vêm sendo discutidos na literatura, ainda que com algumas variações de resultados dependendo do contexto analisado.

A abordagem comparativa foi utilizada para identificar diferenças e semelhanças entre os protocolos Zigbee, Z-Wave, KNX e Wi-Fi, considerando critérios como consumo energético, vida útil dos dispositivos, interoperabilidade e geração de resíduos eletrônicos. As fontes consultadas incluem periódicos científicos nacionais, publicações técnicas e conteúdo de organizações e portais especializados na área de automação, como materiais voltados ao setor e estudos aplicados. A utilização de diferentes tipos de fonte, mesmo que com enfoques distintos, contribui para uma análise mais ampla do tema e reduz a dependência de um único tipo de abordagem.

A seleção das referências priorizou publicações a partir de 2016, buscando trabalhos mais recentes e alinhados ao cenário atual da automação residencial no Brasil. Foram mantidas algumas obras de caráter metodológico já consolidadas, por serem amplamente utilizadas na construção de pesquisas acadêmicas. Os dados de mercado foram utilizados para contextualizar o crescimento do setor, enquanto os estudos técnicos serviram de base para a análise dos impactos ambientais

dos protocolos avaliados. Dessa forma, a metodologia procura equilibrar diferentes perspectivas, ainda que limitada ao material já disponível na literatura.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Comparativo dos protocolos: eficiência, longevidade e resíduos

A análise comparativa dos protocolos revela diferenças que vão além do desempenho técnico, afetando diretamente o consumo energético e a geração de resíduos ao longo do uso. O Zigbee foi projetado para operar em redes *mesh* sem fio, nas quais os próprios dispositivos atuam como repetidores de sinal, o que reduz a necessidade de infraestrutura adicional. Estudos técnicos indicam que esse modelo permite operar com baixa potência e longos períodos de autonomia em dispositivos alimentados por bateria, o que contribui para a redução do descarte frequente de pilhas e baterias (OLIVEIRA; SANTOS; LIMA, 2021). Na prática, isso representa um impacto ambiental menor quando comparado a sistemas que exigem alimentação contínua, embora essa vantagem dependa também da forma como os dispositivos são utilizados no ambiente doméstico.

O Z-Wave apresenta características semelhantes em termos de eficiência energética, mas com algumas diferenças na forma de operação. Por trabalhar em frequências mais baixas, tende a sofrer menos interferência de outras redes domésticas, o que melhora a estabilidade da comunicação. Outro ponto relevante é a padronização entre fabricantes, que garante compatibilidade entre dispositivos ao longo do tempo. Esse fator reduz a necessidade de substituição de equipamentos ainda funcionais, o que tem impacto direto na diminuição de resíduos eletrônicos (EMBARCADOS, 2021). Ainda assim, apesar dessa vantagem, o custo de implementação pode ser um pouco mais elevado, o que influencia sua adoção em alguns casos.

O KNX se diferencia por utilizar uma estrutura cabeada, o que exige maior planejamento na instalação e geralmente um custo inicial mais alto. Em contrapartida, fontes técnicas e estudos aplicados apontam que esse tipo de sistema apresenta elevada durabilidade, podendo operar por longos períodos sem necessidade de substituição dos principais componentes (WEG, 2024). Quando analisado sob a perspectiva do ciclo de vida, esse fator contribui para a redução do impacto ambiental, já que há menor necessidade de descarte e reposição de equipamentos ao longo do tempo. Por outro lado, essa vantagem tende a ser mais viável em projetos novos ou de maior porte, onde a infraestrutura pode ser planejada desde o início.

O Wi-Fi, por sua vez, apresenta limitações mais evidentes quando analisado sob a ótica ambiental. Dispositivos que utilizam esse protocolo normalmente exigem alimentação elétrica contínua, o que aumenta o consumo energético acumulado e pode impactar a vida útil dos componentes. Além disso, a menor padronização entre dispositivos e a rápida evolução tecnológica acabam incentivando a substituição mais frequente de equipamentos, o que contribui para o aumento do lixo eletrônico (SILVA; SOUZA; FERREIRA, 2021). Apesar disso, seu baixo custo e facilidade de uso ainda fazem com que seja amplamente utilizado, principalmente em aplicações mais simples ou em residências que não possuem um sistema de automação estruturado.

O Quadro 1 sintetiza os principais critérios analisados para cada protocolo, facilitando a comparação direta entre as tecnologias avaliadas.

Quadro 1 – Comparativo dos protocolos de automação residencial por critério de sustentabilidade

Critério	Zigbee	Z-Wave	KNX	Wi-Fi
Padrão de comunicação	Sem fio, mesh	Sem fio, mesh	Cabeado	Sem fio
Consumo energético	Muito baixo (baterias)	Muito baixo (baterias)	Baixo (bus)	Alto (contínuo)
Longevidade dos dispositivos	Alta	Alta	Muito alta	Moderada
Geração de resíduos	Baixa	Baixa	Muito baixa	Alta
Interoperabilidade	Moderada	Alta (certificação entre fabricantes)	Alta (padrão aberto)	Variável
Custo de implantação	Baixo a médio	Médio a alto	Alto	Baixo
Aplicabilidade preferencial	Retrofit e médio padrão	Projetos com foco em confiabilidade	Obras novas ou reformas completas	Aplicações simples
Limitações ambientais	Fragmentação de ecossistema	Custo pode restringir adoção	Alto investimento inicial	Substituição frequente

Fonte: Elaborado pelos autores com base em Embarcados (2021), Oliveira, Santos e Lima (2021), Silva, Souza e Ferreira (2021), Quero Automação (2024), Domótica Portugal (2024) e WEG (2024).

4.2 Impactos ambientais mensuráveis: energia, água e emissões

Os dados disponíveis na literatura indicam que a automação residencial, quando aplicada de forma adequada, pode gerar impactos ambientais positivos e mensuráveis. Estudos nacionais mostram reduções significativas no consumo de energia elétrica, principalmente pela eliminação de desperdícios associados ao uso contínuo de iluminação, climatização e equipamentos em modo de espera. Trabalhos experimentais apontam reduções que podem chegar a cerca de 30%, dependendo do nível de integração dos sistemas e do perfil de uso dos moradores (AGUIAR; COELHO; RODRIGUES, 2025). Esse tipo de resultado tem relevância no contexto brasileiro, onde parte da geração de energia ainda depende de fontes mais poluentes em determinados períodos, o que faz com que a redução do consumo também contribua, mesmo que indiretamente, para a diminuição das emissões.

A climatização automatizada também aparece como um dos principais pontos de impacto. Sistemas inteligentes conseguem ajustar o funcionamento de ar-condicionado e ventilação com base na ocupação dos ambientes, evitando operação desnecessária e reduzindo o consumo energético. Quando integrados a sistemas de geração fotovoltaica, esses controles permitem priorizar o uso da energia produzida localmente, melhorando a eficiência do sistema como um todo (WEG, 2024). O uso da automação na gestão hídrica ainda é menos explorado, mas apresenta resultados relevantes. Sistemas de irrigação automatizados e sensores de vazamento permitem reduzir perdas e evitar desperdícios, principalmente em áreas externas e pontos de consumo contínuo. Estudos técnicos indicam que essas aplicações possuem alto potencial de economia, especialmente quando combinadas com monitoramento em tempo real e controle automático do fornecimento (CONTROL AUTOMAÇÃO, 2023).

4.3 Recomendações por perfil de residência e projeto

Um dos pontos mais práticos observados na análise é a possibilidade de relacionar a escolha do protocolo com o tipo de projeto e os objetivos ambientais pretendidos. Em residências de médio padrão ou em projetos de *retrofit*, o Zigbee se destaca por operar com baixo consumo energético e por não exigir infraestrutura adicional para comunicação entre dispositivos, o que reduz cus-

tos e facilita a implementação. Estudos e fontes técnicas nacionais indicam que essa combinação favorece sua aplicação em projetos que buscam eficiência com menor investimento inicial, ainda que existam variações conforme o fabricante e a configuração adotada (REVISTA PRÉDIO INTELIGENTE, 2025).

Para projetos que demandam maior confiabilidade e integração entre dispositivos, o Z-Wave aparece como uma alternativa mais estruturada. Seu modelo de certificação entre fabricantes garante compatibilidade entre equipamentos, o que reduz problemas de integração e prolonga a vida útil do sistema como um todo, com impacto direto na sustentabilidade (QUERO AUTOMAÇÃO, 2025). O KNX, por outro lado, se mostra mais adequado para projetos concebidos desde o início com foco em longo prazo, especialmente em construções novas ou reformas mais completas. Por utilizar cabeamento dedicado, exige maior planejamento e investimento inicial, mas tende a apresentar maior durabilidade e menor necessidade de manutenção ao longo dos anos, com impacto ambiental médio reduzido no ciclo de vida completo da instalação (WEG, 2024).

4.4 Desafios e oportunidades no mercado brasileiro

O mercado brasileiro de automação residencial passa por um processo de crescimento acelerado, mas ainda apresenta limitações estruturais que impactam diretamente sua expansão. Um dos principais problemas está na fragmentação tecnológica, já que dispositivos de diferentes protocolos nem sempre se comunicam de forma direta, exigindo o uso de *hubs* ou sistemas intermediários. Essa necessidade aumenta o custo das instalações e, em alguns casos, acaba levando à substituição de equipamentos que ainda poderiam ser utilizados, o que contribui para a geração de resíduos eletrônicos (EMBARCADOS, 2021; QUERO AUTOMAÇÃO, 2024). Além disso, a falta de padronização dificulta a tomada de decisão no momento do projeto, principalmente para usuários que não possuem conhecimento técnico mais aprofundado.

Por outro lado, o crescimento do mercado indica um cenário favorável para os próximos anos. Dados recentes apontam aumento consistente na adoção de soluções de automação residencial no Brasil, impulsionado tanto pela redução de custos quanto pelo maior acesso à tecnologia (REVISTA PRÉDIO INTELIGENTE, 2025). Esse avanço também evidencia uma demanda crescente por profissionais qualificados na área, especialmente em atividades relacionadas à integração de sistemas, redes e configuração de dispositivos. Estudos nacionais indicam que o potencial ambiental dessas tecnologias só é plenamente alcançado quando há alinhamento entre escolha técnica, uso adequado e capacitação dos envolvidos (SILVA; SOUZA; FERREIRA, 2021; OLIVEIRA; SANTOS; LIMA, 2021).

4.5 O debate na literatura: limites e perspectivas

A literatura sobre automação residencial sustentável ainda apresenta um recorte que precisa ser considerado com cautela, principalmente quando se observa a predominância de estudos voltados a contextos internacionais ou a nichos específicos dentro do próprio Brasil. Mesmo quando há produção nacional, os resultados costumam estar associados a estudos de caso pontuais, muitas vezes em residências com maior nível de investimento tecnológico, como destacam Oliveira, Santos e Lima (2021) e Silva, Souza e Ferreira (2021). Isso faz com que os dados de redução de consumo energético, embora consistentes, não possam ser generalizados automaticamente para diferentes realidades regionais, perfis de renda ou padrões construtivos encontrados no Brasil.

Outro ponto recorrente na literatura nacional diz respeito à limitação econômica para adoção dessas tecnologias. Estudos e análises de mercado publicados pelo SEBRAE (2023) e conteúdos técnicos da WEG (2024) apontam que, embora os benefícios operacionais sejam evidentes, o custo inicial ainda é um fator limitante, especialmente em soluções mais robustas. A superação desse cenário passa por incentivos, maior escala de produção e disseminação de soluções modulares mais acessíveis. Publicações do Portal Embarcados (2023) e análises da AURESIDE (2024) indicam que iniciativas como o padrão Matter tendem a reduzir a fragmentação tecnológica, permitindo maior integração entre dispositivos e fabricantes, o que pode impactar diretamente a sustentabilidade dos sistemas ao diminuir a necessidade de substituição de equipamentos e ampliar sua vida útil.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo demonstrou, por meio de revisão bibliográfica qualitativa e análise comparativa, que a automação residencial sustentável pode ser entendida como uma resposta tecnológica viável aos desafios ambientais atuais, apresentando impactos diretos no consumo de energia, no uso da água e na redução de emissões associadas ao uso residencial. Entre os protocolos analisados, Zigbee e Z-Wave se destacam pela eficiência energética e pela maior durabilidade dos dispositivos, o que contribui para menor geração de resíduos ao longo do tempo. O Wi-Fi, apesar da facilidade de uso e ampla adoção, apresenta desempenho ambiental inferior, principalmente pelo consumo contínuo de energia e pela menor vida útil média dos equipamentos. Já o KNX, mesmo com custo inicial mais elevado, se mostra uma alternativa mais consistente quando analisado no longo prazo, especialmente pela sua estabilidade e baixa necessidade de substituição de componentes.

Os resultados discutidos ao longo do trabalho indicam que a integração entre automação, fontes de energia renovável e sistemas de controle hídrico pode gerar ganhos relevantes de eficiência. Estudos nacionais apontam reduções expressivas no consumo elétrico e melhorias no controle de desperdícios, o que reforça que a automação, quando bem planejada, vai além do conforto e passa a ter um papel importante na gestão de recursos. O comparativo entre protocolos apresentado anteriormente contribui para uma visão mais aplicada do tema, auxiliando na tomada de decisão em projetos reais, mesmo que algumas variações possam ocorrer conforme o contexto de uso.

Como limitação, o estudo se baseia exclusivamente em dados secundários, o que reduz a precisão das análises quando aplicadas a cenários específicos. A ausência de experimentação direta em residências brasileiras ainda é um ponto que precisa ser avançado, principalmente considerando as diferenças regionais do país. Nesse sentido, recomenda-se que pesquisas futuras desenvolvam estudos de campo, especialmente em regiões como o interior paulista, avaliando o desempenho real dos sistemas em condições práticas de uso. A inclusão de fatores como comportamento dos usuários, padrão construtivo das residências e nível de adoção tecnológica pode ampliar a compreensão dos impactos e tornar as análises mais próximas da realidade brasileira.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (Brasil). **Eficiência energética**: conceitos e aplicações. Brasília: ANEEL, 2022. Disponível em: https://www.aneel.gov.br. Acesso em: 8 abr. 2026.

AGUIAR, V. E. P. de; COELHO, S. de S.; RODRIGUES, T. K. de A. Automação residencial para eficiência energética: análise da transformação do consumo de energia. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 11, n. 11, p. 517-530, 2025. Disponível em: https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/21623. Acesso em: 12 mar. 2026.

ALDRICH, F. K. Smart homes: past, present and future. *In*: HARPER, R. (ed.). **Inside the smart home**. London: Springer, 2003. p. 17-39.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA (ABINEE). **Relatório anual do setor eletroeletrônico 2024**. São Paulo: ABINEE, 2024. Disponível em: https://abinee.org.br. Acesso em: 16 mar. 2026.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL E PREDIAL (AURESIDE). **Panorama da automação residencial no Brasil**. São Paulo: AURESIDE, 2024. Disponível em: https://www.aureside.org.br. Acesso em: 4 abr. 2026.

