

The background of the cover is a light blue gradient with a complex network of molecular structures. These structures consist of various colored spheres (red, green, purple, blue, and white) connected by thin black lines, representing chemical bonds. A large, transparent magnifying glass is positioned in the center, with its handle extending towards the bottom. The lens of the magnifying glass is focused on a specific molecular structure, which appears to be a red sphere connected to several green and blue spheres. The overall aesthetic is scientific and modern.

**Revista
Processando**

O Saber

Volume 18 - 2026

eISSN 2179-5150

EQUIPE EDITORIAL

EDITOR RESPONSÁVEL

Fábio Pessoa de Sá
Faculdade de Tecnologia de Praia Grande, SP, Brasil

CONSELHO EDITORIAL

Delma Gonçalves União das Instituições Educacionais de São Paulo, SP, Brasil	Renato Santiago Quintal Escola Naval, RJ, Brasil
Eduardo Felicíssimo Lyrio Universidade do Estado do Rio de Janeiro, RJ, Brasil	Ricardo Pupo Larguesa Faculdade de Tecnologia de Praia Grande, SP, Brasil
Elaine Therezinha Assirati Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga, SP, Brasil	Robson Augusto Dainez Conde Universidade do Estado do Rio de Janeiro, RJ, Brasil
Gilberto Shiguelo Nakamiti Pontifícia Universidade Católica de Campinas, SP, Brasil	Rodrigo Lopes Salgado Faculdade de Tecnologia de Praia Grande, SP, Brasil
Gisele Yamauchi Universidade Municipal de São Caetano do Sul, SP, Brasil	Ronaldo Alves Soares Universidade Santa Cecília; Centro Universitário FEI, SP, Brasil
João Carlos Gomes Faculdade de Tecnologia de Praia Grande, SP, Brasil	Ruy Cordeiro Accioly Faculdade de Tecnologia da Baixada Santista, SP, Brasil
Joseph Collentine Northern Arizona University, AZ, EUA	Simone Canuto Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal
Marcello José Gomes Loureiro Universidade Federal Fluminense, RJ, Brasil	Tatiana Schmitz de Almeida Universidade Metropolitana de Santos, SP, Brasil
Marcelo Pereira de Andrade <i>in memoriam</i> Faculdade de Tecnologia de Praia Grande, SP, Brasil	Thiago de Abreu Costa Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, Brasil
Nelson Nascimento Junior Instit. Fed. de Edu., Ciência e Tecnologia São Paulo, SP, Brasil	Viviam Ester de Souza Universidade Católica de Santos Faculdade de Tecnologia de Praia Grande, SP, Brasil
Nilson Carlos Duarte da Silva Faculdade de Tecnologia de Praia Grande, SP, Brasil	Walfrido Alonso Pippo Universidade Federal da Integração Latino-Americana, PR, Brasil
Oswaldo Massambani Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atm. USP, SP, Brasil	

EDITORES DE TEXTO / REVISÃO

Adélia da Silva Saraiva	Faculdade de Tecnologia de Santos, SP, Brasil
Alessandro José Padim Ferreira	Faculdade de Tecnologia de Praia Grande, SP, Brasil
Bárbara Soares da Silva	Faculdade de Tecnologia de Praia Grande, SP, Brasil
Fernando Ribeiro dos Santos	Instit. Fed. de Educação Ciência e Tecnologia São Paulo, SP, Brasil
Jonatas Cerqueira Dias	Faculdade de Tecnologia de Praia Grande, SP, Brasil
Maria Cristina Pereira Silva	Faculdade de Tecnologia SEBRAE, SP, Brasil

DIVULGAÇÃO

Alessandro José Padim Ferreira	Faculdade de Tecnologia de Praia Grande, SP, Brasil
Jonatas Cerqueira Dias	Faculdade de Tecnologia de Praia Grande, SP, Brasil
Simone Maria Viana Romano	Faculdade de Tecnologia de Praia Grande, SP, Brasil

ADMINISTRADOR TÉCNICO

Danilo Borges de Oliveira	Faculdade de Tecnologia de Praia Grande, SP, Brasil

LOGOTIPO E ARTE

Fabio Bueno

CONSELHO CONSULTIVO

Alessandro José Padim Ferreira

Faculdade de Tecnologia de Praia Grande, SP, Brasil

Artur Pires de Camargos Júnior

Universidade do Vale do Sapucaí, MG, Brasil

Carlos Mafumissa

Universidade Lurio, NS, Moçambique

Constantino Veríssimo Serafim Sakawa

Gabinete Provincial da Educação do Bengo, BGO, Angola

Daniela Correa e Castro de Carvalho

Faculdade de Tecnologia de Praia Grande, SP, Brasil

Daniela Cristina Russo

Universidade Federal de São Paulo, SP, Brasil

Danilo Nunes

Faculdade de Tecnologia de Praia Grande, SP, Brasil

Delma Gonçalves

União das Instituições Educacionais de São Paulo, SP, Brasil

Douglas Manoel Antonio de Abreu Pestana dos Santos

Universidade Ibirapuera - UNIB, SP, Brasil

Elaine Therezinha Assirati

Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga, SP, Brasil

Eliana Josefa da Silva

Faculdade de Tecnologia de Praia Grande, SP, Brasil

Esmeralda Aparecida de Oliveira

Faculdade de Tecnologia de São Paulo, SP, Brasil

Fabio Almeida do Nascimento

Faculdade de Tecnologia de Praia Grande, SP, Brasil

Fernando Digiani

Centro Universitário Campo Limpo Paulista, SP, Brasil

Fernando Ribeiro dos Santos

Instit. Fed. de Edu., Ciência e Tecnologia São Paulo, SP, Brasil

Frederico Moreira

Faculdade de Tecnologia de Praia Grande, SP, Brasil

Gilmar Ferreira de Aquino Filho

Faculdade de Tecnologia de Praia Grande, SP, Brasil

Janara de Camargo

Faculdade de Tecnologia de Santos, SP, Brasil

Jonatas Cerqueira Dias

Faculdade de Tecnologia de Praia Grande, SP, Brasil

José Angelo Justo Alvarez

Faculdade de Tecnologia de Santos, SP, Brasil

José Augusto Theodosio Pazetti

Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP, SP, Brasil

Kleber Saldanha Siqueira

Universidade Federal de Alagoas - UFAL, AL, Brasil

Linda Catarina Gualda

Faculdade de Tecnologia de Itapetininga, SP, Brasil

Luciana Nogueirol Lobo Marcondes

Faculdade de Tecnologia de Praia Grande, SP, Brasil

Maria Cláudia Delfino

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, SP, Brasil

Mauro Soares Cordeiro

Seduc PG, SP, Escola Municipal Roberto Mário Santini, SP, Brasil

Michele Duarte

Universidade Estácio de Sá, RJ, Brasil

Renata Neves

Faculdade de Tecnologia de Praia Grande, SP, Brasil

Renato Santiago Quintal

Escola Naval, RJ, Brasil

Ricardo Pupo Larguesa

Faculdade de Tecnologia de Praia Grande, SP, Brasil

Ricardo Santos de Oliveira

Faculdade de Tecnologia de Praia Grande, SP, Brasil

Rodrigo Salgado

Faculdade de Tecnologia de Praia Grande, SP, Brasil

Roque Antonio Moura

Faculdade de Tecnologia de São José dos Campos, SP, Brasil

Rubens Cury

Faculdade de Tecnologia de Praia Grande, SP, Brasil

Samara Fernandes Costa

Secretária de Educação de Rondonópolis, MT, Brasil

Sávio Mendes França

Faculdade de Tecnologia de Praia Grande, SP, Brasil

Simone Viana

Universidade São Judas - Campus Unimonte, SP, Brasil

Tatiana Schmitz Almeida Lopes

Universidade Santa Cecília

Ulysses Diegues

Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Vagner Macedo dos Santos

Faculdade de Informática e Administração Paulista, SP, Brasil

Victor de Oliveira Kuhne

Faculdade de Tecnologia de Praia Grande, SP, Brasil

Vinicius da Silva Freitas

Universidade Federal do Acre, AC, Brasil

Viviam Ester Souza

Faculdade de Tecnologia de Praia Grande, SP, Brasil



APRESENTAÇÃO

É com satisfação que disponibilizamos o novo número da **Revista Processando o Saber**, da Fatec de Praia Grande. Registramos nesta edição a conquista da classificação *Qualis A3*, um marco que coroa nossa trajetória de quase duas décadas dedicada à pesquisa e ao acesso aberto.

O assunto de maior destaque neste volume é a Inteligência Artificial (IA). Em comparação ao ano de 2025, o interesse pelo tema se consolidou, refletindo-se em diversos trabalhos que abordam desde o desenvolvimento de algoritmos e agentes inteligentes até os impactos da IA generativa em áreas como educação, mercado editorial e investimentos. Essa evolução demonstra a importância de análises técnicas sobre as rápidas transformações tecnológicas atuais.

Uma novidade importante desta edição é o novo *layout* na página de abertura do artigo. Com um visual mais moderno e informações mais organizadas, buscamos facilitar a leitura técnica e valorizar a produção dos nossos autores. Além disso, seguimos atentos às futuras mudanças na avaliação científica brasileira e às novas metodologias que substituirão o sistema Qualis.

Por fim, deixamos os agradecimentos de sempre a todos os colaboradores. Agradecemos aos autores pela confiança e aos avaliadores pelo suporte técnico rigoroso. Um agradecimento especial à nossa equipe editorial, que trabalha em todas as etapas do fluxo editorial — desde o uso de software anti-plágio até a leitura de prova final — assegurando o padrão de excelência do material publicado

Boa leitura!

Dedicamos este exemplar à memória do professor Marcelo Pereira de Andrade. Sua ausência deixa uma lacuna em nossa comunidade, mas seu legado permanece vivo através de sua valiosa contribuição como membro do nosso conselho editorial e pelos diversos artigos que escreveu para esta revista. Sua dedicação à ciência e ao ensino continuará sendo uma inspiração para todos nós.



Fábio Pessoa de Sá
Editor

O impacto gerado pela dependência digital nas competências profissionais e no preparo da geração alpha para o mercado de trabalho na área de tecnologia



The impact generated by digital dependency on professional skills and the preparedness of Generation Alpha for the job market in the technology sector

Larissa Michelazzo Lisboa 
Fatec Praia Grande
larissa.lisboa01@fatec.sp.gov.br

Bryan Santos Oliveira 
Fatec Praia Grande
bryan.oliveira01@fatec.sp.gov.br

Jonatas Cerqueira Dias 
Fatec Praia Grande
jonatas.dias2@fatec.sp.gov.br

Jeferson Cerqueira Dias 
Fatec Itaquera
jeferson.dias3@fatec.sp.gov.br

pesquisa bibliográfica de estudos científicos, que investiga o impacto da dependência digital na preparação da geração Alpha para o mercado de TI. Será analisado se essa geração estará apta ou não para exercer funções nesta área. O estudo destaca que a tecnologia desempenha um papel crucial na vida das crianças da geração Alpha, muitas vezes moldada pelo exemplo de consumo tecnológico de seus pais. É demonstrado que o uso excessivo e descontrolado de dispositivos digitais pode resultar em efeitos negativos, incluindo a carência no desenvolvimento de habilidades essenciais para o mercado de trabalho. No entanto, ressalta-se que, com uma abordagem consciente desde tenra idade, as crianças podem desenvolver habilidades que as tornarão profissionais altamente capacitados no campo de TI..

PALAVRAS-CHAVE: Mercado de trabalho; competências profissionais; profissional de TI; geração alpha; dependência digital.