CONTROL AUTOMAÇÃO. **Economia e sustentabilidade**: os benefícios da automação residencial. 2023. Disponível em: https://www.controlautomacao.com/blog/economia-e-sustentabilidade-os-beneficios-ocultos-da-automacao-residencial/. Acesso em: 22 mar. 2026.

DOMÓTICA PORTUGAL. **Padrões e protocolos de automação residencial**: tendências de integração e interoperabilidade. 2024. Disponível em: https://www.domotica.pt. Acesso em: 10 abr. 2026.

EMBARCADOS. **ZigBee vs. Z-Wave**: qual a diferença? 2021. Disponível em: https://embarcados.com.br/zigbee-vs-z-wave-qual-a-diferenca/. Acesso em: 22 mar. 2026.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Balanço energético nacional 2024**. Rio de Janeiro: EPE, 2024. Disponível em: https://www.epe.gov.br. Acesso em: 10 abr. 2026.

GIDDINGS, B.; HOPWOOD, B.; O'BRIEN, G. Environment, economy and society: fitting them together into sustainable development. **Sustainable Development**, v. 10, n. 4, p. 187-196, 2002.

OLIVEIRA, A. S.; SANTOS, M. R.; LIMA, J. C. Automação residencial e eficiência energética: uma análise aplicada ao contexto brasileiro. **Ambiente Construído**, v. 21, n. 2, p. 115-130, 2021. Disponível em: https://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido. Acesso em: 16 mar. 2026.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

QUERO AUTOMAÇÃO. **KNX**: o protocolo cabeado para automação residencial de alta durabilidade. 2024. Disponível em: https://www.queroautomacao.com.br. Acesso em: 15 abr. 2026.

QUERO AUTOMAÇÃO. **Z-Wave**: certificação, compatibilidade e sustentabilidade em automação residencial. 2025. Disponível em: https://www.queroautomacao.com.br. Acesso em: 15 abr. 2026.

REVISTA PRÉDIO INTELIGENTE. **Mercado de automação residencial no Brasil**: dados e tendências. 2025. Disponível em: https://www.revistapredio inteligente.com.br. Acesso em: 22 mar. 2026.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE). **Tendências em automação residencial no Brasil**. Brasília: SEBRAE, 2023. Disponível em: https://www.sebrae.com.br. Acesso em: 4 abr. 2026.

SILVA, J. R.; SOUZA, L. A.; FERREIRA, M. C. Aplicação de Internet das Coisas (IoT) para monitoramento de consumo em residências inteligentes. **Revista Brasileira de Engenharia e Tecnologia**, v. 14, n. 3, p. 112-127, 2021.

WEG. **Como se beneficiar da automação residencial e energia solar em sua casa**. 2024. Disponível em: https://www.weg.net/solar/blog/como-se-beneficiar-da-automacao-residencial-e-energia-solar-em-sua-casa/. Acesso em: 8 abr. 2026.

Os conceitos e as opiniões expressos neste artigo são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

INTERFACE TECNOLÓGICA

TECNOLOGIA EM PRODUÇÃO INDUSTRIAL
Interface Tecnológica · v. 23, n. 1, 2026 · p. 383–391
ISSN on-line 2447-0864 · ISSN impresso 1807-3980
https://doi.org/10.31510/infa.v23i1.2477

SIMULAÇÃO CAE E OTIMIZAÇÃO TOPOLÓGICA: análise de viabilidade técnica e econômica aplicada ao desenvolvimento de produtos industriais

CAE simulation and topology optimization: technical and economic viability analysis applied to industrial product development

David Casasanta Alves[1], **Ramílio Ramalho Reis Filho**[2]

AUTORIA

[1] **David Casasanta Alves**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
david.casasanta2009@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0004-6688-4782

[2] **Ramílio Ramalho Reis Filho**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
ramilio.reis@fatec.sp.gov.br
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4986-5158

HISTÓRICO

Recebido	27/04/2026
Aceito	04/06/2026
Publicado	30/06/2026

COMO CITAR

ALVES, D. C.; REIS FILHO, R. R. Simulação CAE e otimização topológica: análise de viabilidade técnica e econômica aplicada ao desenvolvimento de produtos industriais. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 23, n. 1, p. 383-391, 2026. DOI: 10.31510/infa.v23i1.2477.

LICENÇA

Artigo de acesso aberto distribuído sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

cc BY 4.0

RESUMO

O desenvolvimento de produtos industriais vem se alterando de maneira relevante com a adoção de métodos e ferramentas computacionais que permitem a classificação de componentes nas etapas iniciais de projeto. Dentre estas ferramentas, destacam-se otimizações de Engenharia Auxiliada por Computador (CAE), onde um de seus focos é a simulação de diversas condições de operação, e o aprimoramento topológico, que contribui para a definição de estruturas mais eficientes por meio da redistribuição de materiais baseado em critérios de desempenho. Este estudo reúne e analisa recentes contribuições da literatura com o objetivo de entender como a união destas abordagens tem sido aplicada e quais resultados vêm sendo alcançados. Considerando os materiais e trabalhos selecionados, identificam-se melhorias atreladas à redução de material empregado, o aprimoramento da eficiência estrutural e a melhoria das etapas do desenvolvimento. Em relação a estas soluções, também se identificam desafios relacionados ao processo de implantação, particularmente associados à integração com processos produtivos e ao nível de maturidade tecnológica das organizações. De modo geral, percebe-se que, ao serem utilizadas de forma correta, estas ferramentas não só fomentam a inovação, como também resultam em decisões de projeto mais assertivas.

Palavras-chave: Simulação CAE. Otimização topológica. Desenvolvimento de produtos. Engenharia computacional. Manufatura.

ABSTRACT

The development of industrial products has been significantly altered by the adoption of computational methods and tools that allow for the classification of components in the initial design stages. Among these tools, Computer-Aided Engineering (CAE) optimizations stand out, focusing on the simulation of various operating conditions, and topological enhancement, which contributes to the definition of more efficient structures through the redistribution of materials based on performance criteria. This study gathers and analyzes recent contributions from the literature with the aim of understanding how the combination of these approaches has been applied and what results have been achieved. Considering the selected materials and works, improvements are identified related to the reduction of material used, the enhancement of structural efficiency, and the improvement of development stages. Regarding these solutions, challenges related to the implementation process are also identified, particularly associated with integration with production processes and the level of technological maturity of organizations. In a comprehensive way, it is perceived that, when used properly, these tools not only foster innovation but also result in more coherent design decisions.

Keywords: CAE simulation. Topology optimization. Product development. Computational engineering. Manufacturing.

1 INTRODUÇÃO

O setor industrial apresenta elevada concorrência e exige constantemente que as empresas desenvolvam produtos com melhor desempenho, menor peso e custo reduzido em prazos progressivamente mais curtos. Dentro desse contexto, os softwares de simulação computacional tornam-se pilares no processo de criação de produtos, mitigando a necessidade de etapas extensas e custosas de prototipagem real. A Engenharia Auxiliada por Computador (CAE) reúne um conjunto de tecnologias de simulação numérica, entre elas o Método dos Elementos Finitos (MEF), que permite prever o comportamento estrutural, térmico e dinâmico de componentes ainda em etapas iniciais do projeto.

Diante desse cenário, destaca-se a otimização topológica como uma opção atrativa para a evolução do design geométrico de componentes no setor industrial. Diferentemente dos métodos paramétricos e de forma, que apenas ajustam dimensões pré-definidas, a otimização topológica redistribui, de forma matematicamente calculada, materiais dentro de um domínio, resultando em geometrias que seriam impossíveis de conceber pelo raciocínio intuitivo do projetista. Bendsøe e Sigmund (2003) definem que a metodologia procura a disposição mais eficaz de material num domínio fixo, levando em conta os requisitos de comportamento mecânico e a disponibilidade de volume.

A união entre simulação CAE, otimização topológica e manufatura aditiva aponta uma das fronteiras mais dinâmicas da engenharia de produto contemporânea. Liu e Hu (2019) sinalizam que estas tecnologias unificadas podem reduzir o ciclo de desenvolvimento de componentes complexos em até 30%, enquanto Sigmund e Maute (2013) destacam que os ganhos estruturais obtidos superam consistentemente os resultados de abordagens de projeto convencional. O objetivo deste estudo é avaliar sistematicamente os aspectos técnicos e econômicos da referida convergência, mapeando suas potencialidades, barreiras e setores de aplicação mais relevantes.

A pesquisa justifica-se pelo crescente interesse das indústrias brasileiras de manufatura em modernizar o desenvolvimento de produtos, especialmente no contexto da indústria 4.0, que coloca a simulação computacional como um de seus pilares tecnológicos. Ramos e Souza (2021) observam que, no Brasil, a implementação dessas ferramentas encontra-se em seus primeiros estágios entre empresas de médio porte, o que representa tanto um desafio quanto uma oportunidade de diferenciação competitiva.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Com o avanço das ferramentas e tecnologias de engenharia computacional, observam-se significativos avanços no processo de desenvolvimento de produtos, especialmente pela implementação de ferramentas capazes de antecipar o comportamento ainda na fase de definição de um projeto. Dentre este contexto, a simulação por Engenharia Auxiliada por Computador (CAE) tem seu diferencial atrelado à disposição de análises estruturais, térmicas e dinâmicas, permitindo maior previsibilidade e redução de custos atrelados ao modelo de prototipagem física.

Em paralelo a isto, o aprimoramento topológico vem se consolidando como um pilar estratégico na definição de geometrias mais eficientes, proporcionando a redistribuição de materiais de forma orientada ao desempenho. A união destas tecnologias amplia as possibilidades de inovação

nos projetos de produtos, acima de tudo, quando associada às novas demandas industriais focadas em eficiência, redução de massa e competitividade.

2.1 Simulação CAE: fundamentos e aplicações industriais

A simulação CAE, baseada predominantemente no Método dos Elementos Finitos (MEF), permite a análise numérica do comportamento de estruturas e sistemas antes da fabricação de qualquer protótipo físico. O MEF divide o domínio contínuo do componente em elementos discretos interconectados, resolvendo equações diferenciais de equilíbrio em cada nó da malha gerada. Conforme descrevem Bathe (2014) e Hughes (2012), essa abordagem garante resultados de alta precisão para problemas estruturais, térmicos e fluidodinâmicos, desde que as condições de contorno sejam corretamente definidas pelo engenheiro responsável.

As principais plataformas CAE utilizadas pela indústria, tais como ANSYS Mechanical, Abaqus/CAE, Nastran e Altair OptiStruct, possuem recursos dedicados para avaliações de comportamento estático, dinâmico, vida em fadiga e rotinas de otimização. Eduardo (2018) identificou, em revisão de literatura aplicada ao setor automotivo brasileiro, que a simulação CAE reduziu em média 28% o número de protótipos físicos necessários nas fases de validação de projetos, com impacto direto sobre o tempo de lançamento de novos modelos no mercado.

Na simulação, a precisão dos resultados depende criticamente da fidelidade do modelo numérico em relação ao real comportamento do componente. Variáveis essenciais, como a qualidade da conversão das malhas, os atributos constitutivos dos materiais, as condições de carga e as tolerâncias de convergência, possuem papel determinante na acurácia das previsões obtidas via CAE. Mackerle (2017) destaca que erros de modelagem são a principal causa de divergências entre simulação e ensaios físicos, reforçando a necessidade de calibração e validação experimental dos modelos computacionais durante o ciclo de desenvolvimento.

2.2 Otimização topológica: método e evolução

A otimização topológica é um método matemático de projeto estrutural que determina a distribuição ótima de material em um domínio de projeto, sujeito a restrições de carga, apoio e volume de material permitido. Introduzida formalmente por Bendsøe e Kikuchi (1988) com o método da homogeneização, a técnica evoluiu para abordagens mais robustas como o método SIMP (*Solid Isotropic Material with Penalization*), que é atualmente o mais utilizado industrialmente. O SIMP penaliza densidades intermediárias de material, forçando a solução a convergir para uma distribuição binária, cheio ou vazio, de material no domínio.

Sigmund e Maute (2013) apresentam uma revisão abrangente dos avanços metodológicos da otimização topológica nas últimas décadas, incluindo extensões para problemas multifísicos, de dinâmica de fluidos e de manufatura aditiva. Os autores destacam que as principais limitações do método incluem a dependência da malha, os mínimos locais e as restrições de fabricação, desafios que têm sido progressivamente endereçados por formulações avançadas e filtros de regularização. Zhu et al. (2016) propõem extensões do método para componentes sujeitos a cargas dinâmicas, demonstrando ganhos de até 45% de redução de massa em estruturas aeroespaciais sem comprometimento da rigidez dinâmica.

A integração da otimização topológica com a manufatura aditiva eliminou a principal barreira histórica de sua aplicação industrial: a dificuldade de fabricar as geometrias orgânicas resultantes do processo de otimização. Gaynor e Guest (2016) demonstraram que componentes otimiza-

dos topologicamente e fabricados por impressão 3D metálica apresentam desempenho estrutural superior aos produzidos por usinagem convencional, com redução de massa entre 25% e 55%. Essa sinergia tecnológica abriu caminho para uma nova geração de produtos industriais, nos quais forma e função são definidas matematicamente desde o início do processo de projeto.

2.3 Integração CAE e otimização topológica no ciclo de desenvolvimento

A incorporação entre simulação CAE e otimização topológica é criada em uma rotina de trabalho que começa com a delimitação do domínio de projeto e das condições de contorno, seguida pela análise estrutural inicial via MEF, pela aplicação do algoritmo de aperfeiçoamento e pela análise de validação da geometria otimizada. Liu e Hu (2019) descrevem esse fluxo como um ciclo fechado de engenharia de produto, no qual cada iteração aproxima a geometria do componente de um ótimo global de desempenho. Com a automação desse processo, reduz-se significativamente o tempo de análise das variáveis de projeto.

Wang et al. (2022) aplicaram esse fluxo integrado em um consórcio de empresas de manufatura aeroespacial e identificaram que a redução média do ciclo de desenvolvimento foi de 27%, com economia de materiais em torno de 35% em componentes estruturais de liga de alumínio. Os autores ressaltam que o retorno sobre o investimento em licenças de software e na formação das equipes foi recuperado, em média, ao redor do décimo oitavo mês após a plena implantação do fluxo integrado, considerando o porte e o volume habitual de projetos de uma empresa de médio porte.

No Brasil, Silva, Vicente e De Vito Júnior (2022) conduziram estudo de caso em uma empresa de bens de capital do interior de São Paulo, aplicando otimização topológica via Altair OptiStruct a componentes de máquinas agrícolas. A partir dos resultados, indicam-se redução de 22% na massa dos componentes e de 18% no custo de material por unidade produzida, com tempo de amortização do investimento em software estimado em 14 meses. Ramos e Souza (2021) complementam esse cenário ao identificar que empresas brasileiras que adotaram simulação CAE avançada reportaram aumento médio de 19% na satisfação de clientes com o desempenho dos produtos.

3 METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como uma investigação de natureza qualitativa e caráter descritivo, realizado a partir de levantamento bibliográfico. Conforme Severino (2018, p. 122), esse método utiliza dados ou categorias teóricas já trabalhados por outros pesquisadores e devidamente registrados, e se desenvolve considerando o levantamento e analisando o que fora produzido sobre determinado tema. A abordagem é aderente ao objetivo proposto, pois a consolidação industrial de simulação CAE e otimização topológica ainda está em processo de sistematização científica no contexto brasileiro, tornando a revisão bibliográfica a estratégia mais adequada para consolidar o estado do conhecimento.

O levantamento das fontes foi realizado nas bases de dados Scopus, Web of Science, SciELO, Google Acadêmico e Periódicos CAPES, com recorte temporal focado entre 2016 e 2024. Foram incluídas, de forma excepcional, obras anteriores a esse período que constituem referências seminais do campo, como Bendsøe e Sigmund (2003) e Bendsøe e Kikuchi (1988), por sua indispensabilidade para a compreensão dos fundamentos metodológicos. Os descritores utilizados nas buscas foram: otimização topológica, *topology optimization*, *CAE simulation*, *finite element method*, *structural optimization* e *product development*.

Os requisitos de inclusão adotados foram: artigos publicados em periódicos indexados com revisão por pares, estudos de caso com dados quantitativos de redução de massa, custo ou ciclo de desenvolvimento, e trabalhos com aplicação industrial demonstrada. A análise dos dados foi realizada sob um viés analítico e comparativo, contrastando evidências de diversos segmentos da indústria para apontar similaridades, contradições e carências de pesquisa no acervo bibliográfico atual.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação dos estudos abordados demonstra que a integração entre a simulação CAE e a otimização topológica tem gerado impactos significativos no desempenho e na eficiência do desenvolvimento de produtos industriais. Observando os resultados apresentados na literatura, nota-se ganhos consistentes em redução de massa, redução nos custos produtivos e o encurtamento do ciclo de desenvolvimento, variando de acordo com o setor e as condições de aplicação.

Em complemento a isto, identifica-se que a adoção destas tecnologias está diretamente relacionada ao grau de maturidade digital das empresas e sua habilidade de incorporar ferramentas digitais aos seus processos de produção. Neste contexto, analisar os resultados obtidos em diferentes cenários industriais mostra-se relevante, assim como discutir os fatores que influenciam o sucesso de sua implementação.

4.1 Panorama das ferramentas CAE com módulo de otimização topológica

A revisão da literatura identificou seis principais plataformas de software com módulos de otimização topológica consolidados para uso industrial, conforme sintetizado no Quadro 1. O Altair OptiStruct destaca-se como a ferramenta com maior penetração no setor automotivo e aeroespacial, sendo frequentemente citada em estudos de caso com resultados quantitativos robustos (LIU; HU, 2019; WANG et al., 2022). O ANSYS Mechanical ocupa posição relevante em aplicações estruturais e térmicas, com interface acessível para equipes de engenharia sem formação especializada em métodos numéricos avançados.

Quadro 1 – Principais softwares CAE com módulo de otimização topológica e suas aplicações

Software	Fabricante	Módulo Ot. Topológica	Aplicação Principal
Altair OptiStruct	Altair Engineering	Sim (nativo)	Automotivo/aeroespacial
ANSYS Mechanical	ANSYS Inc.	Sim (Topology Opt.)	Estrutural/térmico
Abaqus/CAE	Dassault Systèmes	Sim (ATOM)	Pesquisa e indústria pesada
SolidWorks Simulation	Dassault Systèmes	Limitado (via Inspire)	PMEs e prototipagem
Siemens NX Nastran	Siemens	Sim (SOL 200)	Aeroespacial/defesa
nTopology	nTopology Inc.	Sim (nativo, lattice)	Manufatura aditiva

Fonte: Elaborado pelos autores com base em Liu e Hu (2019), Wang et al. (2022) e Gaynor e Guest (2016).

A plataforma nTopology merece atenção especial pelo seu posicionamento voltado à manufatura aditiva, oferecendo ferramentas nativas de geração de estruturas *lattice* e otimização de topologia para impressão 3D metálica. Gaynor e Guest (2016) destacam que essa integração permite que o engenheiro imponha restrições de fabricabilidade diretamente no algoritmo de otimização, evitando geometrias que, embora matematicamente ótimas, seriam inviáveis de fabricar. Essa ca-

pacidade representa um crescimento significativo em relação às abordagens convencionais, que frequentemente geram resultados associados à manufatura habitual.

Do ponto de vista do custo de acesso às ferramentas, há uma diferença expressiva entre as plataformas. As licenças anuais de ANSYS Mechanical e Altair OptiStruct para uso industrial variam entre US$ 15.000 e US$ 60.000 por estação de trabalho, enquanto soluções como SolidWorks Simulation com módulo de otimização básico podem ser obtidas por valores entre US$ 5.000 e US$ 12.000 anuais. Para empresas de médio porte, essa barreira de custo é frequentemente citada como o principal obstáculo à adoção, conforme identificado por Ramos e Souza (2021) em pesquisa com fabricantes brasileiros de bens de capital.

4.2 Resultados quantitativos da integração CAE e otimização topológica

A síntese dos resultados quantitativos identificados na revisão bibliográfica revela ganhos consistentes em redução de massa, custo e ciclo de desenvolvimento nos diferentes setores industriais analisados, conforme apresentado no Quadro 2.

No setor aeroespacial, os ganhos são mais expressivos em termos de redução de massa, chegando a 60% em componentes estruturais de alta complexidade (SIGMUND; MAUTE, 2013; ZHU et al., 2016). Essa magnitude de redução está diretamente associada às restrições de desempenho mais severas do setor, que justificam o investimento em ciclos de otimização mais intensivos e no uso de materiais avançados como ligas de titânio e compósitos.

Quadro 2 – Síntese comparativa de resultados quantitativos por setor industrial

Setor	Redução de Massa	Redução de Custo	Ciclo de Dev.	Referência
Automotivo	20–45%	15–30%	−25% iterações	Bendsøe; Sigmund (2003); Liu; Hu (2019)
Aeroespacial	30–60%	20–40%	−30% fases	Sigmund; Maute (2013); Zhu et al. (2016)
Manufatura Aditiva	25–55%	10–35%	Variável	Gaynor; Guest (2016); Wang et al. (2022)
Bens de Capital	15–35%	10–25%	−20% ciclo	Ramos; Souza (2021)
Produtos de Consumo	10–30%	8–20%	−15% protótipos	Silva, Vicente e De Vito Júnior (2022)

Fonte: Elaborado pelos autores com base em Bendsøe e Sigmund (2003), Sigmund e Maute (2013), Zhu et al. (2016), Liu e Hu (2019), Gaynor e Guest (2016), Wang et al. (2022), Ramos e Souza (2021) e Silva, Vicente e De Vito Júnior (2022).

No setor automotivo, Eduardo (2018) documentou ganhos de redução de massa entre 20% e 45% em componentes de suspensão e estrutura de carroceria, com impacto direto sobre o consumo de combustível de veículos leves. A redução de custos de produção, da ordem de 15% a 30%, decorre principalmente da diminuição do volume de material removido no processo de usinagem e da redução do número de operações de acabamento necessárias. Para a manufatura aditiva, os ganhos de massa são ainda mais expressivos, pois a tecnologia permite fabricar as geometrias orgânicas resultantes da otimização sem as restrições de ferramental convencional.

Os dados do Quadro 2 evidenciam que, mesmo nos setores com menores ganhos absolutos, como produtos de consumo, a integração CAE e a otimização topológica ainda entrega reduções relevantes de massa (10–30%) e custo (8–20%), com diminuição de cerca de 15% no número de protótipos físicos necessários. Silva, Vicente e De Vito Júnior (2022) ressaltam que, para produtos de consumo, o ganho mais valorizado pelo mercado não é apenas a redução de massa, mas a capacidade de desenvolver geometrias diferenciadas que conferem identidade visual ao produto e reduzem o tempo de colocação no mercado.

4.3 Análise crítica: benefícios, limitações e fatores de sucesso

A análise crítica da literatura permite identificar três conjuntos de fatores que determinam o sucesso ou o insucesso da implementação de otimização topológica integrada à simulação CAE. O primeiro conjunto refere-se à qualidade do modelo numérico de partida: erros na definição das condições de contorno, propriedades de material ou tipo de malha propagam-se e amplificam-se ao longo das iterações de otimização, resultando em geometrias sub-ótimas ou fisicamente inconsistentes (MACKERLE, 2017). A capacitação técnica da equipe de engenharia é, portanto, um requisito indispensável, não substituível pela automação das ferramentas.

O segundo fator crítico é a integração do processo de otimização com os impeditivos reais do processo de fabricação. Gaynor e Guest (2016) demonstraram que algoritmos que ignoram restrições de mínimo de espessura, desmoldagem e direção de impressão frequentemente produzem geometrias com desempenho simulado excelente, mas custo de fabricação proibitivo. A implementação de filtros de fabricabilidade no algoritmo de otimização, disponível nas versões mais recentes dos principais softwares, reduziu esse problema de forma significativa, mas ainda exige configuração especializada por parte do engenheiro responsável.

O último fator é a integração do fluxo de otimização ao processo de gestão de desenvolvimento de produto da empresa. Wang et al. (2022) observam que implementações bem-sucedidas compartilham uma característica comum: a otimização topológica é incorporada como etapa regular do processo de projeto, e não como recurso ocasional aplicado apenas a componentes críticos.

Nessa configuração, os benefícios se acumulam de projeto para projeto, à medida que a equipe desenvolve *expertise* e os modelos de simulação são progressivamente validados com dados experimentais, criando um ciclo virtuoso de melhoria contínua.

Quadro 3 – **Síntese comparativa: benefícios, limitações e requisitos de implementação da simulação CAE e da otimização topológica**

Dimensão de Análise	Simulação CAE	Otimização Topológica
Benefícios técnicos	Previsão numérica do comportamento estrutural, térmico e dinâmico antes da fabricação; redução do número de protótipos físicos em até 28% (EDUARDO,2018)	Redistribuição matemática de material; ganhos de 20% a 60% de redução de massa por setor (SIGMUND; MAUTE, 2013; ZHU et al., 2016)
Benefícios econômicos	Redução dos custos de validação pela substituição de ensaios físicos por análises numéricas; diminuição do tempo de lançamento de produtos (EDUARDO,2018)	Redução de 10% a 40% nos custos de material; ROI recuperado entre 12 e 24 meses após implantação plena (SILVA; VICENTE; DE VITO JÚNIOR, 2022)
Limitações	Acurácia dependente da fidelidade do modelo numérico; erros de modelagem são principal causa de divergências com ensaios físicos (MACKERLE, 2017)	Dependência de malha, mínimos locais e restrições de fabricação; necessidade de calibração experimental e filtros de regularização (SIGMUND; MAUTE, 2013)
Impactos técnicos na integração	Fornece análise estrutural de partida e validação da geometria otimizada; qualidade das condições de contorno determina a acurácia do resultado final	Reduz ciclo de desenvolvimento em até 30% quando integrada ao fluxo CAE; exige restrições de fabricabilidade para evitar geometrias inviáveis (LIU; HU, 2019; GAYNOR; GUEST, 2016)
Requisitos de implementação	Capacitação técnica em MEF; plataformas com custo entre US$ 5.000 e US$ 60.000/estação/ano; calibração e validação experimental dos modelos (RAMOS; SOUZA, 2021)	Formação especializada em métodos numéricos avançados; integração ao processo de gestão de desenvolvimento de produto; configuração de filtros de fabricabilidade (WANG et al., 2022)

Fonte: Elaborado pelos autores com base em Bathe (2014), Hughes (2012), Mackerle (2017), Sigmund e Maute (2013), Zhu et al. (2016), Gaynor e Guest (2016), Liu e Hu (2019), Wang et al. (2022), Eduardo (2018) e Ramos e Souza (2021).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo analisou a viabilidade técnica e econômica da integração entre simulação CAE e otimização topológica no desenvolvimento de produtos industriais, por meio de revisão bibliográfica sistematizada. Os resultados consolidados na literatura indicam que essa integração entrega benefícios expressivos e mensuráveis em múltiplos setores, com redução de massa entre 20% e 60%, diminuição de custos de produção entre 10% e 40%, e encurtamento do ciclo de desenvolvimento de até 30%. Esses ganhos se mostram consistentes tanto em aplicações aeroespaciais de alta complexidade quanto em produtos de consumo de menor valor agregado.

A análise crítica indicou que os principais fatores para o sucesso da implementação são a qualidade do modelo numérico inicial, a inclusão das restrições de fabricabilidade no processo de otimização e a integração das ferramentas ao fluxo habitual de gestão de desenvolvimento de produto. Quando esses fatores são atendidos, o retorno financeiro proveniente do investimento em licenças de software e treinamento de equipes tende a se materializar entre o décimo segundo e o vigésimo quarto mês de implementação, conforme documentado por Silva, Vicente e De Vito Júnior (2022).

A sinergia entre otimização topológica e manufatura aditiva representa a fronteira mais promissora do campo, ao eliminar as restrições geométricas históricas que limitavam a aplicação industrial dos resultados da otimização. Para o contexto brasileiro, a principal barreira identificada é o custo de acesso às plataformas de software e a escassez de profissionais com formação específica em métodos numéricos avançados, lacuna que cursos de tecnologia em engenharia e gestão industrial têm papel fundamental em endereçar. Recomenda-se, para pesquisas futuras, a realização de estudos de caso em empresas brasileiras de médio porte, com coleta de dados primários sobre retorno sobre o investimento e barreiras de adoção no contexto nacional.

REFERÊNCIAS

BATHE, K. J. **Finite element procedures**. 2. ed. Watertown: Klaus-Jürgen Bathe, 2014.

BENDSØE, M. P.; KIKUCHI, N. Generating optimal topologies in structural design using a homogenization method. **Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering**, v. 71, n. 2, p. 197-224, 1988. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0045782588900862. Acesso em: 22 fev. 2026.

BENDSØE, M. P.; SIGMUND, O. **Topology optimization**: theory, methods and applications. 2. ed. Berlin: Springer, 2003.

EDUARDO, G. **Estudo da otimização topológica em parte da suspensão de um veículo comercial**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2018. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/16281/1/PG_DAMEC_2018_2_26.pdf. Acesso em: 25 mar. 2026.

GAYNOR, A. T.; GUEST, J. K. Topology optimization considering overhang constraints: eliminating sacrificial support material in additive manufacturing through design. **Structural and Multidisciplinary Optimization**, v. 54, n. 5, p. 1157-1172, 2016. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s00158-016-1551-x. Acesso em: 15 jan. 2025.

HUGHES, T. J. R. **The finite element method**: linear static and dynamic finite element analysis. Mineola: Dover Publications, 2012.

LIU, J.; HU, Y. Integrated topology optimization and digital manufacturing for structural design. **Journal of Manufacturing Science and Engineering**, v. 141, n. 10, 101009, 2019. Disponível em: https://asmedigitalcollection.asme.org/manufacturingscience/article/141/10/101009/955519. Acesso em: 16 mar. 2026.