Revista Processando o Saber

eISSN 2179-5150 · Vol 18, n. 01, 2026
Multidisciplinar · DOI · Revisão por pares

Faculdade de Tecnologia Praia Grande – FATEC
Períodicidade: Anual
revista@fatecpg.edu.br

Recebido: Jan 2026
Aceito: Mar 2026
Publicado: Jun 2026

URL: <https://www.fatecpg.edu.br/revista/index.php/ps/article/view/338>
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.19927780>



RESUMO

A tecnologia tornou-se uma parte essencial da vida humana, a ponto de ser uma raridade encontrar alguém que não faça uso de dispositivos eletrônicos. Esses aparelhos são utilizados para diversas finalidades, como checar as redes sociais, realizar compras online, efetuar pagamentos, manter comunicação, entre outras atividades. Surpreendentemente, esse consumo não é exclusivo de adultos, as crianças aprendem desde cedo a utilizar essas ferramentas e demonstram uma notável facilidade no uso dos meios digitais. Contudo, é crucial exercer cautela, uma vez que os efeitos do consumo precoce sobre o desenvolvimento são significativos. Além disso, essas crianças um dia ocuparão o mercado de trabalho no qual existem áreas com deficiência de profissionais qualificados, em especial a área da Tecnologia da Informação (TI) que tem crescido exponencialmente. Este estudo utiliza uma abordagem qualitativa exploratória e uma

ABSTRACT

Technology has become an essential part of human life to the point where it is rare to find someone who does not use electronic devices. These devices are used for various purposes, such as checking social networks, making online purchases, conducting payments, and maintaining communication, among other activities. Surprisingly, this consumption is not exclusive to adults; children learn from an early age to use these tools and show remarkable ease in using digital media. However, it is crucial to exercise caution, as the effects of early consumption on development are significant. Furthermore, these children will one day enter the job market, in which there are areas with a shortage of qualified professionals, especially Information Technology (IT), which has been growing exponentially. This study uses an exploratory qualitative approach and a bibliographic review of scientific studies to investigate the impact of digital dependence on preparing Generation Alpha for the IT job market. It will be analyzed whether this generation will be fit or not to perform roles in this field. The study highlights that technology plays a crucial role in the lives of Generation Alpha children, often shaped by the technological consumption example set by their parents. Excessive and uncontrolled use of digital devices can result in negative effects, including a lack of essential skills for the job market. However, it emphasizes that with a conscious approach from a young age, children can develop skills that will make them highly qualified professionals in the IT field.

KEY-WORDS: Job market; professional skills; IT professional; Generation Alpha; digital dependency.

INTRODUÇÃO

Cada vez mais a sociedade passa por transformações profundas e aceleradas, impulsionadas pela crescente presença da digitalização em todos os aspectos da vida. De acordo com a pesquisa Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) Domicílios 2022, conduzida pelo Comitê Gestor da Internet no Brasil (CGI.br), o país conta com 149 milhões de usuários de internet, dos quais 142 milhões se conectam diariamente ou quase todos os dias, evidenciando o impacto significativo da tecnologia no cotidiano (NIC.BR, 2023).

Conforme observado por Alter (2017), a tecnologia tornou-se irresistível, influenciando os comportamentos e levantando preocupações sobre seus efeitos negativos em nosso bem-estar, podendo levar à dependência digital. Esse é o uso excessivo e compulsivo dos dispositivos digitais. À medida que se discute a dependência digital e seus efeitos, é fundamental reconhecer que essas transformações tecnológicas têm implicações profundas em diversos setores, incluindo o mercado de trabalho, mais especificamente o de Tecnologia da Informação (TI).

Segundo a empresa de recrutamento Robert Half, a demanda por profissionais de TI deve crescer quase 700 mil no Brasil até 2025. As empresas estão passando por uma transformação digital contínua e após a pandemia de COVID 19, isso só se intensificou ainda mais, pela necessidade de adaptação da infraestrutura (HALF, 2023). Por isso é imprescindível que existam profissionais qualificados para desenvolver, implementar e manter sistemas e aplicações.

Conforme a sociedade se torna cada vez mais digitalizada, é crucial examinarmos como essa dependência digital está remodelando as habilidades e competências necessárias para prosperar e inovar no mercado de TI. Nesse contexto, a geração Alpha emerge com uma nova perspectiva de vida. Composta por crianças nascidas a partir de 2010 e que continuarão a nascer até 2025, essa geração também conhecida como gen IA, se destaca por sua integração ao mundo tecnológico desde os primeiros anos de vida (MEIO&MENSAGEM, 2023).

É a primeira geração a nascer totalmente no século XXI e a mais conectada de todas, segundo Desmurget (2021). A grande mídia ressalta diversas qualidades dessa geração, que será mais reativa, multitarefas, conseguirá sintetizar um imenso fluxo de informações e adaptada ao trabalho colaborativo. Em contrapartida, muitos especialistas alertam sobre os efeitos negativos dos dispositivos digitais. Esses efeitos podem manifestar-se de forma física (obesidade, maturação cardiovascular), emocional (agressividade, ansiedade, depressão) e cognitiva (linguagem, concentração) (DESMURGET, 2021).

Dentro deste cenário apresentado, este estudo considera como problema de pesquisa o impacto da dependência digital na geração alpha, com um foco específico no contexto profissional da área de TI. A relevância desta investigação reside no cenário atual, no qual se prevê uma crescente demanda por profissionais qualificados em TI até 2025. A falta de profissionais capacitados poderia resultar em precariedade no mercado de trabalho.

O objetivo principal deste estudo é analisar a preparação da geração Alpha, considerando a sua imersão digital atual, bem como a aquisição de competências necessárias, com relação às exigências do mercado de trabalho futuro que essas pessoas terão que assumir. Este objetivo considera o trabalho como uma forma de evolução e desenvolvimento pessoal, além da riqueza que gera para a sociedade e que todas as pessoas devem usufruir. A hipótese subjacente é que o consumo precoce de tecnologia pode tanto contribuir para o desenvolvimento de habilidades quanto gerar desafios relacionados à dependência digital, afetando a preparação dessa geração para o mercado de trabalho na área de TI.

1. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo emprega uma abordagem qualitativa exploratória, utilizando uma pesquisa bibliográfica de estudos científicos acerca do assunto (GIL, 2002). O método qualitativo permitirá uma compreensão mais profunda e contextualizada do fenômeno, identificando padrões, tendências e perspectivas relevantes para compreender o impacto da dependência digital nesse contexto específico.

O método de abordagem adotado para a formulação das análises foi de natureza dedutiva, partindo das observações e do conhecimento prévio estabelecido por meio da literatura disponível.

Quanto aos procedimentos técnicos, para garantir a reprodutibilidade desta pesquisa, é considerado uma abordagem em torno dos descritores adequados para a aquisição de um portfólio de artigos relevantes acerca do assunto. A plataforma de busca *Google Scholar* foi selecionada por possuir o maior percentual de citações em todas as áreas, em torno de 93%, comparativamente a outras plataformas, segundo Spinak (2019).

Para validar a melhor configuração dos descritores utilizados, realizamos um teste preliminar de obtenção de material bibliográfico. Inicialmente, empregamos os descritores “dependência digital”, “geração alpha”, “mercado de trabalho”, “competências profissionais” e “profissional de TI” na ferramenta de busca. No entanto, não obtivemos resultados relevantes

para nossa pesquisa. A falta de artigos relevantes dentro do escopo pré-definido levantou a possibilidade de que não existiam trabalhos anteriores sobre o tema, sugerindo sua originalidade. Diante dessa constatação, optamos por reconfigurar os descritores em dois portfólios distintos. No primeiro portfólio, agrupamos “dependência digital” e “geração alpha”, enquanto no segundo portfólio foi incluído “mercado de trabalho”, “competências profissionais” e “profissional de TI”. Além disso, foi aplicado o filtro para recuperar materiais nos últimos 5 anos, possibilitando assim uma análise mais atual e precisa dos estudos disponíveis, conforme no Quadro 1.

Quadro 1 - Portfólios de descritores e suas configurações

Restrições	Portfólio 1	Portfólio 2
Descritores	“Geração Alpha” AND “Dependência Digital”	“Mercado de Trabalho” AND “Competências Profissionais” AND “Profissional de TI”
Data de Publicação	5 últimos anos	
Tipo de Material	Qualquer tipo	
Idioma	Qualquer língua	

Fonte: Elaborado pelos autores

Quanto à forma como material bibliográfico final foi selecionado, ficou estabelecida as seguintes regras: “Alta relevância” e “Documento aborda os assuntos descritos”, ambos referentes ao tema de pesquisa. A organização do material recuperado segue as técnicas de leitura exploratória e seletiva. A seguir, foi utilizada a técnica de leitura analítica. E, por fim, ocorreu a leitura interpretativa, que nem sempre ocorre separadamente da leitura analítica, visando estabelecer uma relação entre o conteúdo das fontes pesquisadas e outros conhecimentos (GIL, 2002).

A elaboração dos resultados irá considerar a síntese da obtenção do conhecimento extraído destes dois portfólios de artigos, culminando com as considerações finais em que se revela a validação ou não da hipótese proposta para a solução do problema de pesquisa.

2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando a estratégia adotada na seção de métodos, apresentado no Quadro 1; a seguinte quantidade de artigos foi encontrada conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Quantidade de artigos por portfólios

Portfólio	Descritores	Qtd. Inicial	Qtd. Final
1	“Geração Alpha” AND “Dependência Digital”	11	10
2	“Mercado de Trabalho” AND “Competências Profissionais” AND “Profissional de TI”	31	8

Fonte: Elaborado pelos autores

Durante as buscas para o primeiro portfólio foram identificados 11 materiais relevantes, enquanto o segundo portfólio foi encontrado um total de 31 materiais. Após os procedimentos mencionados acima, obteve-se 18 materiais pertinentes ao todo.

Abaixo encontra-se o Quadro 2, com a finalidade de resumir as principais evidências no portfólio 1, acerca do impacto da dependência digital na geração Alpha.

Quadro 2 - Principais evidências do Portfólio 1 e seus efeitos negativos

Título do Artigo	Principais evidências	Efeitos Negativos
Alpha, geração hiperconectada e a educação emocional (2021)	O texto destaca a necessidade do desenvolvimento da inteligência emocional para lidar com todos os problemas psicológicos, físicos, cognitivos e sociais devido ao uso excessivo da tecnologia, bem como ressalta como isso poderá atrapalhar no desenvolvimento de competências para encarar os desafios do século XXI. De acordo com o autor, a escola tem a obrigação de abordar esse tema e ajudar os alunos a desenvolverem tal competência.	Ansiedade, depressão, distorção de imagem, <i>cyberbullying</i> , dificuldades para dormir, se divertir, estudar e focar, piora da qualidade do sono, aumento do cansaço crônico e piora da satisfação com a imagem corporal.
Desdobramentos da infância brasileira em meio à era digital: riscos e possibilidades (2022)	O autor expressa sua convicção nos benefícios que a tecnologia proporciona às crianças e enfatiza que considerar apenas o aspecto negativo é equivocado. No entanto, ele também ressalta que o uso excessivo da tecnologia pode acarretar inúmeros malefícios, e que os pais e responsáveis têm a obrigação de guiar as crianças nessa jornada de novas descobertas no meio digital.	Perda de atenção e memória, depressão, ansiedade, impulsividade, baixa autoestima, hábitos alimentares irregulares, dor de cabeça, problemas na postura, prejuízo na visão, dificuldade para dormir e obesidade.
As consequências emocionais da exposição de telas digitais em crianças de 2 a 6 anos (2023)	As telas digitais nos primeiros anos de vida é algo muito perigoso, por isso, é importante que elas sejam resguardadas até os 3 anos de idade, pois é uma fase que permite desenvolver várias habilidades lúdicas para construção do repertório da criança futuramente. Caso contrário, desenvolverão problemas emocionais, físicos e sociais.	Privação do sono, cansaço, falta de concentração, depressão e atraso na fala.
Consequências do uso abusivo da internet na saúde mental de crianças e adolescentes: uma revisão sistemática da literatura (2022)	Destaca que o uso excessivo da internet traz uma série de problemas para a saúde mental e alerta as famílias sobre o uso da tecnologia com moderação entre as crianças e adolescentes.	Dependência digital, depressão, ansiedade, impulsividade, distúrbios do sono, transtornos do déficit de atenção e hiperatividade, alterações no relacionamento familiar e social, transtorno de aprendizagem escolar, problemas nas relações interpessoais, sedentarismo e menor desempenho escolar.
Educação Infantil: a educação 4.0 e	Destaca que, à medida que a tecnologia avançou nos últimos anos, as escolas também precisam passar	Problemas de socialização, problemas no