MACKERLE, J. Finite element analysis and simulation of manufacturing processes. **Engineering Computations**, v. 34, n. 1, p. 258-332, 2017. Disponível em: https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/EC-01-2016-0023/full/html. Acesso em: 22 fev. 2026.

RAMOS, C. A.; SOUZA, M. T. Adoção de ferramentas CAE avançadas em empresas de bens de capital no Brasil: barreiras e oportunidades. **Revista de Gestão e Projetos**, v. 12, n. 3, p. 47-68, 2021. Disponível em: https://periodicos.uninove.br/gep. Acesso em: 22 fev. 2026.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 24. ed. São Paulo: Cortez, 2018.

SIGMUND, O.; MAUTE, K. Topology optimization approaches: a comparative review. **Structural and Multidisciplinary Optimization**, v. 48, n. 6, p. 1031-1055, 2013. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s00158-013-0978-6. Acesso em: 22 fev. 2026.

SILVA, Geovanni Santos; VICENTE, William Martins; DE VITO JÚNIOR, Artur Fernando. Otimização topológica aplicada a suportes de implementos agrícolas. *In*: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNICAMP, 30., 2022, Campinas. **Resumos** [...]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2022. Disponível em: https://sistemas-prp.unicamp.br/inscricao-congresso/resumos/2022P20389A34674O5627.pdf. Acesso em: 16 mar. 2026.

WANG, C. et al. Integrated CAE-topology optimization workflow in aerospace structural components: industry experience and lessons learned. **Aerospace Science and Technology**, v. 121, 107308, 2022. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/journal/aerospace-science-and-technology/vol/121/suppl/C. Acesso em: 16 mar. 2026.

ZHU, J. et al. Topology optimization in aircraft and aerospace structures design. **Archives of Computational Methods in Engineering**, v. 23, n. 4, p. 595-622, 2016. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s11831-015-9151-2. Acesso em: 16 mar. 2026.

Os conceitos e as opiniões expressos neste artigo são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

INTERFACE TECNOLÓGICA

TECNOLOGIA EM PRODUÇÃO INDUSTRIAL
Interface Tecnológica · v. 23, n. 1, 2026 · p. 392–400
ISSN on-line 2447-0864 · ISSN impresso 1807-3980
https://doi.org/10.31510/infa.v23i1.2474

APLICAÇÕES DA FIBRA DE CARBONO NA INDÚSTRIA AERONÁUTICA: desempenho, ciclo de vida e desafios de sustentabilidade

Applications of carbon fiber in the aerospace industry: performance, life cycle, and sustainability challenges

Giovanna Aparecida de Oliveira[1], **Ramílio Ramalho Reis Filho**[2]

AUTORIA

[1] **Giovanna Aparecida de Oliveira**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
giovanna.oliveira13@aluno.cps.sp.gov.br
ORCID: https://orcid.org/0009-0000-1348-5842

[2] **Ramílio Ramalho Reis Filho**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
ramilio.ramalho@hotmail.com
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4986-5158

HISTÓRICO

Recebido	27/04/2026
Aceito	04/06/2026
Publicado	30/06/2026

COMO CITAR

OLIVEIRA, G. A. de; REIS FILHO, R. R. Aplicações da fibra de carbono na indústria aeronáutica: desempenho, ciclo de vida e desafios de sustentabilidade. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 23, n. 1, p. 392-400, 2026. DOI: 10.31510/infa.v23i1.2474.

LICENÇA

Artigo de acesso aberto distribuído sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

cc BY 4.0

RESUMO

A busca por maior eficiência energética e redução de impactos ambientais tem direcionado a indústria aeronáutica ao uso de materiais mais leves e resistentes. Nesse contexto, os compósitos de fibra de carbono reforçados com polímero (CFRP) destacam-se por sua elevada relação resistência/peso, rigidez estrutural e resistência à corrosão, permitindo reduções significativas de massa em aeronaves modernas, como o Boeing 787 e o Airbus A350. Como consequência, observa-se diminuição no consumo de combustível e nas emissões de dióxido de carbono (CO_2) durante a operação. Entretanto, os benefícios obtidos em serviço contrastam com limitações relevantes ao longo do ciclo de vida do material. Entre os principais desafios, destacam-se a detecção e o reparo de danos por impacto pouco visíveis (BVID), os elevados custos de manutenção especializada e as restrições associadas à reciclagem de matrizes termofixas. Diante disso, este estudo apresenta uma revisão bibliográfica sobre as aplicações dos CFRP na indústria aeronáutica, abordando suas propriedades, processos produtivos, aplicações estruturais, vantagens operacionais e limitações. Os resultados evidenciam que, embora esses compósitos representem um avanço tecnológico significativo, sua consolidação como solução sustentável depende do desenvolvimento de tecnologias mais eficientes de reciclagem e de uma abordagem integrada que considere todo o ciclo de vida do material.

Palavras-chave: Fibra de carbono. CFRP. Indústria aeronáutica. Ciclo de vida. Reciclagem.

ABSTRACT

The pursuit of greater energy efficiency and reduced environmental impact has driven the aeronautical industry toward the use of lighter and more resistant materials. In this context, carbon fiber reinforced polymer (CFRP) composites stand out due to their high strength-to-weight ratio, structural stiffness, and corrosion resistance, enabling significant weight reduction in modern aircraft such as the Boeing 787 and Airbus A350. As a result, lower fuel consumption and reduced carbon dioxide (CO_2) emissions can be observed during operation. However, the benefits achieved in service are contrasted by relevant limitations throughout the material's life cycle. Among the main challenges are the detection and repair of barely visible impact damage (BVID), high maintenance costs, and limitations associated with the recycling of thermoset matrices. Therefore, this study presents a bibliographic review of CFRP applications in the aeronautical industry, addressing their properties, manufacturing processes, structural applications, operational advantages, and limitations. The findings indicate that, although these composites represent a significant technolo-

gical advancement, their full sustainability depends on the development of more efficient recycling technologies and a comprehensive life cycle approach.

Keywords: Carbon fiber. CFRP. Aeronautical industry. Life cycle. Recycling.

1 INTRODUÇÃO

O aumento contínuo da demanda por transporte aéreo, aliado às exigências ambientais cada vez mais rigorosas, tem impulsionado a indústria aeronáutica a buscar soluções estruturais mais eficientes. Nesse cenário, a redução de peso das aeronaves torna-se um fator determinante, uma vez que influencia diretamente o consumo de combustível e as emissões de dióxido de carbono (CO_2). Embora materiais metálicos tradicionais, como ligas de alumínio e titânio, ainda sejam amplamente utilizados, suas limitações relacionadas à densidade, suscetibilidade à corrosão e comportamento em fadiga evidenciam a necessidade de alternativas mais avançadas do ponto de vista tecnológico (GAY; HOA; TSAI, 2003; BAKER; DUTTON; KELLY, 2004; YANG; BOYD; WANG, 2022).

Diante dessas restrições, os compósitos de fibra de carbono reforçados com polímero (*Carbon Fiber Reinforced Polymers* – CFRP) consolidaram-se como uma das principais inovações tecnológicas das últimas décadas. Caracterizados pela elevada relação resistência/peso, rigidez superior e excelente durabilidade, os CFRP possibilitam reduções significativas de massa estrutural, resultando em menor consumo de combustível e emissões reduzidas durante a operação das aeronaves. Conforme demonstram Feraboli, Kedward e Rodriguez (2021), modelos modernos como o Boeing 787 Dreamliner e o Airbus A350 XWB ilustram essa transformação ao incorporar percentuais elevados de compósitos em suas estruturas primárias e secundárias (AIRBUS, 2022).

Entretanto, o sucesso operacional dos CFRP não é isento de desafios. Embora apresentem desempenho excepcional em voo, questões relacionadas à inspeção e reparo de danos por impacto pouco visíveis, conhecidos como *Barely Visible Impact Damage* (BVID), aos elevados custos de manutenção especializada e, principalmente, à limitada reciclabilidade ao final da vida útil configuram um desequilíbrio entre os benefícios obtidos durante a operação e as dificuldades associadas ao ciclo de vida completo do material. Conforme alertam Soutis (2005) e Gibson (2021), esse cenário evidencia que a adoção dos CFRP deve ser analisada não apenas sob a perspectiva do desempenho em voo, mas também considerando seus impactos ao longo de todo o ciclo de vida.

Nesse contexto, torna-se fundamental compreender as propriedades, aplicações, processos produtivos e desafios associados ao ciclo de vida dos compósitos de fibra de carbono. Assim, este estudo realiza uma revisão bibliográfica sobre o uso dos CFRP na indústria aeronáutica, com ênfase no equilíbrio entre eficiência operacional e sustentabilidade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Os compósitos de fibra de carbono são materiais estruturais desenvolvidos a partir da combinação de dois elementos com funções complementares: fibras de carbono, responsáveis pela resistência mecânica e rigidez, e uma matriz polimérica, geralmente de base epóxi, que atua na transferência de esforços e na proteção do reforço. Essa configuração permite que o material apresente desempenho superior quando comparado aos seus constituintes isolados, especialmente em aplicações que exigem elevada eficiência estrutural. Segundo Gay, Hoa e Tsai (2003) e Gibson (2021), os CFRP apresentam ainda comportamento anisotrópico, no qual suas propriedades variam conforme a orientação das fibras, possibilitando o direcionamento do material para atender condições específicas de carregamento.

O desenvolvimento dos CFRP intensificou-se na segunda metade do século XX em resposta às demandas aeroespaciais por estruturas mais leves e resistentes. Segundo Campbell (2006) e Zhang, Li e Zhou (2023), sua consolidação ocorreu a partir da década de 1960 com o uso do PAN como precursor. Do ponto de vista estrutural, as fibras de carbono consistem em átomos organizados em planos grafíticos alinhados ao longo do eixo da fibra, conferindo elevada resistência à tração e rigidez. Como observam Neto e Pardini (2021), a matriz polimérica complementa essa estrutura ao distribuir esforços e proteger o reforço, garantindo a integridade do material em diferentes condições de carregamento.

Essa combinação de propriedades, associada à baixa densidade (entre 1,5 e 1,8 g/cm^3), à elevada resistência à fadiga e à imunidade à corrosão, torna os CFRP particularmente adequados para a indústria aeronáutica. Em comparação com materiais metálicos tradicionais, como alumínio e titânio, esses compósitos permitem significativa redução de peso e maior durabilidade, embora apresentem modos de falha distintos, como delaminação entre camadas e danos por impacto pouco visíveis (BVID), que exigem técnicas avançadas de inspeção e estratégias específicas de projeto (SOUTIS, 2005; BAKER; DUTTON; KELLY, 2004).

Em síntese, as características dos CFRP atendem diretamente às demandas atuais da aviação por estruturas mais leves e eficientes. No entanto, a plena exploração dessas vantagens depende não apenas das propriedades do material, mas também da forma como ele é fabricado, mantido e, especialmente, reciclado ao final de sua vida útil, aspectos que serão explorados nas seções seguintes.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho caracteriza-se como uma revisão bibliográfica de natureza qualitativa e analítica, desenvolvida com o objetivo de reunir, organizar e analisar criticamente a produção científica e técnica sobre as aplicações dos compósitos de fibra de carbono na indústria aeronáutica, com ênfase no desempenho, no ciclo de vida e nos desafios de sustentabilidade. A escolha por essa abordagem justifica-se pela necessidade de integrar resultados dispersos em diferentes fontes e de construir uma síntese capaz de evidenciar o equilíbrio entre os ganhos operacionais e as limitações associadas ao fim de vida útil do material.

A busca bibliográfica foi realizada entre os meses de fevereiro e abril de 2026, nas bases de dados científicas *Scopus, Web of Science e ScienceDirect,* complementadas por documentos técnicos e relatórios institucionais do setor aeronáutico, como publicações da Airbus e da Boeing. Essas bases foram selecionadas por sua relevância nas áreas de engenharia de materiais e tecnologias aeroespaciais. Para a localização das fontes, foram empregadas palavras-chave em português e em inglês, combinadas por meio dos operadores booleanos *and* e *or*. Entre as combinações utilizadas destacam-se: *carbon fiber reinforced Polymer aircraft*; *CFRP recycling*; *composite materials and life cycle*; e os correspondentes em português, como “fibra de carbono”, “indústria aeronáutica”, “compósitos” e “reciclagem”.

Como critérios de inclusão, foram considerados artigos científicos, livros técnicos, normas e relatórios institucionais que abordassem diretamente as propriedades, os processos de fabricação, as aplicações estruturais, as vantagens operacionais ou o ciclo de vida dos CFRP em aeronaves comerciais, redigidos em português ou inglês e com texto disponível na íntegra. Foram excluídos os trabalhos que tratavam exclusivamente de aplicações fora do setor aeronáutico, os estudos

sem relação direta com o tema central, os resumos não acompanhados do texto completo e as publicações duplicadas entre as bases consultadas.

O intervalo temporal priorizado para as publicações analisadas compreendeu os anos de 2003 a 2025, de modo a contemplar tanto as obras de referência consolidadas sobre o comportamento mecânico dos compósitos quanto os estudos mais recentes a respeito de reciclagem e sustentabilidade. Em situações específicas, foram mantidas referências clássicas anteriores a esse período, em razão de sua relevância para a fundamentação teórica do tema.

Após a aplicação dos critérios descritos, os materiais selecionados foram submetidos a uma leitura analítica e organizados por meio de categorização temática, agrupando-se as informações em eixos relacionados a propriedades e fundamentos dos materiais, processos produtivos, aplicações estruturais, vantagens operacionais e impactos econômicos, desafios no ciclo de vida e reciclagem ao fim de vida útil. A partir desse agrupamento, procedeu-se à análise comparativa entre os estudos, buscando identificar convergências, divergências e lacunas na literatura. Tal procedimento orientou a estruturação da seção de resultados e discussão e visou assegurar maior transparência metodológica, confiabilidade dos resultados e reprodutibilidade da pesquisa.

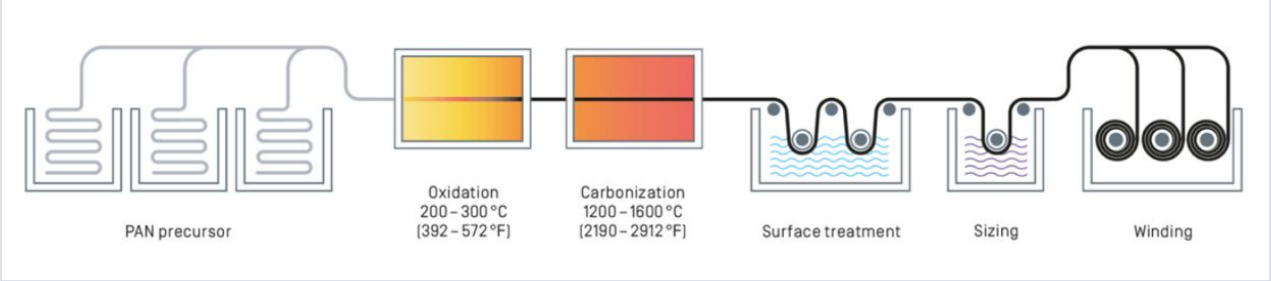
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise das fontes selecionadas, os resultados foram organizados em cinco eixos temáticos que percorrem o ciclo de vida dos compósitos de fibra de carbono na aviação: os processos produtivos empregados em sua fabricação; as aplicações estruturais nas aeronaves comerciais; as vantagens operacionais e os impactos econômicos decorrentes de seu uso; os desafios e limitações associados à manutenção e ao fim de vida útil; e, por fim, a reciclagem e a gestão de resíduos. Essa organização permite confrontar os benefícios obtidos durante a operação com as dificuldades observadas nas demais etapas, evidenciando o equilíbrio, ainda incompleto, entre desempenho e sustentabilidade.