consequências de grandes exposições às mídias digitais para as crianças de 4 e 5 anos (2023)	por uma reestruturação de suas metodologias, incorporando meios digitais com propósitos bem definidos. Isso se deve ao fato de que a Geração Alpha já cresceu imersa na era digital e é fundamental que aprendam a aproveitar ao máximo os recursos oferecidos pelos dispositivos em termos educacionais. Isso implica em evitar o consumo de atividades irrelevantes que apenas promovem a dependência digital.	desenvolvimento cognitivo, falta de concentração e atenção.
Família e comportamento sociodigital (2020)	Ressalta que as crianças recebem o estímulo de consumir a tecnologia por conta de seus pais, e estes não controlam o tempo em que ficam expostos, além de terem pouca interação com os filhos, fazendo com que a escola e os colegas sejam referência para seus comportamentos. Menciona que os pais precisam tomar o devido cuidado para orientar as crianças e adolescentes no consumo consciente das mídias, e a escola deve integrar a tecnologia em sala de aula para estimular os estudantes. No entanto, realizar isso depois de muita pesquisa e preparo, a fim de contribuir positivamente para o desenvolvimento de habilidades e competências dos alunos.	Sedentarismo, depressão, impacto no convívio social, tendência a comportamentos violentos ou agressivos, tabagismo, uso ou abuso de bebidas alcoólicas, entre outras substâncias entorpecentes, transtornos da imagem corporal, do sono, hiperatividade e transtornos de conduta social e sexual.
O uso de telas e tecnologias pela população infanto-juvenil: revisão bibliográfica sobre o impacto no desenvolvimento global de crianças e adolescentes (2023)	O texto relata que o uso demasiado de telas e tecnologias prejudica em diversos âmbitos da vida de crianças e adolescentes, e que o consumo deve ser equilibrado e orientado pelos pais e responsáveis.	Baixo rendimento escolar, déficit de atenção, pouca memória, distúrbio de sono, atrasos linguísticos, obesidade infantil, problemas de visão, ansiedade e depressão.
Os efeitos do uso de telas na saúde de crianças e adolescentes: uma revisão integrativa (2023)	Confirma que o uso excessivo ocasiona diversos problemas físicos, sociais e mentais às crianças e adolescentes, bem como, acarreta um menor desenvolvimento escolar, e esses problemas têm implicações a longo prazo.	Atrasos linguísticos, alteração no sono, distúrbios de humor, déficit de atenção, sedentarismo, isolamento social e emocional, depressão, ansiedade, redução do hormônio do crescimento, cyberbullying, problemas cardiovasculares e obesidade.
Repercussões do tempo de telas para a saúde de crianças e adolescentes: uma revisão de escopo (2023)	O uso precoce e extensivo de dispositivos eletrônicos apresenta riscos para a saúde mental, emocional e física das crianças. Este estudo alerta as famílias e cuidadores sobre esses efeitos, muitas vezes relacionados à ausência dos pais, longas jornadas de trabalho e à dificuldade em impor limites ao acesso às telas.	Ansiedade, depressão, distúrbios de sono, déficit de atenção, hiperatividade, irritabilidade, habilidade de linguagem baixa, obesidade, problemas de visão e musculoesquelético, pior habilidade de imaginação mental e menor rendimento escolar.
Uso de telas na infância: revisão bibliográfica sobre riscos e prejuízos para o desenvolvimento cognitivo e linguístico (2021)	O estudo com relação aos prejuízos tornou-se de suma importância em todas as partes do mundo, e todos os estudos realizados corroboram em afirmar que crianças que passam mais tempo expostas nas mídias são as que mais têm prejuízos em suas vidas futuras.	Déficit de atenção, baixo rendimento escolar, atraso na linguagem e problemas sociais.

Fonte: Elaborado pelos autores

De forma unânime todos os artigos concordam entre si, considerando que o consumo demasiado e precoce prejudica a saúde física, mental e emocional da criança conforme ela vai crescendo. Durante os primeiros meses de vida, as crianças passam por diversas modificações biológicas e psicossociológicas, que as permitem desenvolver habilidades motoras, afetivo-social, cognitivas e de linguagem. E no período de 24 meses de vida, que é o equivalente a 2 anos de idade, elas possuem maior favorecimento da aprendizagem Passos (2021 apud NOBRE et al. 2021). A Associação Brasileira de Pediatria (SBP) adverte que crianças abaixo de 2 anos de idade consumam aparelhos ainda que passivamente, já dos 2 aos 5 anos até 1 hora/dia, dos 6 aos 10 entre 1-2 horas/dia, e dos 11 aos 18 entre 2-3 horas/dia. (SOCIEDADE BRASILEIRA DE PEDIATRIA, 2022).

Os pais desempenham um papel fundamental no equilíbrio entre o uso saudável e excessivo da tecnologia por parte de seus filhos. Embora seja essencial promover interações familiares e experiências do mundo real para evitar a dependência digital desde cedo, é crucial reconhecer que a tecnologia também oferece oportunidades de aprendizado e crescimento. Portanto, os pais devem adotar uma abordagem equilibrada, promovendo o uso responsável da tecnologia e ensinando habilidades de gerenciamento de tempo, enquanto incentivam atividades que estimulem a criatividade e a conexão com o mundo real. Isso prepara as crianças para um futuro em que a tecnologia é uma parte integral de suas vidas.

O Quadro 3 contém todos os artigos estudados do Portfólio 2 da pesquisa, que trata de verificar as habilidades e competências que um profissional de TI precisa desenvolver para atuar no mercado de trabalho.

Quadro 3 - Habilidades e competências necessárias para o mercado de trabalho de TI

Título do Artigo	Habilidades / Competências
Análise das competências competitivas do profissional de TI: estudo de caso com vagas ofertadas pelo <i>LinkedIn</i> (2022)	Comunicação, capacidade analítica, trabalho em equipe, criatividade, gerenciamento de projetos, iniciativa e relacionamento interpessoal.
Atuação dos profissionais na área de TI (2020)	Pensamento estratégico, inovação em tecnologia, adaptabilidade, autodesenvolvimento, autoconfiança, comunicação eficaz, controle emocional, criatividade, inovação, disciplina, flexibilidade, foco em resultados, gestão de tempo, idoneidade, iniciativa, interesse, liderança, marketing pessoal, obstinação, persuasão, networking, saber escutar e visão sistêmica.
Competências socioemocionais na formação dos profissionais de TI (2019)	Relacionamento interpessoal, maturidade, inovação, conhecimento, dedicação, agilidade, comunicação verbal e escrita, trabalho em equipe, resiliência, busca pela excelência, ética, responsabilidade social, senso crítico, comprometimento, autonomia e foco.
Contratação por competências: prototipação de solução auxiliadora na busca por profissionais de TI (2021)	Pensamento estratégico, resolução de problemas, inovação em tecnologia, agilidade, adaptabilidade, autoconfiança, comunicação eficaz, credibilidade, inovação, gestão de tempo, iniciativa, proatividade e visão sistêmica.
Habilidades e competências requeridas ao profissional de TI (2020)	Boa comunicação oral e escrita, trabalho em equipe, autonomia, confiança na tomada de decisão, solução de problemas, relacionamento interpessoal, espírito crítico, pensamento analítico, facilidade para aprender, abstração, negociação, moderação, persuasão, adaptação a mudanças, inovação, criatividade, ética e conduta profissional.
O ensino superior e o mercado de trabalho da grande Florianópolis na área de TI: um estudo de caso (2019)	Tomada de decisões, boa comunicação, autocontrole, atitudes positivas, posicionamento, pensamento crítico, relacionamento interpessoal, despersonalização, liderança e senso de humor.
Competências técnicas versus competências socioemocionais: qual o mais importante para a empresa e para a vida profissional? (2021)	Trabalho em equipe, iniciativa, criatividade, organização, liderança, boa comunicação, manter-se atualizado, adaptabilidade, autocontrole, postura ética e moral, capacidade de decisão, dinamismo, relacionamento interpessoal, paciência, percepção, concentração, resolução de conflitos, senso crítico, persuasão, disciplina, capacidade de trabalhar sob pressão, empatia, observação, sociabilidade, visão espacial e autodesenvolvimento.
Proposta de ações para o desenvolvimento de conhecimentos, habilidades e atitudes dos profissionais da área de sistema de informação (2019)	Trabalho em grupo, atualização profissional constante, flexibilidade, polivalência, excelência na comunicação oral e escrita.

Fonte: Elaborado pelos autores

A análise dos materiais ressalta a relevância das competências técnicas e socioemocionais no mercado de trabalho. Enquanto as competências técnicas representam o conhecimento específico para uma função, as competências socioemocionais influenciam o desenvolvimento profissional e as relações interpessoais (REGAZINI, 2021).

Ambos os aspectos técnicos e socioemocional são igualmente valorizados, embora sua relevância possa variar dependendo da área profissional. A necessidade de profissionais com essas competências tem sido comum, principalmente em áreas que se transformam e se adaptam rapidamente (FURLONG et. al. 2017), como é o caso da TI.

É esperado que o mercado de trabalho no futuro seja mais flexível, colaborativo e liderado por uma geração diferente dos antecessores (PACHECO; DYE, 2014). Por isso, é de suma importância que os próximos profissionais da Tecnologia da Informação deem uma atenção especial para o desenvolvimento das competências socioemocionais, essas que serão aprendidas e desenvolvidas intencionalmente no ambiente familiar e escolar (FURLONG et. al. 2017). Nesse contexto, se as competências socioemocionais não foram bem desenvolvidas, esses futuros profissionais sofrerão o impacto na empregabilidade.

Isso ressalta a necessidade de os pais ensinarem aos filhos que o consumo tecnológico deve haver limites, a fim de que este não interfira no aprendizado e desenvolvimento de habilidades essenciais para seu futuro profissional. O uso excessivo dos recursos digitais, como já citado, provoca vários efeitos negativos sendo: psicológicos, físicos e sociais.

Os efeitos psicológicos negativos do uso excessivo dos recursos digitais, como ansiedade, depressão, baixa autoestima e impulsividade, podem afetar a capacidade da geração Alpha de desenvolver as seguintes habilidades e competências:

- **Habilidades cognitivas:** pensamento estratégico, resolução de problemas, pensamento crítico, criatividade, inovação, abstração, capacidade de aprendizagem.
- **Habilidades emocionais:** autocontrole, autoconfiança, ética e conduta profissional, atitude positiva, flexibilidade, empatia.
- **Habilidades sociais:** comunicação eficaz, relacionamento interpessoal, trabalho em equipe, liderança.