4.1 Processos produtivos

O desempenho dos compósitos de fibra de carbono depende diretamente dos processos empregados em sua fabricação, que influenciam qualidade, custo e viabilidade econômica. O processo de fabricação das fibras de carbono inicia-se com o precursor poliacrilonitrila (PAN), que passa por etapas de oxidação, carbonização em altas temperaturas e tratamentos superficiais, resultando em fibras com elevada resistência mecânica e rigidez. A Figura 1 ilustra de forma simplificada essa sequência de transformações.

Figura 1 – Etapas do processo de fabricação da fibra de carbono a partir do PAN

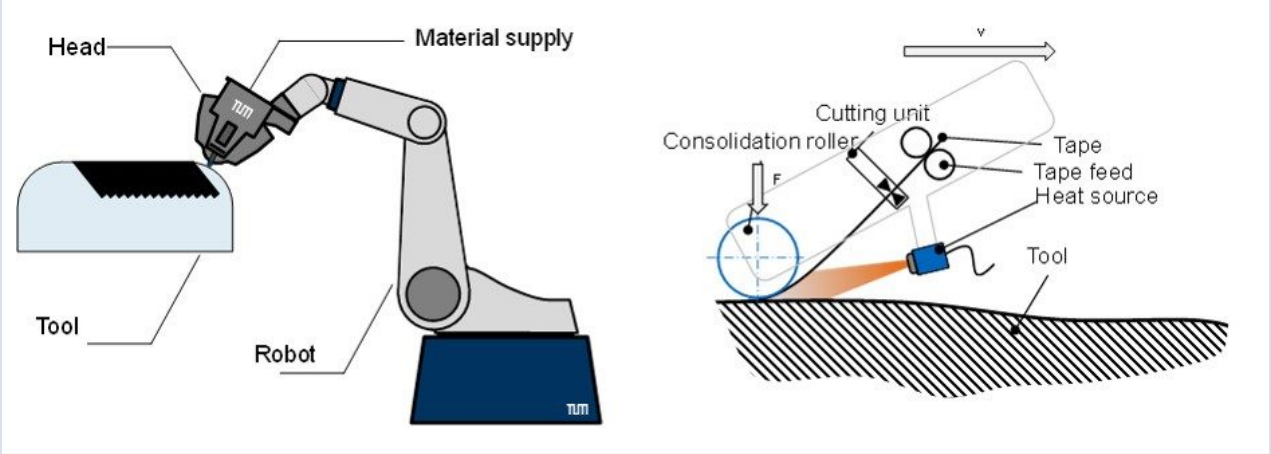


Fonte: TY Magnets (2023).

Entre os métodos mais utilizados na indústria aeronáutica destaca-se a cura em autoclave, que oferece alta qualidade, baixa porosidade e excelente consolidação do material. Como destaca Gibson (2021), no entanto, seu elevado consumo energético e custo operacional limitam sua aplicação em larga escala.

Como alternativas mais eficientes, ganham espaço a Moldagem por Transferência de Resina (RTM) e a Colocação Automatizada de Fibras (*Automated Fiber Placement* – AFP). A RTM permite maior repetibilidade e redução de custos em produção seriada, enquanto a AFP possibilita deposição precisa e automatizada de fibras, diminuindo desperdícios e melhorando a consistência estrutural em peças de grande porte (POTTER; KHAN; WISE, 2022; SOUTIS, 2005). A Figura 2 apresenta o processo de colocação automatizada de fibras em ação.

Figura 2 – **Processo de colocação automatizada de fibras (AFP) na fabricação de compósitos aeronáuticos**



Fonte: Technical University of Munich (2024).

Atualmente, os processos fora da autoclave (*Out-of-Autoclave* – OoA) representam uma tendência importante, pois reduzem significativamente os custos energéticos e de infraestrutura sem comprometer substancialmente a qualidade do componente. Para Feraboli, Kedward e Rodriguez (2021), essa evolução é fundamental para tornar o uso de CFRP mais econômico e sustentável na indústria aeronáutica.

4.2 Aplicações na indústria aeronáutica

A utilização dos compósitos de fibra de carbono reforçados com polímero tem promovido mudanças significativas na concepção estrutural das aeronaves. Em comparação com a construção tradicional baseada em componentes metálicos unidos por rebites e juntas, os compósitos permitem a fabricação de estruturas de grande dimensão com maior nível de integração, reduzindo descontinuidades e concentrações de tensão.

Essa aplicação é particularmente evidente em estruturas primárias, como fuselagem, asas e empenagem, responsáveis por suportar esforços críticos de operação. Em aeronaves modernas, como o Boeing 787 Dreamliner, aproximadamente 50% da massa estrutural e cerca de 80% do volume são compostos por materiais compósitos. De forma semelhante, o Airbus A350 XWB apresenta entre 52% e 54% de sua estrutura composta por CFRP. Além da redução de peso, a utilização de superfícies mais contínuas contribui para a diminuição do arrasto aerodinâmico e para a melhoria da eficiência em voo (BAKER; DUTTON; KELLY, 2004; AIRBUS, 2022).

Além das estruturas principais, os CFRP são empregados em carenagens, painéis internos, pisos e divisórias, contribuindo para a redução da massa total da aeronave. A possibilidade de orientar as fibras conforme as condições de carregamento permitem otimizar componentes e integrar funções estruturais, térmicas e acústicas, ampliando a liberdade de projeto e os ganhos de desempenho (FERABOLI; KEDWARD; RODRIGUEZ, 2021). Entretanto, a adoção crescente desses materiais exige elevado controle dos processos de fabricação e técnicas específicas de inspeção e reparo. Dessa forma, sua aplicação representa não apenas uma mudança de material, mas também uma transformação nos métodos de projeto, manufatura e manutenção adotados pela indústria aeronáutica.

4.3 Vantagens operacionais e impactos econômicos

Os compósitos de fibra de carbono proporcionam ganhos operacionais relevantes devido à redução de massa estrutural, refletindo em menor consumo de combustível e menores emissões de CO_2 ao longo da operação (AIRBUS, 2022). Sua elevada resistência à fadiga e à corrosão também reduz intervenções de manutenção e aumenta a disponibilidade das aeronaves. Sob a perspectiva econômica, embora o custo inicial seja superior ao dos materiais convencionais, parte desse investimento pode ser compensada pela economia operacional acumulada ao longo da vida útil. Entretanto, tais benefícios dependem do perfil de missão e da intensidade de utilização da frota (FERABOLI; KEDWARD; RODRIGUEZ, 2021).

Observa-se, entretanto, que os estudos analisados não convergem integralmente quanto à magnitude dos benefícios econômicos proporcionados pelos compósitos de fibra de carbono. Enquanto Airbus (2022) e Feraboli, Kedward e Rodriguez (2021) destacam reduções expressivas nos custos operacionais associadas à economia de combustível e à menor incidência de corrosão, outros trabalhos ressaltam que esses ganhos dependem fortemente do perfil operacional da aeronave, da frequência de utilização e dos custos relacionados à manutenção especializada. Essa divergência evidencia que a viabilidade econômica dos CFRP deve ser analisada sob uma perspectiva sistêmica, considerando todo o ciclo de vida da aeronave e não apenas os benefícios observados durante a operação.

4.4 Desafios e limitações no ciclo de vida

Apesar dos ganhos operacionais proporcionados pelos compósitos de fibra de carbono, sua utilização ainda impõe desafios relevantes nas etapas de manutenção, reparo e fim de vida útil. Um dos principais problemas é o *Barely Visible Impact Damage* (BVID), caracterizado por danos internos causados por impactos de baixa energia que podem não apresentar sinais externos evidentes. Esses defeitos incluem delaminações e fissuras na matriz polimérica, exigindo técnicas avançadas de inspeção, como ultrassom e termografia, que elevam os custos de manutenção e aumentam o tempo de indisponibilidade das aeronaves (SOUTIS, 2005; GIBSON, 2021).

Outro desafio significativo está relacionado à reciclagem dos CFRP termofixos. A presença da matriz epóxi dificulta a separação das fibras de carbono, enquanto os processos atualmente disponíveis ainda apresentam limitações de custo, escala e eficiência. Como consequência, parte do material recuperado é destinada a aplicações de menor valor agregado, reduzindo o potencial de circularidade desses compósitos (ZHANG; LI; ZHOU, 2023). Nesse contexto, observa-se uma contradição importante: enquanto os CFRP proporcionam elevada eficiência operacional durante a vida útil da aeronave, os processos de reparo, reaproveitamento e reciclagem evoluem em ritmo mais lento. Essa assimetria evidencia que os desafios atuais não se limitam ao desempenho estru-

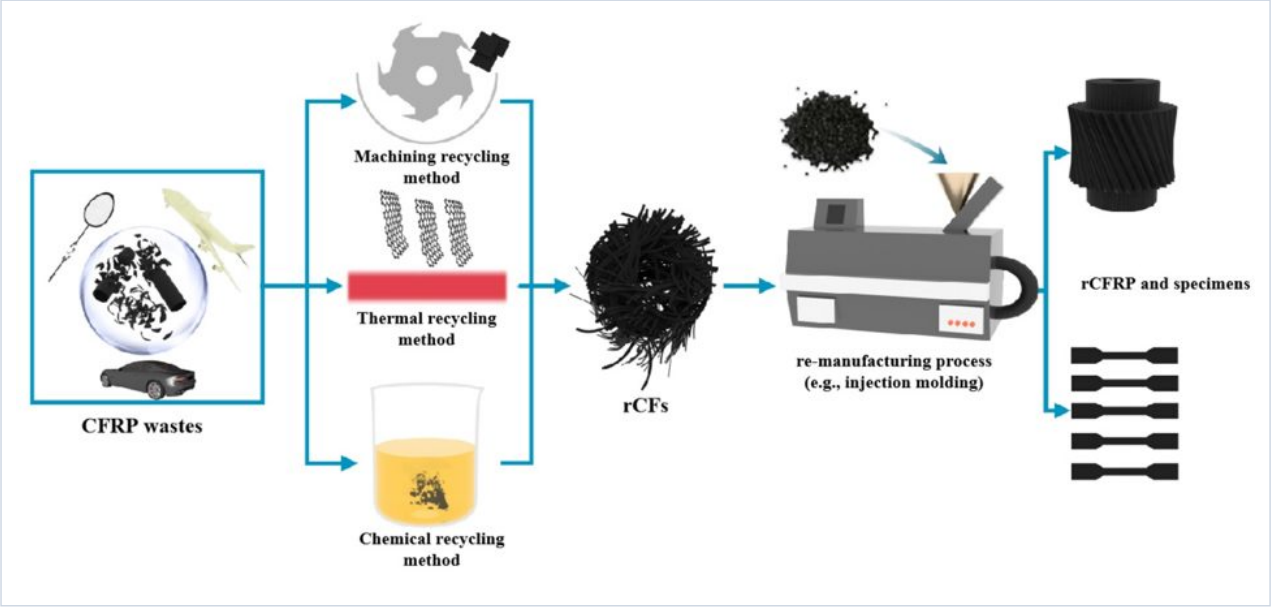
tural, mas envolvem a incorporação efetiva de princípios de economia circular e recuperação de materiais em escala industrial, condição necessária para que os benefícios obtidos durante a operação sejam sustentáveis ao longo de todo o ciclo de vida.

4.5 Reciclagem e gestão de resíduos de CFRP no fim de vida útil

A gestão adequada dos resíduos de compósitos de fibra de carbono ao final da vida útil das aeronaves constitui o elo mais crítico para que a sustentabilidade prometida por esses materiais se concretize de fato. Com o aumento da aposentadoria de aeronaves como o Boeing 787 e o Airbus A350, que contêm entre 50% e 54% de compósitos em sua estrutura, projeta-se que o setor aeronáutico gerará centenas de milhares de toneladas de resíduos de CFRP até 2050. Diferentemente dos metais, que podem ser facilmente fundidos e reutilizados, os CFRP termofixos apresentam uma matriz epóxi altamente reticulada que dificulta a separação das fibras de carbono, tornando o descarte correto um desafio técnico, econômico e ambiental. Segundo Meng et al. (2020) e Airbus (2025), o correto manejo exige desmontagem seletiva, segregação dos materiais e encaminhamento para processos certificados de reciclagem.

Na prática, os principais métodos de reciclagem disponíveis hoje são a reciclagem mecânica, a térmica (pirólise) e a química (*solvolysis*). A Figura 3 apresenta de forma esquemática essas rotas, evidenciando o fluxo desde os resíduos de CFRP até a recuperação das fibras e sua posterior remanufatura em novos produtos.

Figura 3 – Rotas de reciclagem e remanufatura de compósitos de fibra de carbono (CFRP)



Fonte: Latko-Durałek, Dyner e Kędziora (2023).

A reciclagem mecânica, por meio de moagem e trituração, é a mais simples e de menor custo energético, produzindo fibras curtas ou pó que podem ser reutilizadas como carga em novos compósitos ou materiais não estruturais. Conforme Witik et al. (2013) e Pires, Moreira e Silva (2022), estudos de Avaliação do Ciclo de Vida indicam redução de até 3,3 vezes no impacto climático em comparação com o aterro. A pirólise térmica, método dominante no setor aeroespacial, decompõe a resina em ausência de oxigênio e recupera fibras com 70% a 90% da resistência original. Já a *solvolysis* química permite recuperar fibras mais longas e limpas, com maior potencial para aplica-

ções de alto valor, embora ainda seja mais cara e energética (LATKO-DURAŁEK; DYNER; KĘDZIORA, 2023).

Apesar dos avanços, a reciclagem de CFRP na aviação enfrenta barreiras estruturais significativas. A contaminação por tintas, adesivos, metais e retardantes de chama reduz a pureza do material recuperado, frequentemente limitando-o ao *down-cycling*. O alto custo energético de alguns processos e a falta de uma cadeia logística madura para coleta e processamento de aeronaves descomissionadas levam muitos operadores a optarem por soluções menos sustentáveis. Programas como a parceria Airbus-Daher-Toray-TARMAC Aerosave e o projeto ReFrame demonstram a viabilidade de *loops* fechados, mas ainda dependem de incentivos regulatórios e investimentos em infraestrutura.