Por exemplo, a ansiedade pode dificultar o foco e a concentração, o que pode prejudicar o desempenho em tarefas que exigem pensamento estratégico, resolução de problemas ou pensamento crítico. Pode ainda, provocar a falta de motivação e desta forma prejudica o aprendizado e o desenvolvimento de novas habilidades (SOUZA, 2019; DA COSTA MARQUES, 2021). A depressão pode levar à perda de motivação e interesse, o que pode dificultar o aprendizado e o desenvolvimento de novas habilidades. Pode ainda, provocar a falta de energia e produtividade, o que pode prejudicar o desempenho no trabalho (SOUZA, 2019; DA COSTA MARQUES, 2021). A baixa autoestima pode prejudicar a confiança e a autoconfiança, o que pode dificultar o trabalho em equipe ou a liderança. Pode ainda, provocar pensamentos negativos e pessimistas, o que pode dificultar a resolução de problemas ou a tomada de decisões (SOUZA, 2019). Já a impulsividade pode levar a erros de julgamento ou a

decisões precipitadas, o que pode prejudicar o desempenho no trabalho (HOGE; BICKHAM; CANTOR, 2017).

Os efeitos físicos negativos do uso excessivo dos recursos digitais, como dor de cabeça, problemas na postura, prejuízo na visão, dificuldade para dormir, obesidade, dependência digital, distúrbios do sono, transtornos do déficit de atenção e hiperatividade, transtornos de aprendizagem escolar, sedentarismo, tabagismo, uso ou abuso de bebidas alcoólicas, outras substâncias entorpecentes, problemas de visão, obesidade infantil, problemas cardiovasculares, podem afetar a capacidade da geração Alpha de desenvolver as seguintes habilidades e competências:

- **Habilidades físicas:** atenção e memória, raciocínio, habilidades motoras finas, coordenação motora, equilíbrio, força, resistência (DO VALE BARBOSA, 2023).
- **Habilidades cognitivas:** pensamento estratégico, resolução de problemas, pensamento crítico, criatividade, inovação, abstração, capacidade de aprendizagem (MATEE, 2023).
- **Habilidades sociais:** comunicação eficaz, relacionamento interpessoal, trabalho em equipe, liderança (MATTE, 2023).

Por exemplo, a dor de cabeça pode dificultar a concentração e o foco, o que pode prejudicar o desempenho em tarefas que exigem pensamento estratégico, resolução de problemas ou pensamento crítico. Os problemas na postura podem causar dores nas costas e no pescoço, o que pode dificultar a concentração e o foco (MARQUES, 2021). O prejuízo na visão pode dificultar a leitura e a escrita, o que pode prejudicar o aprendizado e o desenvolvimento de novas habilidades. E a dificuldade para dormir pode prejudicar o desempenho cognitivo e a capacidade de aprendizagem (SOUZA, 2019; MARQUES, 2021).

Os efeitos sociais negativos do uso excessivo dos recursos digitais, como alterações no relacionamento familiar e social, transtornos das relações interpessoais, menor desempenho escolar, problemas de socialização, problemas no desenvolvimento cognitivo, falta de concentração e atenção, impacto no convívio social, tendência a comportamentos violentos ou agressivos, transtornos de conduta social e sexual, podem afetar a capacidade da geração Alpha de desenvolver as seguintes habilidades e competências:

- **Habilidades sociais:** comunicação eficaz, relacionamento interpessoal, trabalho em equipe, liderança (MATTE, 2023; DA COSTA MARQUES, 2021; SOUZA, 2019; VEEN, 2009).
- **Habilidades emocionais:** autocontrole, autoconfiança, ética e conduta profissional, atitude positiva, flexibilidade, empatia (MATTE, 2023; DA COSTA MARQUES, 2021; SOUZA, 2019).

As alterações nos relacionamentos sociais muitas vezes são fruto das alterações dos relacionamentos familiares, pois a partir do momento em que uma criança ou adolescente cresce em um lar com excesso de conflitos e baixa afetividade isso resultará em problemas na saúde física e mental (FREITAS; COSTA; RODRIGUES; ORTIZ; SANTOS, 2020), resultando em dificuldades relacionadas a trabalho em equipe, liderança, autocontrole e autoconfiança.

Além do cuidado parental, a geração Alpha necessita de uma educação que estimule a formação integral do sujeito. E isso vai muito além de só oferecer atividades lúdicas usando de ferramentas tecnológicas para capturar atenção infantil, isto inclui explicar sobre os perigos e as oportunidades que o mundo digital oferece e ensinar sobre a educação emocional, essa traz um enorme benefício ao ser humano, que quando educado emocionalmente é capaz de lidar com suas emoções, criar maior qualidade de vida para si e para quem está a sua volta (ZANBELLO et. al 2021).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse artigo, procurou-se entender se a geração alpha estaria apta para assumir cargos futuros na área de TI, levando em conta o comportamento inerente dessa geração frente ao consumo de tecnologia.

De acordo com os materiais coletados, a tecnologia tornou-se um elemento crucial na rotina tanto de adultos quanto de crianças e adolescentes, e esses desde muito cedo são estimulados a consumirem os aparelhos por observarem a relação que os pais possuem com esses aparelhos, replicando o comportamento consumista. No entanto, os pais e responsáveis precisam se ater ao consumo demasiado para que esse não venha comprometer o desenvolvimento dessa nova geração.

O uso inadequado dos meios digitais desde a infância pode prejudicar significativamente a capacidade dessa geração de assumir posições no mercado de trabalho de TI, isso porque habilidades “básicas”, como: pensar, refletir, manter a concentração, fazer esforços, dominar a língua nativa, saber interpretar o enorme fluxo de informações disponíveis na internet e interagir com as pessoas (DESMURGET, 2021), não serão bem desenvolvidas. Antunes (2005), confirma que "Os jovens trabalhadores precisam desenvolver competências específicas para enfrentar as mudanças do mundo do trabalho. Essas competências incluem capacidade de adaptação, aprendizagem contínua, trabalho em equipe, comunicação e resolução de problemas".

Assim, a hipótese proposta é confirmada: se o uso consciente e responsável das ferramentas digitais não for adotado, a Geração Alpha enfrentará consequências a longo prazo. No entanto, se desde tenra idade os nascidos nessa geração forem educados para compreender que a internet vai além do mero entretenimento, eles terão a oportunidade de desenvolver habilidades e competências que beneficiarão suas futuras carreiras.

É de extrema importância que tanto as instituições escolares, quanto as famílias e as pesquisas acadêmicas assumam um papel ativo na orientação das crianças e adolescentes em relação ao uso responsável da tecnologia. Ao fazê-lo, contribuirão significativamente para aumentar as chances desses jovens se tornarem profissionais qualificados no campo da TI. Isso ocorre porque essas entidades dedicarão uma maior atenção ao desenvolvimento das crianças e adolescentes, lhes fornecendo orientações, monitorando seus hábitos de consumo digital, estimulando o desenvolvimento do pensamento crítico, raciocínio, habilidades de comunicação e interação social.

Os resultados desta pesquisa têm implicações significativas não apenas no âmbito acadêmico, mas também para pais, educadores e empresas que dependerão dessa nova geração de profissionais altamente capacitados. Além disso, espera-se que este estudo contribua para a compreensão dos desafios e oportunidades que a geração Alpha enfrentará no mercado de trabalho, especialmente na área de TI.

É importante que pais, professores e responsáveis estejam atentos aos efeitos negativos do uso excessivo dos recursos digitais pela geração Alpha, para que possam tomar medidas para prevenir ou minimizar esses efeitos. Essas medidas podem incluir: estabelecer limites no tempo de uso dos recursos digitais de acordo com a faixa etária, não permitir que crianças e adolescentes fiquem isolados em seus quartos com os dispositivos digitais, promover atividades ao ar livre ou em contato com a natureza, criar regras saudáveis para o uso consciente de equipamentos e aplicativos digitais (SOCIEDADE BRASILEIRA DE PEDIATRIA, 2019). Através de um esforço conjunto, é possível ajudar a geração Alpha a desenvolver as habilidades e competências necessárias para o sucesso no mercado de trabalho.

REFERÊNCIAS

ALTER, Adam. ***Irresistível: Porque você é viciado em tecnologia e como lidar com ela.*** Objetiva, 16 de abril de 2018.

ANTUNES, Ricardo. ***O caracol e sua concha: ensaios sobre a nova morfologia do trabalho.*** Boitempo Editorial, 26 de outubro de 2015.

ARANDA, Hellen Nicole Constantino. Desdobramentos da infância brasileira em meio à era digital: riscos e possibilidades. ***Diaphora***, v.11, n.2, 24 fev. 2023.

BARBOSA, Carolinny Souza do Vale; ROCHA, João Gabriel Pereira; LOPES, Heloisa Amorim Teixeira. Os Efeitos do uso de telas na saúde de crianças e adolescentes: uma revisão integrativa. ***JNT Facit Business and Technology Journal***. ed.43, v.1, jul. 2023.

DE LIMA, Ana Paula Ferreira et al. Educação Infantil: A educação 4.0 e consequências de grandes exposições às mídias digitais para as crianças de 4 e 5 anos. ***Peer Review***, v.5, n.3, 17 mar. 2023.

DE MACÊDO, Crislayne Silva. ***Repercussões do tempo de telas para a saúde de crianças e adolescentes: uma revisão de escopo.*** 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Enfermagem) - Universidade Federal de Campina Grande Centro de Educação e Saúde Unidade Acadêmica de Enfermagem. Cuité - Paraíba.

DESMURGET, Michel. ***A fábrica de cretinos digitais: os perigos das telas para as nossas crianças.*** São Paulo: Vestígio, 2021.

DOS SANTOS, Domingues Sávio et al. SCREENAGERS: A nova geração digital e o futuro da educação. ***Revista Amor Mundi***, v. 4, n. 3, p. 57-63, 2023.

FREITAS, Patrícia Martins de et. al. Influência das relações familiares na saúde e no estado emocional dos adolescentes. ***Revista Psicologia e Saúde***, v. 12, n. 4, 2020.

FURLONG, Michael James; YOU, Sukkyung; SHISHIM, Mark; DOWDY, Erin. Development and Validation of the Social Emotional Health Survey-Higher Education Version. (2017). **Applied Research In Quality Of Life**, 12. Doi: 10.1007/s11482-016-9464-9, 2017.

GONÇALVES, Rodrigo Feitosa. **Habilidades e competências requeridas ao profissional de tecnologia da informação**. Monografia (Bacharelado de Engenharia de Software) - Universidade Federal do Amazonas Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia. Itacoatiara - Amazonas. 2020.

HALF, Robert. **O mercado de tecnologia está realmente aquecido?** Robert Half, 2023. Disponível em: <https://www.roberthalf.com.br/blog/tendencias/o-mercado-de-tecnologia-esta-realmente-aquecido>. Acesso em: 20 de outubro.

HOGUE, Elisabeth; BICKHAM, David; CANTOR, Joanne. Digital Media, Anxiety, and Depression in Children. **American Academy of Pediatrics**, vol. 140, ed.2, nov. 2017

LEAL, Lucas Parteka; PEREIRA, Luiz Henrique Boseki. **Contratação por competências: prototipação de solução auxiliadora na busca por profissionais de TI**. Trabalho De Conclusão de Curso (Bacharelado de Sistemas de Informação) - Universidade do Sul de Santa Catarina. Florianópolis. 2021.

LOUREIRO, Simone Godinho. **Proposta de Ações para o Desenvolvimento de Conhecimentos, Habilidades e Atitudes dos Profissionais da Área de Sistema de Informação**. Dissertação (Mestrado em Sistema de Gestão) - Universidade Federal Fluminense. Niterói. 2019.

MARQUES, Christopher da Costa; SOUZA, Weilan Carvalho; DE SOUZA, Júlio Cesar Pinto. A dependência da tecnologia na saúde mental dos adolescentes. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 4, n. 5, p. 23077-23096, 2021.

MATTE, Isabela. **O jovem digital: Repensando o presente, moldando o futuro**. RJ: Best Seller, 2023.

MEIO&MENSAGEM. **Geração Alpha: características e hábitos de consumo dos nascidos após 2010**. meioemensagem, 2023. Disponível em: <https://www.meioemensagem.com.br/proxima/geracao-alpha>. Acesso em: 02 de outubro de 2023.

NIC.BR. **92 milhões de brasileiros acessam a Internet apenas pelo telefone celular, aponta TIC Domicílios 2022**. Nic.br, 2023. Disponível em: <https://nic.br/noticia/releases/92-milhoes-de-brasileiros-acessam-a-internet- apenas-pelo-telefone-celular-aponta-tic-domicilios-2022/#:~:text=Dos%20149%20milh%C3%B5es%20de%20usu%C3%A1rios,n%C3%A3o%20s%C3%A3o%20usu%C3%A1rios%20da%20rede>. Acesso em: 02 de outubro de 2023.

NISHI, Sandra Sayuri; DA SILVA, Diego. As Consequências Emocionais da Exposição de Telas Digitais em Crianças de 2 a 6 Anos. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**. v.9.n.7. jul. 2023.

NOVAES, Érika Thaís da Conceição; JUNIOR, Florisvaldo Cunha Cavalcante. Análise das competências competitivas do profissional de tecnologia da informação: estudo de caso com vagas ofertadas pelo linkedin. **Pensar Acadêmico**, vol. 20, n. 3, 25 ago. 2022.

NUNES, Amanda Pereira et al. **Uso de telas e tecnologia pela população infanto-juvenil: Revisão bibliográfica sobre o impacto no desenvolvimento global de crianças e adolescentes**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Medicina) - Faculdade da Saúde e Ecologia Humana. Vespasiano - Minas Gerais. 2023.

PACHECO, Gail; DYE, Jessica. Estimating the cost of youth disengagement in New Zealand. **New Zealand Journal of Employment Relations**, Vol. 38, No. 2

PASSOS, Tawanna Pereira. **Uso de telas na infância: revisão bibliográfica sobre riscos e prejuízos para o desenvolvimento cognitivo e linguístico**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Fonoaudiologia) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás Escola de Ciências Sociais e da Saúde. Goiás. 2021.

PETRY, Rafael Floriani. **Competências Socioemocionais na Formação dos Profissionais de Tecnologia de Informação**. Dissertação (Mestrado em Ciências) Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto. 2019.

PRATS, Alessandro Zomer.; SCHMITT, Rodrigo. **O ensino superior e o mercado de trabalho da grande Florianópolis na área de ti: um estudo de caso**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Sistemas da Informação) - Universidade do Sul de Santa Catarina. Palhoça. 2019.

REGAZINI, Fabiana. **Competências técnicas versus competências socioemocionais: qual o mais importante para a empresa e para a vida profissional?** Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Gestão Empresarial) - Faculdade de Tecnologia de Americana Ministro Ralph Biasi. São Paulo. 2021.

RIBEIRO, Paula Fernanda Lima. **Consequências do Uso Abusivo da Internet na Saúde Mental de Crianças e Adolescentes: Uma Revisão Sistemática da Literatura**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina) - Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública. Salvador. 2022.

SCHEREDER, Byanca Neves; MATOS, Hellen Carmo de Oliveira. Atuação dos profissionais na área de TI: investigação das percepções e necessidades das competências dos profissionais de TI pelo meio produtivo na região de Goiânia e Anápolis. **Anais da Semana de Iniciação Científica do Curso de Sistemas de Informação**, 12ª ed. 15 e 16, dez. 2020.

SILVA, Mariana Marcelino. Família e Comportamento Sociodigital. **Revista Epistemologia e Práxis Educativa**, v.3, n.1, jan./abr. 2020.

SOUZA, Karlla; DA CUNHA, Mônica Ximenes Carneiro. Impactos do uso das redes sociais virtuais na saúde mental dos adolescentes: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Educação, Psicologia e Interfaces**, v. 3, n. 3, p. 204-2017, 2019.

VEEN, Wim; VRAKKING, Ben. **Homo Zappiens: educando na era digital**. Artmed Editora, 2009.

ZANBELLO, Beatriz Lopes et al. Alpha, a Geração Hiperconectada e a Educação Emocional. **Saber E Educar**, v.30, n.1, 15 nov. 2021.

A aceitação do uso dos jogos no aprendizado do levantamento de requisitos na engenharia de software



The acceptance of the use of games in learning requirements elicitation in Software Engineering

Carla Regina Rodrigues Padial Sanz 

Fatec Praia Grande

carlarodrigues_sanz@hotmail.com

Juliano Barreira Zorzetto 

Fatec Praia Grande

julianobz7@gmail.com

Simone Maria Viana Romano 

Fatec Praia Grande

simone.romano@cps.sp.gov.br

Jonatas Cerqueira Dias 

Fatec Praia Grande

jonatas.dias2@cps.sp.gov.br

Revista Processando o Saber

eISSN 2179-5150 · Vol 18, n. 01, 2026

Multidisciplinar · DOI · Revisão por pares

Faculdade de Tecnologia Praia Grande – FATEC

Periodicidade: Anual

revista@fatecpg.edu.br

Recebido: Jan 2026

Aceito: Mar 2026

Publicado: Jun 2026

URL: <https://www.fatecpg.edu.br/revista/index.php/ps/article/view/350>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.19929322>



RESUMO

A engenharia de software é uma disciplina complexa que lida com o desenvolvimento de sistemas de software. O levantamento de requisitos é um passo crucial nesse processo, pois envolve a identificação, análise e documentação das necessidades dos usuários e do sistema a ser desenvolvido. Tradicionalmente, o levantamento de requisitos é realizado por meio de entrevistas e workshops, que podem ser desafiadores e propensos a interpretações equivocadas. Neste artigo, é explorado o uso da gamificação como uma abordagem inovadora e eficaz no aprendizado do levantamento de requisitos na engenharia de software, bem como a aceitação de jogos como forma de aprendizado. Foram discutidos os benefícios do uso de jogos como o desenvolvimento de aprendizagens cognitivas e habilidades motoras, a melhoria da comunicação e colaboração, além do treinamento e capacitação dos analistas de requisitos. É apresentada também uma pesquisa quantitativa validando os resultados da pesquisa bibliográfica de que os jogos possuem grande aceitação como forma de aprendizado. No entanto, é importante ressaltar que os jogos não substituem completamente os métodos tradicionais de ensino, mas devem ser vistos como uma ferramenta complementar. Concluímos que o uso dos jogos pode enriquecer o processo de aprendizado do levantamento de requisitos, promovendo a interação, validação de necessidades e estimulando a criatividade e inovação.

PALAVRAS-CHAVE: Engenharia de software; Levantamento de requisitos; Aceitação de Jogos; Aprendizado com jogos; Gamificação.

ABSTRACT

Software Engineering is a complex discipline that deals with the development of software systems. Requirements elicitation is a crucial step in this process, as it involves identifying, analyzing, and documenting the needs of users and the system to be developed. Traditionally, requirements elicitation is carried out through interviews and workshops, which can be challenging and prone to misunderstandings. This article explores the use of gamification as an innovative and effective approach to learning requirements elicitation in software engineering, as well as the acceptance of games as a form of learning. It was discussed the benefits of using games, such as the development of cognitive learning and motor skills, improvement of communication and collaboration, and the training and empowerment of requirements analysts. A quantitative survey is also presented, validating the findings of the literature review that games are widely accepted as a form of learning. However, it is important to emphasize that games do not completely replace traditional teaching methods but should be seen as a complementary tool. We conclude that the use of games can enrich the requirements elicitation learning process by promoting interaction, validating needs, and stimulating creativity and innovation.

KEY-WORDS: Software engineering; Requirements elicitation; Game acceptance; Learning with games; Gamification.

INTRODUÇÃO

A engenharia de software é uma disciplina que lida com o desenvolvimento de sistemas de softwares complexos. Um dos passos fundamentais nesse processo é o levantamento de requisitos. O entendimento correto dos requisitos consiste em uma etapa mais crítica ao desenvolver um software, possuindo influência direta na qualidade final do produto (Thiry et al., 2010; Vargas et al., 2011; Unkelos-Shpigel e Hadar, 2015; Petri e Chiavegatti, 2015).

Como se sabe, tradicionalmente, o levantamento de requisitos é realizado por meio de entrevistas, questionários e *workshops*, nos quais os analistas de requisitos interagem diretamente com os usuários e outras partes interessadas para coletar informações relevantes (Alff, 2018). No entanto, a sua incorreta realização ainda se apresenta como grande responsável pelo fracasso de projetos, por isso a grande relevância de uma correta execução do mesmo (Thiry et al., 2010; Erfurth e Kirchner, 2010; Araújo et al., 2016).

Para superar esse desafio, uma abordagem inovadora e eficaz que tem sido explorada é o uso de jogos no aprendizado. Ultimamente, observou-se que o uso de jogos pode servir não apenas como ferramenta de diversão e entretenimento, mas também como uma forma de aprendizado, auxiliando professores e alunos durante seus estudos, oferecendo uma forma interativa e envolvente de aprendizagem, que pode tornar o processo de levantamento de requisitos mais dinâmico e colaborativo.

Jogos, sejam eles manuais ou digitais, são estimulantes excelentes que contribuem para que os alunos se envolvam muito mais do que uma atividade comum. Até mesmo as reações dos alunos, durante e após a dinâmica, pode auxiliar os professores ao fornecer informações e percepções significativas acerca da aquisição de conhecimento e do aperfeiçoamento das habilidades de seus alunos.

[...] os jogos podem ser empregados em uma variedade de propósitos dentro do contexto de aprendizado. Um dos usos básicos e muito importantes é a possibilidade de construir-se a autoconfiança. Outro é o incremento da motivação [...] um método eficaz que possibilita uma prática significativa daquilo que está sendo aprendido. Até mesmo o mais simplório dos jogos pode ser empregado para proporcionar informações factuais e praticar habilidades, conferindo destreza e competências (SILVEIRA, 1998, p. 02).

O uso dos jogos pode ser benéfico não apenas para auxiliar durante o aprendizado de alunos da disciplina em cursos relacionados à área de engenharia de software, mas também para treinar e capacitar os analistas de requisitos, uma vez que esses jogos no ambiente de trabalho auxiliam na simulação dos desafios que os envolvidos possam enfrentar no desenvolvimento

de projetos e sistemas, permitindo que os analistas pratiquem suas habilidades e aprendam com os erros cometidos durante o jogo.

É possível utilizar os jogos de maneiras diferentes, os estruturando para serem aplicados de acordo com o ambiente em questão e com a facilidade de aprendizado de cada um.

Os jogos podem ser estruturados em três formas de assimilação: exercício, símbolo ou regra. Nos jogos de exercícios, a forma de assimilação é funcional ou repetitiva, isto é, caracteriza-se pelo prazer da função. A repetição tem por consequência algo muito importante para o desenvolvimento da criança: a formação de hábitos, como analisa Piaget (1978), são a principal forma de aprendizado no primeiro ano de vida e se constituem a base para futuras operações mentais. (PIAGET, 1978, p.18)

No entanto, é importante ressaltar que os jogos não substituem completamente os métodos tradicionais. Eles devem ser vistos como uma ferramenta complementar, que pode enriquecer o processo e proporcionar uma abordagem mais interativa e participativa.

O objetivo deste estudo, é mostrar que a gameificação pode ser uma abordagem inovadora e eficaz no aprendizado do levantamento de requisitos na engenharia de software, bem como comprovar a aceitação do uso dos jogos para o aprendizado, reforçando a ideia de que essa ferramenta pode auxiliar no processo de aprendizado. Para isso, foi aplicado uma pesquisa com alunos dos cursos de tecnologia relacionados a área de estudo da Fatec de Praia Grande – SP para validar os resultados e comprovar a aceitação do uso dos jogos para o aprendizado por parte dos alunos, além de sua eficiência como forma de implementar os conhecimentos necessários para a disciplina.