Cabe observar que, enquanto a literatura de base laboratorial tende a enfatizar os ganhos técnicos de cada rota de recuperação, as fontes de natureza institucional concentram-se na viabilidade econômica em escala industrial, o que ajuda a explicar por que resultados promissores em ambiente controlado ainda não se traduziram em soluções amplamente adotadas. No contexto brasileiro, onde a Embraer e o mercado de MRO crescem, o desenvolvimento de capacidades locais de reciclagem poderia transformar um passivo ambiental em oportunidade econômica, reduzindo a dependência de fibras virgens e alinhando o setor às metas de economia circular (AIRBUS, 2022; BOEING, 2023).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente revisão bibliográfica demonstrou que os compósitos de fibra de carbono consolidaram-se como um dos principais materiais da aviação contemporânea, permitindo avanços significativos na redução de massa estrutural, na eficiência operacional e no desempenho das aeronaves. Sua ampla aplicação em estruturas primárias e secundárias evidencia a relevância dos CFRP para atender às exigências atuais do setor aeronáutico em termos de desempenho, segurança e sustentabilidade.

Os estudos analisados indicam consenso quanto aos benefícios operacionais proporcionados pelos compósitos, especialmente em relação à economia de combustível e à redução das emissões associadas ao transporte aéreo. Entretanto, também evidenciam que tais vantagens devem ser avaliadas sob a perspectiva do ciclo de vida completo do material. Aspectos relacionados à inspeção, reparo e reciclagem ainda representam desafios relevantes, sobretudo diante do crescimento do número de aeronaves compostas por elevadas proporções de CFRP.

Observou-se ainda que os avanços obtidos no desenvolvimento e na aplicação desses materiais têm ocorrido em ritmo superior à evolução das tecnologias de recuperação e reaproveitamento ao final da vida útil. Dessa forma, a consolidação dos compósitos como solução efetivamente sustentável dependerá não apenas de melhorias em desempenho estrutural, mas também do fortalecimento de processos de economia circular, reciclagem e remanufatura em escala industrial.

Conclui-se, portanto, que os CFRP representam uma tecnologia estratégica para o futuro da indústria aeronáutica. Contudo, a plena materialização de seus benefícios exigirá a integração entre inovação em materiais, eficiência produtiva e gestão sustentável do ciclo de vida, permitindo que os ganhos obtidos durante a operação das aeronaves sejam compatíveis com as demandas ambientais e econômicas do setor.

REFERÊNCIAS

AIRBUS. **A350 XWB aircraft characteristics**: airport and maintenance planning. Toulouse: Airbus, 2022.

AIRBUS. **Global Market Forecast 2025-2044**. Toulouse: Airbus, 2025.

BAKER, A.; DUTTON, S.; KELLY, D. **Composite materials for aircraft structures**. 2. ed. Reston: AIAA, 2004.

BOEING. **787 Dreamliner**. Chicago: Boeing, 2023.

CAMPBELL, F. C. **Manufacturing technology for aerospace structural materials**. Oxford: Elsevier, 2006.

FERABOLI, P.; KEDWARD, K.; RODRIGUEZ, E. Carbon fiber composites in the aircraft industry: current status and future trends. **Journal of Composite Materials**, v. 55, n. 12, p. 1587-1605, 2021.

GAY, D.; HOA, S. V.; TSAI, S. W. **Composite materials**: design and applications. Boca Raton: CRC Press, 2003.

GIBSON, R. F. **Principles of composite material mechanics**. 4. ed. Boca Raton: CRC Press, 2021.

LATKO-DURAŁEK, P.; DYNER, M.; KĘDZIORA, Ł. Recycling of carbon fiber reinforced polymers (CFRP): a review. **Polymers**, v. 15, n. 1, 170, 2023.

MENG, F.; MCILHAGGAR, A.; BROWNE, D. J.; CHANG, S. Recycling of carbon fibre reinforced composites: a review of current technologies and future opportunities. **Journal of Cleaner Production**, v. 273, 2020.

NETO, F. L.; PARDINI, L. C. **Compósitos poliméricos**: ciência e tecnologia. São Paulo: Blucher, 2021.

PIRES, A.; MOREIRA, P.; SILVA, J. Recycling of carbon fiber reinforced polymers for aerospace applications. **Journal of Cleaner Production**, v. 330, 2022.

POTTER, K.; KHAN, B.; WISE, S. Out-of-autoclave processing of composites for aerospace applications. **Composites Part A**, v. 152, 2022.

SOUTIS, C. Fibre reinforced composites in aircraft construction. **Progress in Aerospace Sciences**, v. 41, p. 143-151, 2005.

TECHNICAL UNIVERSITY OF MUNICH. **Automated Fiber Placement (AFP)**. 2024.

TY MAGNETS. **Introdução ao polímero reforçado com fibra de carbono (CFRP)**. 2023.

WITIK, R. A.; PAYET, J.; MICHAUD, V.; LUDWIG, C.; MÅNSON, J.-A. Economic and environmental assessment of composite materials for aircraft structures. **Composites Part A**, v. 49, p. 89-102, 2013.

YANG, Y.; BOYD, S. E.; WANG, X. Recycling and reuse of carbon fiber reinforced polymer composites: a review. **Composites Part B**, v. 230, 2022.

ZHANG, J.; LI, W.; ZHOU, K. Past, present and future prospective of global carbon fibre composites. **Composites Part B**, 2023.

Os conceitos e as opiniões expressos neste artigo são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

INTERFACE TECNOLÓGICA

SEÇÃO 05

TECNOLOGIA EM COMUNICAÇÃO

1 artigo

VOLUME 23 · NÚMERO 1 · 2026

INTERFACE TECNOLÓGICA

TECNOLOGIA EM COMUNICAÇÃO
Interface Tecnológica · v. 23, n. 1, 2026 · p. 402–412
ISSN on-line 2447-0864 · ISSN impresso 1807-3980
https://doi.org/10.31510/infa.v23i1.2423

ENTRE PRODUÇÃO E RECONHECIMENTO: a visibilidade dos grupos de pesquisa da Fatec Taquaritinga

Between production and recognition: the visibility of research groups at Fatec Taquaritinga

Pedro Augusto Pivetta[1], **Ricardo José Sartor**[2]

AUTORIA

[1] **Pedro Augusto Pivetta**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
pedroaugustopivetta@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0001-4824-7999

[2] **Ricardo José Sartor**
Fatec Taquaritinga – SP – Brasil
ricardo.sartor@cps.sp.gov.brfatec
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3439-8726

HISTÓRICO

Recebido	16/04/2026
Aceito	04/06/2026
Publicado	30/06/2026

COMO CITAR

PIVETTA, P. A.; SARTOR, R. J. Entre produção e reconhecimento: a visibilidade dos grupos de pesquisa da Fatec Taquaritinga. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 23, n. 1, p. 402-412, 2026. DOI: 10.31510/infa.v23i1.2423.

LICENÇA

Artigo de acesso aberto distribuído sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

cc BY 4.0

RESUMO

O presente estudo tem como objetivo analisar a visibilidade dos grupos de pesquisa da Fatec Taquaritinga e o reconhecimento da instituição como produtora de conhecimento científico, considerando o impacto das redes sociais nesse processo. A metodologia adotada foi de caráter quantitativo não probabilístico, com coleta de dados por meio de questionário aplicado online e presencialmente, totalizando 164 respondentes, além da análise das redes sociais institucionais e revisão bibliográfica. Os resultados indicam que o público é majoritariamente jovem, com forte concentração local, e que há baixo nível de conhecimento sobre os grupos de pesquisa, embora projetos mais simples apresentem maior reconhecimento. Observou-se também que os meios digitais, especialmente redes sociais como Instagram, são os principais canais de acesso à informação, superando mídias tradicionais. Conclui-se que, apesar do potencial das redes sociais para ampliar o alcance da produção científica, a divulgação ainda é limitada e pouco sistematizada, sendo necessária a adoção de estratégias de comunicação mais eficazes, com linguagem acessível e formatos atrativos, a fim de ampliar o reconhecimento institucional e democratizar o acesso ao conhecimento científico.

Palavras-chave: Divulgação científica. Redes sociais. Grupos de pesquisa. Marketing digital. Ensino superior.

ABSTRACT

The present study aims to analyze the visibility of research groups at Fatec Taquaritinga and the recognition of the institution as a producer of scientific knowledge, considering the impact of social media in this process. The methodology adopted was quantitative and non-probabilistic, with data collection carried out through questionnaires applied both online and in person, totaling 164 respondents, in addition to the analysis of institutional social media and a bibliographic review. The results indicate that the audience is predominantly young, with a strong local concentration, and that there is a low level of awareness regarding the research groups, although simpler projects show greater recognition. It was also observed that digital media, especially social networks such as Instagram, are the main channels for accessing information, surpassing traditional media. It is concluded that, despite the potential of social media to expand the reach of scientific production, dissemination is still limited and not very systematic, making it necessary to adopt more effective communication strategies, with accessible language and engaging formats, in order to enhance institutional recognition and democratize access to scientific knowledge.

Keywords: Scientific dissemination. Social media. Research groups. Digital marketing. Higher education.

1 INTRODUÇÃO

Há algum tempo os meios digitais vêm tomando o seu lugar no mundo científico e acadêmico, como um meio de compartilhar e de comunicar o conhecimento científico. Não tão somente os mesmos meios são usados por leigos de todos os tipos. Marcas dos mais diversos ramos os utilizam devido a sua vasta abrangência como forma de se destacar. Desse modo, se faz necessário analisar o impacto da marca Fatec Taquaritinga no ciberespaço, quanto ao reconhecimento da instituição como produtora e disseminadora de conhecimento acadêmico. Sendo assim, este trabalho se compromete a mensurar o raio de alcance das redes sociais, quanto aos trabalhos produzidos pela instituição.

A pesquisa tem por objetivos mensurar o nível de conhecimento do público em geral sobre os trabalhos realizados na instituição, buscando saber dentre outras coisas qual perfil de público tem mais conhecimento acerca dos trabalhos da instituição. Tomando tais resultados como base, pode-se definir o quanto a divulgação por meio de redes sociais tem influenciado no respectivo conhecimento, e qual público mais consome informações por esse meio de divulgação.

O trabalho se faz necessário para o alinhamento das decisões de comunicação da instituição, tornando-as mais assertivas e permitindo ajustes caso os resultados de tais ações não estiverem alinhados com os resultados aqui mensurados.

Na próxima seção apresenta-se o levantamento teórico acerca do tema a partir de trabalhos já desenvolvidos por outros pesquisadores, seguido pelos métodos usados para o desenvolvimento desta pesquisa e ainda, na sequência, os dados e resultados encontrados.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Barbosa e Sousa (2017) definem as redes sociais como um ambiente onde pessoas com objetivos em comum podem compartilhar e produzir conhecimento.

Os autores pontuam as redes como forma de descentralizar o conhecimento científico, pois neste ambiente especialistas e leigos podem relacionar-se simultaneamente sem a real necessidade de linguagem técnica.

Antes do início das redes virtuais, o conhecimento científico se propagava por meios analógicos, tais como a publicação de periódicos, livros e artigos físicos, esse processo além de custoso, dificultava o seu acesso, que por muitas vezes se restringia apenas a universidades.

Embora essa nova tecnologia possua algumas restrições em relação aos meios tradicionais de divulgação, a sua utilização permite alcançar um número exponencialmente maior de pessoas.

Recuero (2009) afirma que esta tecnologia amplificou de forma significativa o alcance com o qual as pessoas se comunicam. Assim espaços físicos e barreiras geológicas deixam de ser empecilhos nesse processo.

Spaller (2023) pontua as instituições de ensino e pesquisa, como enormes produtoras de conhecimento científico, visto que são responsáveis por realizar pesquisas nos mais diversos campos e nas mais adversas áreas. Sendo assim, a presença de tais instituições no meio digital, torna-se algo imprescindível.

No cenário atual, vemos uma sociedade mais conectada do que nunca onde precisa-se cada vez mais de informações verídicas vindas de fontes seguras. Fontes de informação confiáveis ajudam a combater o fenômeno da desinformação vindo desse processo de digitalização.

Dias, Dias e Santa Anna (2020) acentuam que apesar de a mídia digital não ser reconhecida como meio formal de divulgação pela comunidade científica, o seu uso é indispensável, uma vez que o seu enorme alcance, proporciona visibilidade para trabalhos científicos, tais como pesquisas e artigos, levando pessoas de diferentes grupos a acessá-los.

Essas mídias que há anos vinham ganhando cada vez mais espaço, ganharam um destaque ainda maior durante a pandemia de Covid-19. Cabral (2022) afirma que a maioria das instituições aderiu a este tipo de abordagem, superando meios tradicionais de comunicação consolidados, como a TV e o rádio. Devido a possibilidade de personalização, alta interatividade e fácil utilização das mídias digitais, se torna natural aderir a esses meios atualmente, onde uma parcela da população os prefere em detrimento aos meios de comunicação tradicionais no consumo de informação.

O marketing que era já usado em meios analógicos, passa então a ser usado como uma ferramenta por empresas no meio digital de todos os ramos, para dar visibilidade a seus produtos.

Silva e Vieira (2018) defendem a importância do marketing na divulgação e defesa do "Nome" de uma instituição. Segundo as autoras, o marketing é responsável por tornar produtos e serviços conhecidos.

A importância da marca de uma instituição, se deve ao fato desta ser responsável por representar a instituição em si, em diversos ambientes diferentes, incluindo o meio digital. Por meio do uso de uma narrativa de comunicação em todos os meios de comunicação necessários, a marca transmite confiança e credibilidade ao seu público, ao passo que zela por sua própria reputação.

Silva e Vieira (2018) ainda definem o conceito de marketing digital como sendo um conjunto de ações de ganho de visibilidade, em ambientes virtuais, essa visibilidade e alcance somada a interatividade colaboram na criação de uma identidade virtual e um relacionamento mais profundo com o cliente.

Silva (2015) reforça que este tipo de marketing cria uma relação com o público-alvo em questão, não somente para que ele consuma, mas para que interaja.

Esse processo de relacionamento pode se dar por diferentes maneiras tais como, *post*, vídeos, *trends*, *lives*, incentivando o público a participar, deixando críticas ou melhorias do que pode ser feito, em outras palavras fazer com que ele se importe com a marca com a qual se relaciona.

3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste trabalho possui caráter quantitativo não probabilístico, a partir de dados gerados por questionário digital distribuído por meio de redes sociais, bem como por coleta de dados presencial. Na etapa de coleta de dados foram obtidas 164 respostas. A divulgação do questionário digital foi realizada pelas redes sociais da própria faculdade pelo recurso dos *Stories*, que permitem que sejam enviados textos e hiperlink que conduz o expectador diretamente ao questionário digital. O mesmo recurso também foi utilizado pelos pesquisadores em suas próprias redes sociais, aumentando a abrangência do público atingido. Além disso, o questionário digital garante o anonimato das respostas, o que favorece maior liberdade para que os participantes expressem suas opiniões no momento que considerarem mais adequado (ZANELLA, 2013).