O principal interesse dessa pesquisa realizada com os alunos é validar os resultados da pesquisa bibliográfica, bem como avaliar a aceitabilidade e eficiência dos jogos no aprendizado, incentivando o uso desses jogos a fim de auxiliar tanto professores a ministrar suas aulas de forma mais dinâmica como auxiliar os alunos no entendimento da disciplina.

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os jogos digitais surgiram há relativamente pouco tempo, mas foram conquistando mais e mais espaço ao longo dos anos, se beneficiando do enorme avanço tecnológico que permitiu o surgimento de novas mídias, como a *world wide web*. O que muitas vezes não percebemos é que a presença dos jogos não se limita aos períodos de diversão, mas repercute em outras áreas da vida, influenciando nosso jeito de pensar, comunicar e sentir (Vasconcellos; Carvalho; Araujo. 2018).

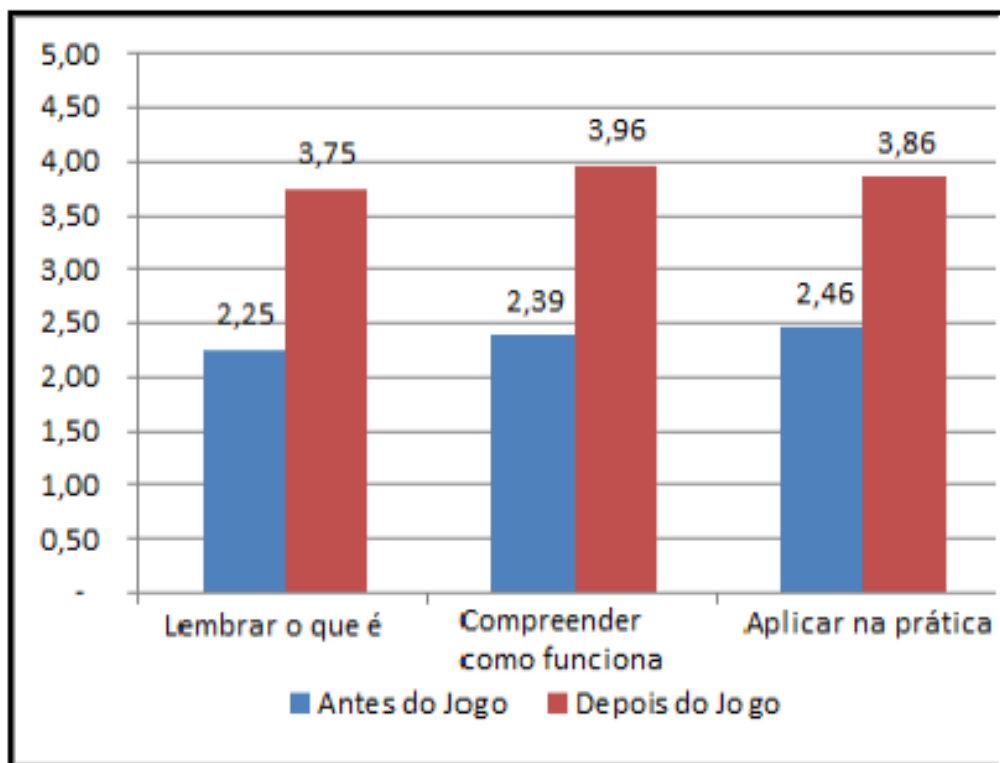
Desde o início, a humanidade busca a evolução em muitas áreas e aspectos, porém alguns desses aspectos possuem um grau elevado de complexidade, como a educação. Isso intriga pesquisadores e professores, que buscam formas mais novas e eficientes de ensinar, principalmente com a utilização de novas tecnologias.

Hoje um dos métodos mais buscados para suprir essa necessidade é a gamificação ou gameificação, termo cunhado para processos que possuem características de jogo e que tendem a ser mais cativantes (Mattar. 2021).

A aprendizagem baseada em jogos digitais pode desempenhar um papel importante na interiorização de conteúdos que não motivem as pessoas de forma intrínseca, mas que precisem ser aprendidos (Prensky. 2021).

Ao desenvolver e implantar um jogo voltado para o ensino, os autores de uma pesquisa desenvolveram um questionário no qual os alunos se auto-avaliaram referente aos itens: lembrar o que é, compreender como funciona e aplicar na prática. A Figura 1 apresenta a média das notas da auto-avaliação referente ao conceito de Elicitação e Análise de Requisitos. De acordo com o gráfico é possível observar claramente um acréscimo na aprendizagem da amostra de alunos participantes da avaliação (Petri e Chiavegatti, 2015).

Figura 1 – Nível de conhecimento dos alunos antes e após a interação com o jogo



Fonte: “Um role playing game para o ensino de elicitação e análise de requisitos”

As discussões acerca do uso de jogos na escola fortalecem o cenário construtivista de que conteúdos e temáticas do currículo podem ser trabalhados por meio de instrumentos diferenciados e atrativos, propiciando o desenvolvimento cognitivo, psicomotor e afetivo da criança (Lima; Negrão. 2022).

Mesmo não possuindo propósito educativo, o jogo ganha valor educativo na medida em que ele pode promover aprendizado. Para Arruda (2009), a lógica que opera no meio digital condiz com o desejo e desafio do professor: o de poder criar meios para que os alunos possam utilizar essas estratégias de organização e aprendizagem dos ambientes digitais, de forma eficaz e eficiente, dentro do universo escolar e, posteriormente, na vida adulta (Santos. 2020).

Com o uso desses jogos, é possível também que as empresas auxiliem e treinem seus funcionários com simulações, como por exemplo simulando ambientes e entrevistas reais para o levantamento de requisitos como parte da engenharia de software, utilizando essas simulações como preparação para o ambiente real.

Para demonstrar as argumentações até aqui apresentadas, os tópicos a seguir demonstram exemplos que sustentam estas argumentações.

1.1 EXEMPLO DE JOGO DIGITAL EDUCACIONAL

Atualmente, com o uso da tecnologia se aliando à educação e complementando novas formas de aprendizado, é possível encontrar vários exemplos de aplicações que obtêm um sucesso crescente.

Um exemplo bastante conhecido deste tipo de aplicação é a plataforma *Duolingo* (Figura 2), onde, através de um aplicativo em formato de jogo, o usuário pode aprender idiomas de forma interativa, combinando aprendizagem e entretenimento. O ensino é dividido em vários níveis e desafios, e conforme o usuário avança e realiza as lições e atividades, desbloqueia outros níveis.

Figura 2 – Aplicativo Duolingo



Fonte: Retirado da Internet

Enquanto atinge as metas e avança, o jogador vai acumulando pontos, além de ganhar experiência. Além disso, a plataforma conta com um fórum, onde os usuários podem trocar dicas, experiências e sanar as dúvidas uns dos outros.

O jogo também possui um *ranking* e grupos, no qual os membros criam desafios e interagem através de perguntas, estimulando assim a competitividade.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O método de pesquisa proposto é o de pesquisa bibliográfica com o objetivo de verificar o uso de jogos no aprendizado e observar se é bem-visto e aceito de forma geral, e principalmente, se há aceitação e benefício do seu uso referente ao levantamento de requisitos na engenharia de software, uma vez que, o universo dos jogos no aprendizado é um caminho abrangente e pode ser explorado em qualquer área de conhecimento.

Foram selecionados artigos referentes ao tema discutido neste estudo, visando uma pesquisa abrangente sobre o assunto.

Como procedimentos técnicos, a pesquisa bibliográfica foi realizada por meio da plataforma “Dimensions.AI”, estabelecida em 2018. Esta plataforma representa uma coleção abrangente de dados interligados referentes a artigos, livros e revistas, onde é possível acompanhar todo o ciclo de vida de uma pesquisa.

A escolha dos descritores definidos para a pesquisa se deu após uma série de testes com outros termos pertinentes, focando em obter os melhores resultados, dos quais foram avaliados até chegar-se ao número utilizado para as referências bibliográficas.

No Quadro 1 é possível verificar o grupo de descritores e as configurações utilizadas para a pesquisa.

Quadro 1 – Grupos de descritores e configurações utilizadas

Restrições	Grupo de Descritores
Descritores	"levantamento de requisitos" OR "requirements elicitation" AND "engenharia de software" OR "software engineering" AND "gameificação" OR "gamification" AND "aceitação de jogos" OR "game acceptance"
Data de Publicação	Últimos 5 anos
Tipo de Material	Artigos
Idioma	Qualquer Língua

Fonte: Elaborado pelos autores

A segregação se deu por meio das técnicas de leitura exploratória, focando nas palavras-chaves e resumos dos artigos encontrados, e posteriormente de leitura analítica, separando o material pertinente.

Após a pesquisa bibliográfica, foi realizada uma pesquisa quantitativa com os alunos dos cursos de tecnologia relacionados a área de estudo da Fatec de Praia Grande – SP, a fim de validar os resultados, comprovando a aceitação de jogos como ferramenta de aprendizado, bem como comprovar sua eficiência.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A escolha da técnica de pesquisa bibliográfica como fonte primária para este estudo é fundamentada na necessidade de explorar e compreender de maneira abrangente o contexto teórico existente sobre o tema em questão. A pesquisa bibliográfica oferece a vantagem de proporcionar uma visão consolidada e aprofundada das principais contribuições acadêmicas, permitindo uma análise crítica das diversas perspectivas e abordagens já existentes.

Já a utilização do método de pesquisa quantitativa neste estudo possui o intuito de validar e solidificar os resultados obtidos por meio da pesquisa bibliográfica. A abordagem quantitativa oferece uma estrutura sistemática, possibilitando a mensuração de variáveis-chave relacionadas ao tema em estudo.

3.1 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Através da pesquisa bibliográfica realizada com os descritores na plataforma “Dimensions.AI”, foram retornados 171 artigos. Após a segregação para leitura analítica, 7 artigos foram utilizados como forma de validar os resultados e discussões deste artigo.

É possível encontrar os resultados da pesquisa no Quadro 2.