Outro método utilizado foi a análise de dados das próprias redes sociais, com o intuito de medir o nível de conhecimento do público a respeito dos trabalhos acadêmicos realizados na instituição, mensurar qual o tipo de público que mais se identifica com os trabalhos acadêmicos da instituição, além de medir o impacto das redes sociais no reconhecimento e compartilhamento

destes mesmos trabalhos. Esta análise foi realizada a partir dos dados gerados pelas próprias plataformas de redes sociais com base na interação dos usuários com as publicações da instituição.

Além da coleta e análise de dados, este trabalho utilizou referências bibliográficas de fontes tradicionais como livros e bases de dados digitais online, como Google Acadêmico e Periódicos Capes, para revisão bibliográfica.

4 RESULTADOS

Nesta seção apresentam-se os principais resultados da coleta de dados realizada, conforme mencionado na seção anterior. Os dados são apresentados em três partes: a primeira relacionada ao perfil do público respondente, a segunda aborda o conhecimento dos respondentes sobre os grupos de pesquisa e suas ações e a terceira sobre os meios de propagação utilizados pela instituição na difusão de ações.

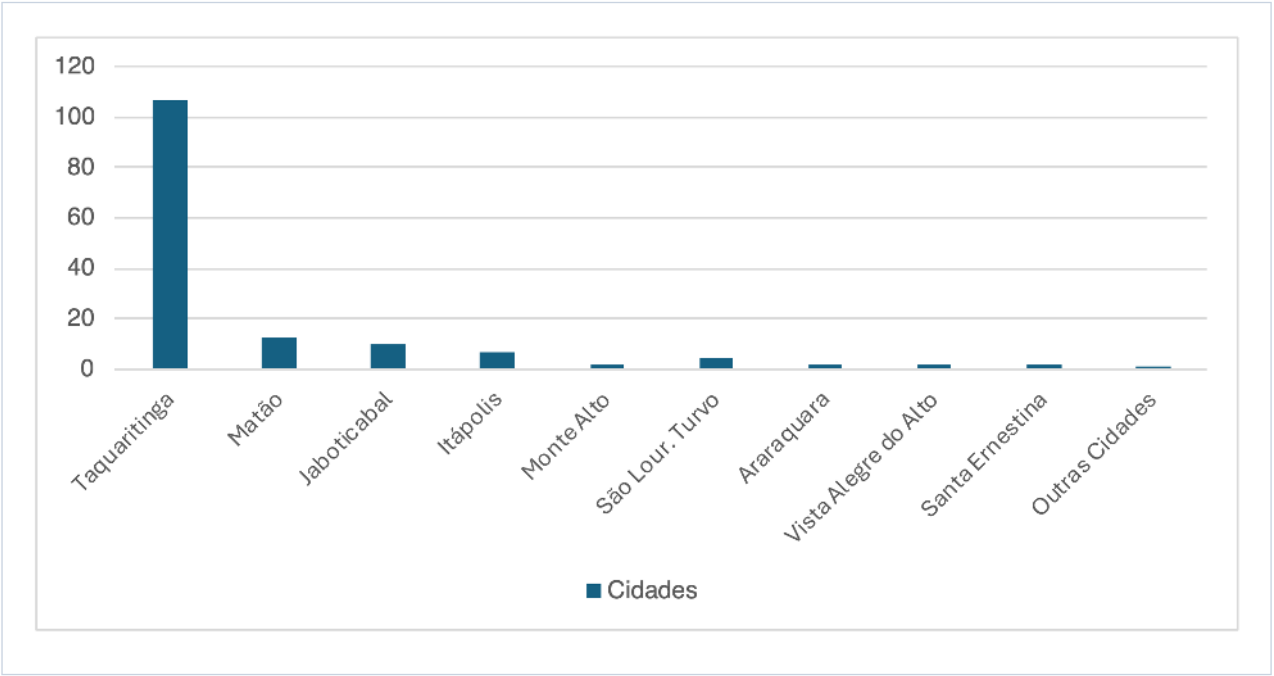
4.1 Análise de público

Ao analisar o perfil demográfico, observou-se uma concentração expressiva de respondentes jovens. O estrato de 15 a 20 anos compôs a maioria absoluta da amostra (108 respostas), indicando um perfil juvenil predominante. As demais faixas etárias apresentaram distribuição reduzida, com destaque para o grupo de 21 a 30 anos (22 respostas) e uma estabilização nos grupos intermediários (10 respostas), culminando em uma representatividade mínima entre pessoas acima de 61 anos (2 respostas).

A caracterização da instrução dos respondentes revelou um viés estudantil acentuado. A categoria de ensino superior incompleto representou a maioria absoluta (72 respostas), indicando que grande parte do público encontra-se em fase de graduação. As demais categorias apresentaram menor frequência, sendo compostas por indivíduos com ensino médio completo (54 respostas) e pós-graduação (21 respostas).

A análise da procedência dos participantes revelou uma forte concentração local. A maioria absoluta reside em Taquaritinga (107), cidade onde o estudo foi conduzido. Em menor escala, houve participação de moradores de Matão (12) e Jaboticabal (10), evidenciando que o alcance da pesquisa se restringiu à região de Taquaritinga.

Gráfico 1 – Análise dos participantes por região



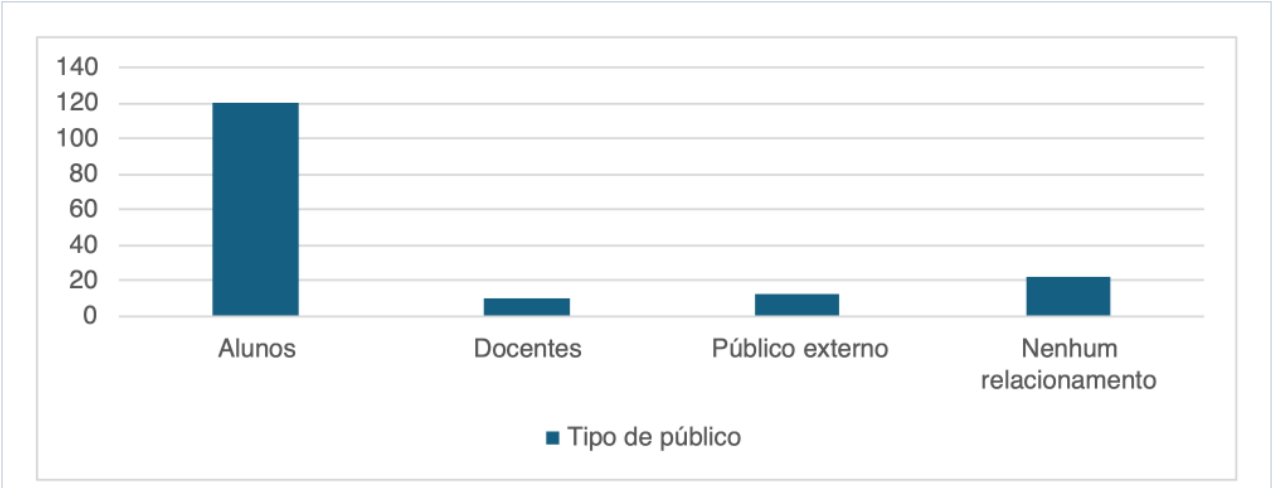
Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Ao analisar o perfil profissional, observou-se uma concentração expressiva de estudantes (56 respostas). As demais profissões apresentaram distribuição reduzida, com destaque para professores (11 respostas), o restante se fragmenta em diferentes tipos, dos mais variados setores.

Entretanto, agrupando as profissões por nível de escolaridade, observa-se que a maioria é composta por trabalhos que exigem formação até o ensino médio ou até menos.

Ainda assim, algumas dessas profissões são relacionadas a cursos ministrados na instituição como cursos da área de tecnologia da informação (Análise e desenvolvimento de sistemas e Sistemas para internet) com 15 respostas e da área do Agronegócio com 6 respostas.

Gráfico 2 – Análise do nível de relacionamento dos participantes com a instituição



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A análise do perfil dos respondentes da pesquisa mostra que a maioria dos que acompanham as publicações e material produzido pela instituição são jovens, que estão em sua maioria já inseridos em ambiente acadêmico ou que buscam uma vaga no ensino superior, isso pode ser visto pela faixa etária com maior volume no intervalo de idade entre 15 a 20 anos e pelo grau de escolaridade que se restringe a pessoas com ensino médio e superior incompleto até uma pequena taxa de respondentes de pós-graduação.

A análise de perfil também indica que apesar de as redes sociais transporem barreiras geográficas, permitindo conectar ambientes que estejam muito distantes como afirma Recuero (2009), o alcance das publicações se restringe a uma área geográfica próxima da cidade de Taquaritinga onde está localizada a instituição, composta por cidades em seus arredores como Matão, Monte Alto e Jaboticabal.

Isso se deve ao fato de que apesar dos esforços, engajamento e presença virtual defendidos por Silva e Vieira (2018), o tamanho e localidade da instituição também influenciam seu fator de divulgação, tendo uma certa dificuldade de competir com instituições maiores como a Universidade de São Paulo – USP e Universidade Estadual Paulista – Unesp, presentes em cidades mais desenvolvidas como Ribeirão Preto, São Carlos, Jaboticabal e Araraquara.

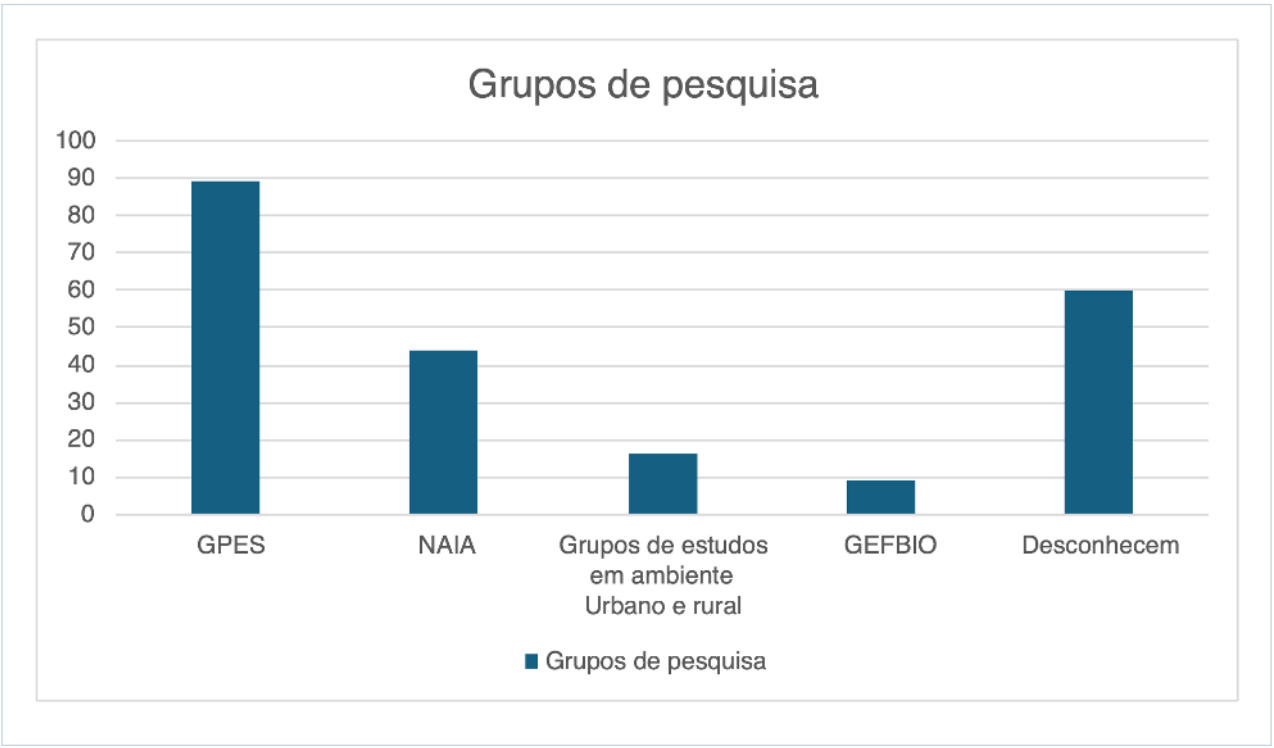
Outro ponto analisado foi o perfil profissional do público. Os dados coletados mostram que grande parte são estudantes e professores e as demais profissões indicadas compõem a maioria das respostas e estão fragmentadas em diversas áreas, sendo algumas poucas que necessitam de graduação e no geral que precisam de nível médio ou inferior. Os dados indicam que o público respondente é diversificado e em sua maior parte composto por nível acadêmico mais baixo.

4.2 Análise de conhecimento quanto aos trabalhos acadêmicos

Foi analisado o nível de conhecimento dos participantes sobre os seguintes grupos de pesquisa da instituição: Grupo de Pesquisa em Engenharia de Software (GPES), Grupo de Estudos em Ambiente Urbano e Rural, Núcleo de Aplicações em Inteligência Artificial (NAIA), Grupo de Estudos em Fitoquímicos e Bioprodutos de Plantas Medicinais (GEFBIO).

Ao analisar o nível de conhecimento, observou-se um maior nível de conhecimento do GPES (89 respostas), e NAIA (44 respostas), contudo, uma grande parcela dos respondentes afirmaram não conhecer nenhum grupo de pesquisa (60 respostas). Destes últimos, a totalidade é caracterizada por estudantes, público externo e pessoas sem nenhum relacionamento com a faculdade. Todos os respondentes docentes afirmaram conhecer os grupos de pesquisa, bem como outras ações da faculdade e a revista Interface Tecnológica.

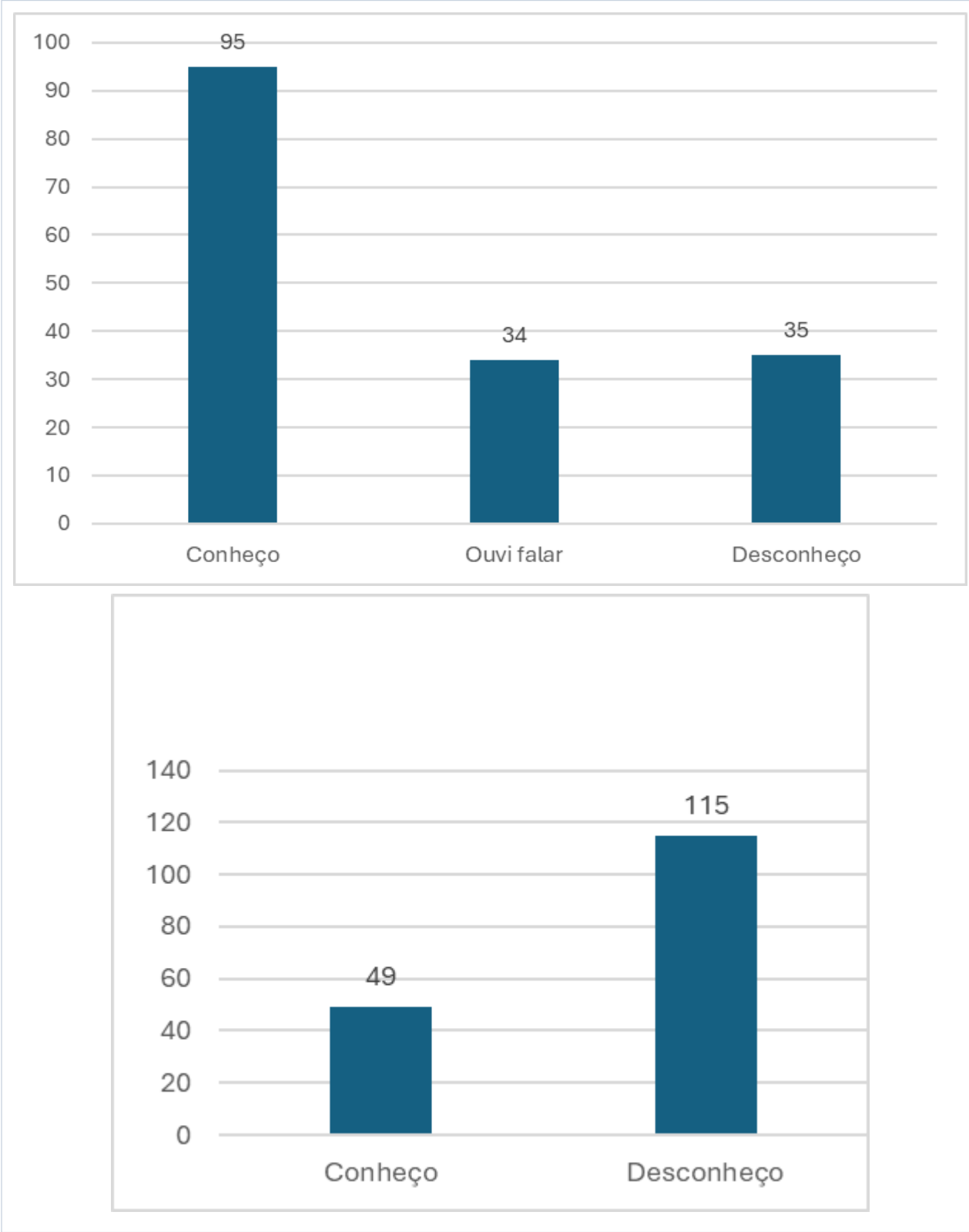
Gráfico 3 – Conhecimento dos grupos de pesquisa



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Ao questionar os entrevistados se eles conheciam algum projeto desenvolvido na instituição (Gráfico 4), a maioria disse conhecer ou já ter visto algum projeto (95 respostas), enquanto que os que ouviram falar e que não conheciam ficaram com a mesma margem de respostas (34 e 35 respectivamente).

Gráfico 4 – Nível de conhecimento da revista Interface Tecnológica



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Ao indagar os entrevistados se eles conheciam a revista Interface Tecnológica, periódico científico editado na faculdade, houve uma enorme maioria de respostas negativas (115 respostas), contra uma minoria (49 respostas) (Gráfico 5).

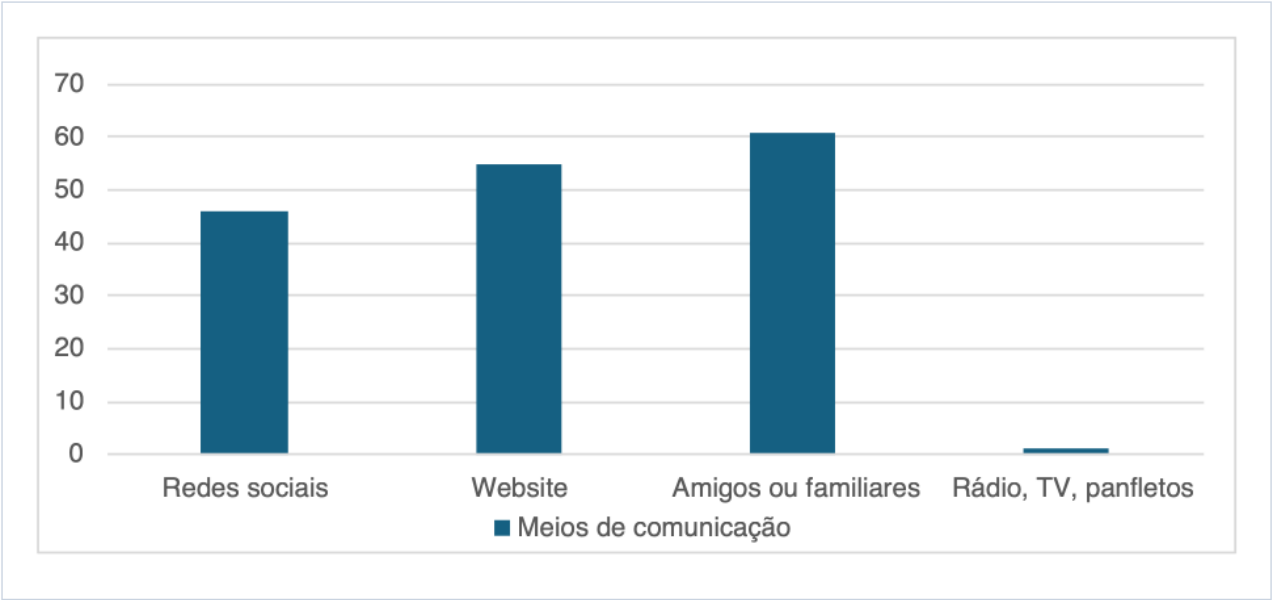
Ao analisar o nível de conhecimento do público sobre os trabalhos acadêmicos da instituição, vê-se que a maioria tem mais conhecimento sobre os Projetos Integradores, uma vez que seu conteúdo é de um entendimento mais simples, e a medida que a complexidade dos trabalhos aumenta, o nível de conhecimento do público diminui, onde 115 dos 164 respondentes desconhecem a revista Interface Tecnológica.

Isso mostra que apesar de não serem reconhecidas como meios oficiais de divulgação de trabalhos científicos, como afirmam Dias, Dias e Santa Anna (2020), as redes sociais são indispensáveis não somente por seu alcance mas por serem capazes de dirigir o conteúdo acadêmico a pessoas com baixa escolaridade ou entendimento, tornando-o mais acessível.

4.3 Análise dos meios de propagação

Ao questionar por quais meios as pessoas conheceram ou ficaram sabendo dos grupos de pesquisa, a maioria os conhece por intermédio de amigos e familiares (61 respostas), seguido pelo website da instituição (55 respostas), e mídias sociais como Facebook e Instagram (46 respostas). Meios clássicos de divulgação como TV, rádio e panfletos representaram a menor das taxas (1 resposta).

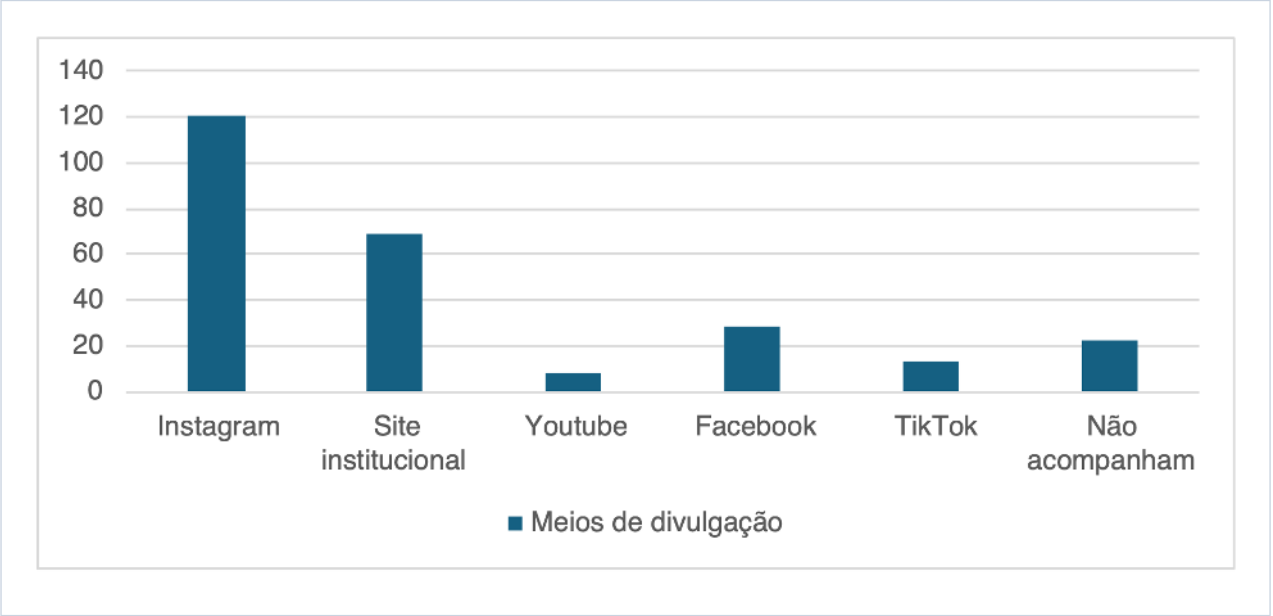
Gráfico 5 – Análise dos meios de propagação dos grupos de pesquisa



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Ao indagar os entrevistados sobre quais os meios utilizados por eles para acompanhar as notícias e eventos da instituição, a maioria respondeu que utiliza a rede social Instagram (120 respostas) e o website institucional (69 respostas) para tal finalidade, outros meios digitais tiveram respostas com valores menores.

Gráfico 6 – Divulgação de notícias e eventos da instituição



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Ao realizar a análise dos meios de divulgação os respondentes mostraram acompanhar e conhecer os trabalhos da instituição por meios digitais como redes sociais e website, em contrapartida com meios clássicos como TV e rádio.

Isso mostra uma relação entre o principal público, que são jovens, com os meios de divulgação, uma vez que os meios digitais têm tido um aumento crescente em todos os tipos de público, tais meios mostram os trabalhos de forma mais simples e menos formal, isso segundo Cabral (2022) mostra o porquê da aderência de diferentes instituições a tais meios.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos e com base no objetivo primeiro de disseminar o conhecimento científico e aumentar o reconhecimento da instituição, deve-se fortalecer a divulgação institucional dos grupos de pesquisa de maneira sistemática e planejada. Os dados demonstram que uma parcela significativa dos respondentes não conhece nenhum grupo de pesquisa da instituição, o que indica que tais iniciativas permanecem restritas a círculos internos ou a públicos muito específicos. Torna-se fundamental que a Fatec Taquaritinga desenvolva uma estratégia contínua de comunicação de suas ações de pesquisa científica, que apresente os grupos de pesquisa de forma clara, acessível e recorrente, destacando seus objetivos, áreas de atuação, impactos sociais e resultados alcançados.

Outro aspecto relevante diz respeito à adequação da linguagem e do formato dos conteúdos divulgados. Observou-se que projetos de caráter mais prático e de fácil compreensão, como os Projetos Integradores, apresentam maior reconhecimento por parte do público, enquanto iniciativas mais complexas, como a revista científica da instituição, possuem baixíssima visibilidade entre o público entrevistado. Isso sugere a necessidade de traduzir o conteúdo científico para formatos mais didáticos, utilizando recursos visuais, vídeos curtos, infográficos e narrativas simplificadas, sem prejuízo do rigor acadêmico, tornando o conhecimento produzido mais acessível a públicos com diferentes níveis de escolaridade.

Além disso, os resultados evidenciam a centralidade dos meios digitais como principais canais de informação, sobretudo entre o público jovem, majoritário na amostra analisada. Nesse sentido, a Fatec Taquaritinga deve priorizar o uso estratégico das redes sociais, especialmente o Instagram, não apenas para divulgação de eventos institucionais, mas também como ferramenta de valorização da pesquisa científica. A criação de quadros fixos, séries temáticas ou campanhas específicas voltadas aos grupos de pesquisa pode contribuir para ampliar o alcance e o reconhecimento dessas iniciativas.

Este trabalho não esgota o tema pesquisado, uma vez que conseguiu-se acessar uma parcela pequena de indivíduos para a coleta de dados. Sugere-se assim, que trabalhos futuros possam ainda seguir a mesma temática, porém com metodologia baseada em amostra probabilística mais expressiva ou mesmo conduzir a pesquisa por meio de método qualitativo, buscando compreender outras percepções do público.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, Cristiane; SOUSA, Jorge Pedro. Comunicação da ciência e redes sociais: um olhar sobre o uso do Facebook na divulgação científica. **Revista do CECS: Centro de Estudos de Comunicação e Sociedade**, Braga, p. 279-289, 2017.

CABRAL, Thaís Barbosa. **Percepções dos colaborados de uma loja sobre marketing tradicional e marketing digital**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Federal da Paraíba, 2022. Disponível em: https://repositorio.ifpb.edu.br/bitstream/177683/3089/1/Percep%c3%a7%c3%b5es%20dos%20colaborados%20de%20uma%20loja%20sobre%20marketing%20tradicional%20e%20marketing%20digital%20%20Tha%c3%ads%20Barbosa%20Cabral.pdf. Acesso em: 29 set. 2025.

DIAS, Célia da Consolação; DIAS, Rafael Gonçalves; SANTA ANNA, Jorge. Potencialidade das redes sociais e de recursos imagéticos para a divulgação científica em periódicos da área de Ciência da Informação. **Biblos: Revista do Instituto de Ciências Humanas e da Informação**, [*S. l.*], v. 34, n. 1, p. 109-126, 2020. DOI: https://doi.org/10.14295/biblos.v34i1.11241. Disponível em: https://periodicos.furg.br/biblos/article/view/11241. Acesso em: 21 ago. 2026.

RECUERO, Raquel. **Redes sociais na internet**. Porto Alegre: Sulina, 2009. (Coleção Cibercultura).

SILVA, Aline Cristini Batista da; VIEIRA, Micheli Choubassi. **Marketing digital vs marketing tradicional no século XXI**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Administração) – Faculdade de Inhumas, Inhumas, 2018. Disponível em: http://65.108.49.104/bitstream/123456789/92/1/TCC%20FINALIZADO%20ALINE%20E%20MICHELLI%20ok.docx-compactado.pdf. Acesso em: 24 ago. 2025.

SILVA, Vanessa Bolico da. Marketing digital como ferramenta estratégica e as oportunidades nas redes sociais. **e3 – Revista de Economia, Empresas e Empreendedores na CPLP**, v. 2, n. 1, p. 42-61, 2016. Disponível em: https://revistas.ponteditora.org/index.php/e3/article/view/20/15. Acesso em: 15 set. 2025.

SPALLER, Amanda Viega. A importância da pesquisa científica no ambiente acadêmico. **Revista Ius Gentium**, v. 13, n. 1, p. 5-18, 2023. Disponível em: https://www.revistasuninter.com/iusgentium/index.php/iusgentium/article/view/691/477. Acesso em: 12 set. 2025.

ZANELLA, L. C. H. **Metodologia de pesquisa**. 2. ed. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração, UFSC, 2013.

Os conceitos e as opiniões expressos neste artigo são de responsabilidade exclusiva de seus autores.