Quadro 2 – Resultado da pesquisa bibliográfica

Item	Título	Síntese do Artigo
1	<i>“A cost-effective communication model for requirements elicitation in global software development”</i>	Aqui destaca-se a importância do levantamento de requisitos, ressaltando sua relevância no contexto do desenvolvimento global de softwares. A comunicação eficaz entre as partes interessadas também é destacada como um elemento crucial nesse processo (Rauf; Bibi; Ali; Alsaedi; Rehman; Mahmood; Kundi. 2023).
2	<i>“Reducing Requirements Ambiguity via Gamification: Comparison with Traditional Techniques”</i>	Este artigo também destaca a importância do levantamento de requisitos, ressaltando que requisitos mal especificados podem levar a um projeto fracassado. Menciona-se também o uso de várias técnicas, cada uma com seus prós e contras. Além disso, o estudo destaca a importância da gamificação no processo de levantamento de requisitos, enfatizando a aceitação do uso dessa ferramenta e os benefícios tanto para a equipe de desenvolvimento de software quanto para os usuários envolvidos no sistema (Dar; Imtiaz; Lali. 2022).
3	Gameificação nos processos de ensino aprendizagem: uma revisão bibliográfica	Este artigo destaca a definição da gamificação como sendo uma experiência de aprendizado divertida, não sendo necessariamente um jogo, mas sim um processo que incorpora elementos de jogabilidade para realizar atividades. Além disso, menciona que experiências em educação com adultos têm demonstrado que a gamificação permite o desenvolvimento de competências específicas, possibilitando o desenvolvimento de aprendizagens cognitivas e habilidades motoras. Por fim, o artigo ressalta a unanimidade nos estudos realizados ao afirmar que atividades online, como jogos, são positivamente aceitas pelos estudantes (Moraes; Vargas. 2022).
4	Jogos educativos em TVDI: A gameificação do ginga	Aqui destaca-se a potencial utilidade da gamificação, destacando seu ambiente atrativo e interativo. A abordagem sugere que ao integrar desafios de jogos com narrativas educativas e objetivos de aprendizagem específicos, as práticas educacionais podem se tornar mais atrativas, inovadoras e motivadoras para os aprendizes, proporcionando uma aprendizagem mais dinâmica (Azevedo; Cardoso. 2015).
5	<i>“Commercial Video Games in School Teaching: Two Mixed Methods Case Studies on Students’ Reflection Processes”</i>	Este estudo destaca a preferência dos alunos por jogos no contexto do ensino escolar, bem como a percepção positiva da adequação dos jogos para essa finalidade, ambos acima dos pontos médios das escalas das pesquisas realizadas. Além disso, menciona que a percepção da relevância pessoal da discussão pelos alunos também ficou acima do ponto médio da escala das pesquisas. Por fim, observa que a aceitação dos jogos pelos alunos no ensino escolar permaneceu alta e numericamente superior à

		aceitação dos jogos como atividade de lazer (Ruth; Kaspar. 2020).
6	Uso de Jogos Didáticos: uma Estratégia Facilitadora para um Melhor Ensino – Aprendizagem em Sala de Aula	Este artigo fornece os resultados de uma pesquisa sobre a aplicação de jogos didáticos durante as aulas. A pergunta sobre se o uso desses jogos contribuiu para o aprendizado obteve 100% de respostas afirmativas, indicando uma grande aceitação por parte dos alunos (Alencar; Freitas. 2019).
7	Jogos para Ensino de Levantamento de Requisitos de Software: uma Revisão Sistemática de Literatura	Aqui se destaca o estudo de seis jogos encontrados que abordam o tema de técnicas de levantamento de requisitos, trazendo uma solução para o fracasso em alguns desenvolvimentos de softwares, onde a origem do problema pode ser a etapa de levantamento de requisitos. A abordagem desses jogos já existentes pode contribuir para a aceitação desse tipo de ferramenta como forma de aprendizado dessa área tão importante (Rosa; Lucca; Lemos; Bernardi; Medina. 2017).

Fonte: Elaborado pelos autores

Especificamente sobre o levantamento de requisitos na engenharia de software, foi possível entender que a utilização de jogos, seja durante o aprendizado de cursos relacionados à área, bem como em empresas que utilizam a engenharia de software em suas atividades dentro do ambiente de trabalho, é uma ferramenta eficaz e grande aliada dos envolvidos na dinâmica, uma vez que o levantamento de requisitos pode se tornar algo complexo, tendo em vista que é uma etapa fundamental para todo o desenvolvimento de projetos e sistemas.

Através do estudo dos diferentes artigos pesquisados, foi possível concluir que a tecnologia vem se tornando, ao longo dos anos, fundamental no processo educativo, e os jogos digitais podem ser considerados o futuro da aprendizagem.

Os resultados sobre a aceitação de jogos como ferramenta de ensino mostraram-se positivos, destacando que estas atividades realizadas tornam a dinâmica de aprendizagem mais interativa e atrativa, podendo até mesmo ser benéfica para o desenvolvimento cognitivo e motor, uma vez que foge do tradicional.

Os desafios para a aprendizagem são enormes, principalmente para envolver o aluno que está se tornando mais absorto nesse mundo digital. É por isso que o uso da tecnologia na educação vem se tornando uma aliada, contribuindo para o aumento da aceitação da gamificação como ferramenta de ensino.

Tecnologias que proporcionam e aumentam a interatividade, como por exemplo a Realidade Virtual, vão se tornar cada vez mais presentes nos próximos anos, incentivando e auxiliando professores e alunos no dia a dia, seja para desenvolver a criatividade, competitividade, como também para somar ao conteúdo das disciplinas no ambiente escolar.

3.2 PESQUISA QUANTITATIVA

A fim de validar os resultados da pesquisa bibliográfica, foi realizada uma pesquisa quantitativa com cinquenta e cinco alunos dos cursos de tecnologia relacionados a área de estudo da Fatec de Praia Grande – SP (Figura 3) que também confirmam que os jogos são bem aceitos como forma de aprendizado e são sim uma ferramenta aliada.

Figura 3 – Alunos respondendo o questionário

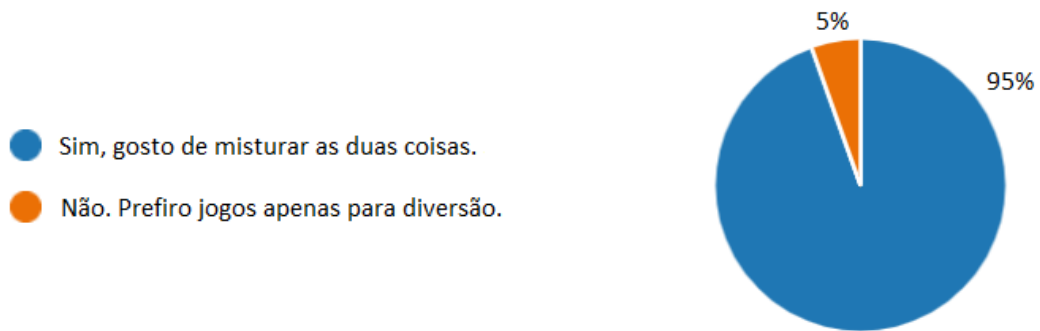


Fonte: Autores, 2023

As seguintes perguntas foram apresentadas aos alunos e os resultados obtidos estes:

1. Você gosta de jogos onde é possível aprender enquanto se diverte? (Gráfico 1)

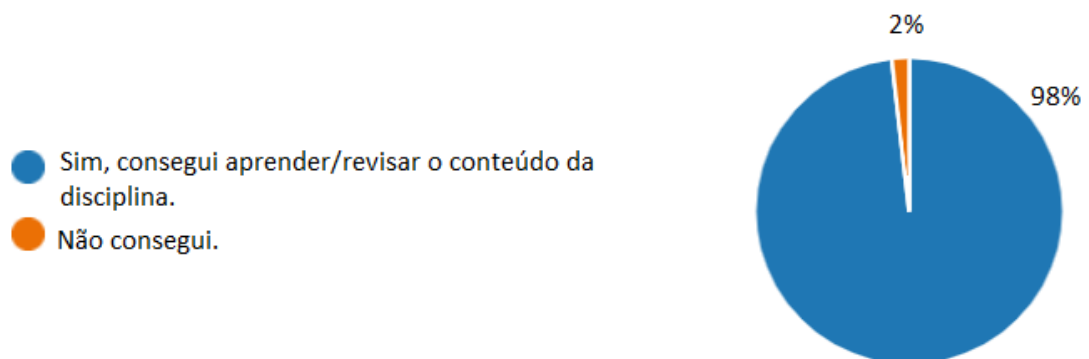
Gráfico 1



Fonte: Autores, 2023

2. Você consegue ou já conseguiu aprender/revisar o conteúdo de alguma disciplina enquanto joga? (Gráfico 2)

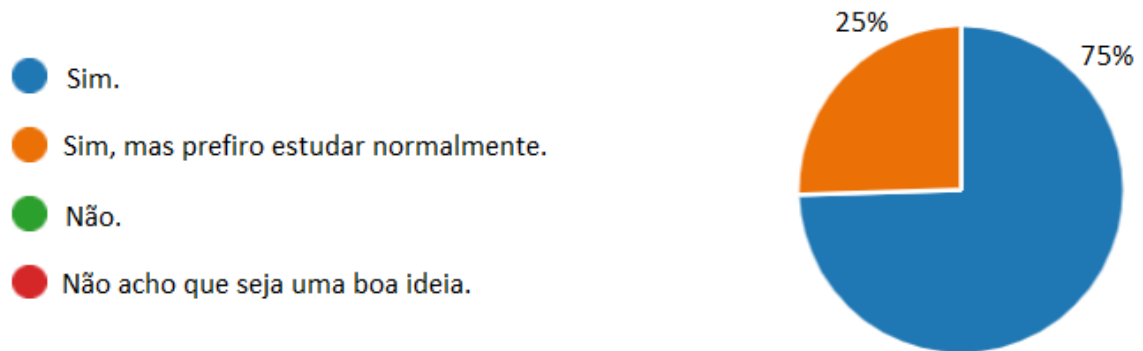
Gráfico 2



Fonte: Autores, 2023

3. Você acredita que jogos podem auxiliar no aprendizado? (Gráfico 3)

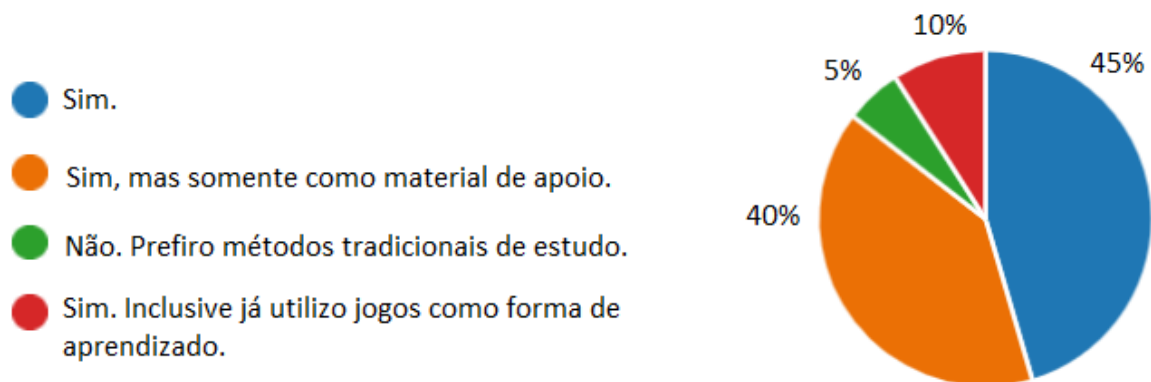
Gráfico 3



Fonte: Autores, 2023

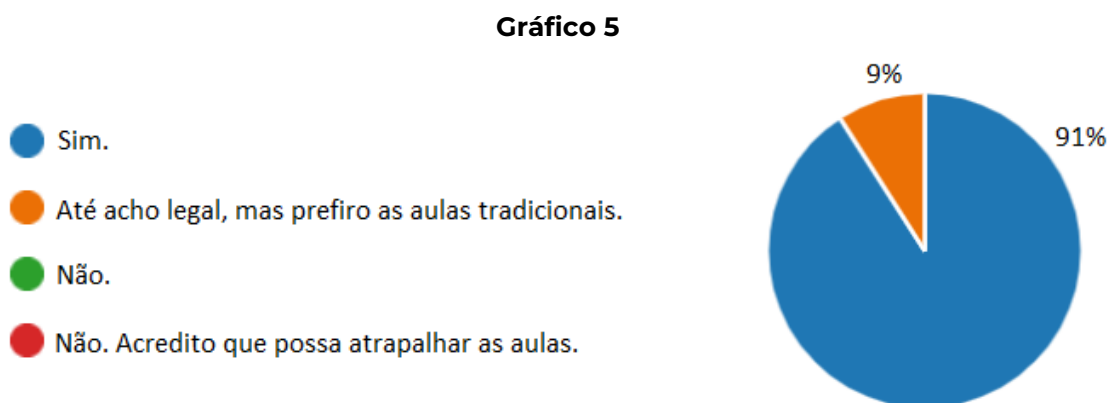
4. Você gostaria de utilizar jogos como forma de implementar seus estudos ou como material de apoio? (Gráfico 4)

Gráfico 4



Fonte: Autores, 2023

5. Você recomendaria o uso de jogos para aprendizado durante as aulas? (Gráfico 5)



Fonte: Autores, 2023

Analisando as questões individualmente, na questão 1 é visto que 95% dos entrevistados gostam de usufruir de jogos que possibilitam aprender além de se divertirem, e já na segunda questão é analisado que 98% já conseguiu aprender algo ou revisar o conteúdo de alguma disciplina enquanto joga. Já nas questões 3 e 4 verificou-se que 75% dos alunos concordam que os jogos auxiliam no aprendizado e 85% afirmam que gostam de utilizar jogos como ferramenta de aprendizado, onde desse total, 40% preferem que seja apenas como material de apoio dos estudos. Por fim, na quinta questão, 91% dos entrevistados recomendam o uso dos jogos durante as aulas como ferramenta de aprendizado.

Após os resultados apresentados é possível concluir que a utilização de jogos no ambiente de aprendizado é uma grande aliada e uma ferramenta bem aceita pelos alunos, uma vez que promove a interatividade e aumenta o interesse com relação ao assunto em questão.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da pesquisa bibliográfica realizada durante este estudo e dos resultados obtidos, foi percebido que o levantamento de requisitos é uma área importante da engenharia de software. Percebeu-se também que a gamificação vem ganhando cada vez mais espaço, onde esses jogos são cada vez mais aceitos como ferramenta de ensino e que uma grande maioria concorda que os jogos auxiliam e facilitam o aprendizado, seja em qualquer área do conhecimento, promovendo o aumento do interesse dos alunos sobre o assunto que sendo discutido em sala de aula, tanto com os jovens como com crianças.

O uso dos jogos no aprendizado do levantamento de requisitos pode trazer diversos benefícios. A partir do momento que a gamificação é cada vez mais aceita como ferramenta de aprendizado em qualquer área, ela pode vir a ser uma grande aliada no aprendizado tanto no ambiente escolar como em empresas que utilizam essa atividade.

Os jogos proporcionam uma simulação na qual os usuários podem interagir com o sistema em desenvolvimento, validando suas necessidades e explorando requisitos implícitos.

Além disso, os jogos promovem a colaboração e a comunicação entre os envolvidos no processo, estimulando a criatividade e o pensamento inovador.

Já a pesquisa quantitativa realizada com os alunos valida os resultados da pesquisa bibliográfica, demonstrando que a utilização da gamificação é de grande aceitação por parte dos alunos como forma de complementar seus estudos, já que torna o ambiente de aprendizagem mais dinâmico, interativo e atrativo.

No entanto, é importante utilizar os jogos de forma complementar aos métodos tradicionais, sem substituir as outras ferramentas tradicionais no processo de aprendizado, garantindo que sejam projetados e conduzidos adequadamente.

Com o uso adequado, os jogos podem melhorar o processo de levantamento de requisitos e contribuir para o desenvolvimento de sistemas de software mais eficientes e alinhados com as necessidades dos usuários.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, A. C. da S.; FREITAS, A. D. G. de; **Uso de Jogos Didáticos: uma Estratégia Facilitadora para um Melhor Ensino - Aprendizagem em Sala de Aula**. V. 20 No. 2, 2019. Disponível em: <<https://revistaensinoeducacao.pgsskroton.com.br/article/view/6688>> Acesso em: 22 de Novembro de 2023.

ALFF, F. R. **Análise de requisitos: 5 técnicas de levantamento de requisitos**. 2018. Disponível em: <<https://analisederequisitos.com.br/tecnicas-levantamento-requisitos/#As-5-melhores-tecnicas-de-levantamento-de-requisitos>> Acesso em: 12 de Dezembro de 2023.

ARAÚJO, D. N.; CRUZ, M. L. P. de M.; PIMENTEL, J. H.; DUQUE, M.; ALENCAR, F. **Jogos Educativos no Ensino da Engenharia de Requisitos**. In: IX Fórum de Educação em Engenharia De Software (FEES), Maringá, 2016.

ARRUDA, Eucidio Pimenta. **Jogos Digitais e aprendizagens: o jogo Age of Empires III desenvolve idéias e raciocínios históricos de jovens jogadores?**. 2009. 237 f. Tese (doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia.

AZEVEDO, L. S. de; CARDOSO, F.; **Jogos Educativos em TVDI: A gamificação do ginga**. V. 1, 2015. Disponível em: <<https://www.set.org.br/setep/pdfs/artigo15.pdf>> Acesso em: 19 de Novembro de 2023.

DAR, H. S.; IMTIAZ, S.; LALI, M. I. **Reducing Requirements Ambiguity via Gamification: Comparison with Traditional Techniques**. 2022. Disponível em: <<https://www.hindawi.com/journals/cin/2022/3183411/>> Acesso em: 18 de Novembro de 2023.

ERFURTH, I.; KIRCHNER, K. **Requirements Elicitation with Adapted CUTA Cards: First Experiences with Business Process Analysis**. In: Engineering of Complex Computer Systems (ICECCS), 2010 15th IEEE International Conference on. IEEE. pp. 215-223, 2010.

LIMA, Ana Clavia Oliveira de; NEGRÃO, Felipe da Costa. **O uso de jogos eletrônicos no processo de ensino e aprendizagem da matemática**. Revista Docência e Ciberultura, v.6, n.1, 2022. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/re-doc/article/view/57587/41955>> Acesso em: 18 de Março de 2023.

MATTAR, João. **Relatos de pesquisas em aprendizagem baseada em games**. Ed. Artesanato Educacional, 2021. 168 p.

MORAES, A. C. B. K.; VARGAS, PAULA, de V.; **Gameificação nos processos de ensino aprendizagem: uma revisão bibliográfica**. Vol. 5 No. 2, 2022. Disponível em: <<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/47017>> Acesso em: 18 de Novembro de 2023.

PETRI, G.; CHIAVEGATTI, N. C. **Um role playing game para o ensino de elicitação e análise de requisitos**. Renote, Vol. 13 No. 1, 2015.

PIAGET, J. **A formação do símbolo na criança**. Rio de Janeiro: Zahar, 1978

PRENSKY, Marc. **Aprendizagem baseada em jogos digitais**. Ed. Senac São Paulo, 2021. 576 p.

RAUF, M. A.; ALI, S.; ALSAEDI, T.; REHMAN, S. U.; MAHMOOD, K.; KUNDI, M. **A cost effective communication model for requirements elicitation in global software development**. 2023. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/s41598-023-45415-6>> Acesso em: 16 de Novembro de 2023.

ROSA, L. H. C.; LUCCA, L. P.; LEMOS, E. L.; BERNARDI, G.; MEDINA, R. D.; **Jogos para Ensino de Levantamento de Requisitos de Software: uma Revisão Sistemática de Literatura**. Vol. 15 No. 2, 2017. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/79228>>. Acesso em: 25 de novembro de 2023.

RUTH, M.; KASPAR, K.; **Commercial Video Games in School Teaching: Two Mixed Methods Case Studies on Students' Reflection Processes**. V. 11, 2020. Disponível em: <<https://www.frontiersin.org/journals/psychology/articles/10.3389/fpsyg.2020.594013/full>> Acesso em: 16 de Novembro de 2023.

SANTOS, Joab Silva; SANTOS, Wendel Miranda; SANTOS, Marilécia Oliveira. **Jogos eletrônicos, aprendizagem significativa e novas tecnologias na construção da consciência histórica**. 2020. Disponível em: <1606779646_ARQUIVO_5bcd603199e2c086b6e42c340fa5f47a.pdf (abeh.org.br)> Acesso em: 25 de Abril de 2023.

SILVEIRA, R. S; BARONE, D. A. C. **Jogos educativos computadorizados utilizando a abordagem de algoritmos genéticos**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de informática. Curso de Pós-Graduação em Ciências da Computação, 1998.

THIRY, M.; ZOUCAS, A.; GONÇALVES, R. Q. **Promovendo a Aprendizagem de Engenharia de Requisitos de Software através de um Jogo Educativo**. In: Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Vol. 1, No. 1, 2010.

UNKELOS-SHPIGEL, N.; HADAR, I. **Inviting everyone to play: Gamifying collaborative requirements engineering**. In: 2015 IEEE Fifth International Workshop on Empirical Requirements Engineering (EmpiRE). IEEE. pp. 13-16, 2015.

VARGAS, D.; MORO, T. B.; DAMBROSIO, G. M.; CASSAL, M. L.; BERNARDI, G.; CORDENONSI, A. Z. **Desenvolvimento de um Jogo de Empresa baseado em Agentes de Software e Instituições Eletrônicas para simulação de Elicitação de Requisitos de Software**. In: XVIII Workshop de Educação em Informática (WEI). Belo Horizonte–Minas Gerais. 2010.

VASCONCELLOS, Marcelo Simão de; CARVALHO, Flávia Garcia de; ARAUJO, Inesita Soares de. **O jogo como prática de saúde**. Ed. da Fundação Oswaldo Cruz, 2018. 134 p.

Análise dos efeitos da tecnologia da informação nos sistemas econômicos em tempos de pandemia



Analysis of the effects of information technology on economic systems in times of pandemic

Mary Ellen Wingerter B. Oliveira 

Fatec Praia Grande

mary.oliveira@fatec.sp.gov.br

Bianca Drumond Fulaneti 

Fatec Praia Grande

bianca.fulaneti@fatec.sp.gov.br

Jonatas Cerqueira Dias 

Fatec Praia Grande

jonatas.dias2@cps.sp.gov.br

Revista Processando o Saber

eISSN 2179-5150 · Vol 18, n. 01, 2026

Multidisciplinar · DOI · Revisão por pares

Faculdade de Tecnologia Praia Grande – FATEC

Periodicidade: Anual

revista@fatecpg.edu.br

Recebido: Jan 2026

Aceito: Mar 2026

Publicado: Jun 2026

URL: <https://www.fatecpg.edu.br/revista/index.php/ps/article/view/365>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.19929792>



RESUMO

Este estudo é contextualizado no ambiente global que foi afetado pela pandemia de COVID-19 em 2020, enfatizando as mudanças nos setores econômicos e nas práticas de trabalho. Em face desta crise sem paralelo, a Tecnologia da Informação (TI) surge como um componente essencial para adaptação e resiliência, desempenhando um papel vital na preservação das operações de negócios e na transformação das estruturas econômicas mundiais. Neste cenário, este trabalho visa examinar os impactos da TI nos sistemas econômicos durante o período da pandemia. Procurando entender como a TI não apenas manteve operações de negócios, mas também como desempenhou um papel crucial na transformação e reestruturação das estruturas econômicas globais. A questão de pesquisa proposta é: Quais foram os impactos na economia afetados pela pandemia de COVID-19 e como a TI contribui para sua resiliência e adaptação? A pesquisa se utiliza de um método qualitativo com uma abordagem bibliográfica, cuja orientação é dedutiva. A análise é realizada em três fases: mudanças globais provocadas pela pandemia, diversidade de aplicações da TI nos setores econômicos e o impacto do teletrabalho. Os resultados realçam a contribuição significativa da TI na resiliência econômica pós-COVID-19. A digitalização rápida, impulsionada pela adoção de tecnologias avançadas, surge como uma estratégia crucial para superar desafios e estimular a economia. A infraestrutura de telecomunicações se destaca como um elemento fundamental neste processo, alinhando-se à profunda transformação no mundo do trabalho e às mudanças estruturais na economia. O estudo conclui

enfatizando que, embora a TI não seja uma solução completa, sua importância na economia é incontestável. A transformação digital acelerada durante a pandemia não apenas manteve atividades econômicas, mas também provocou mudanças significativas em setores como educação e saúde. Olhando para o cenário pós-pandêmico, a TI continua a desempenhar um papel crucial, impulsionando a busca por especializações na área e fortalecendo a resiliência em várias áreas da sociedade.

PALAVRAS-CHAVE: COVID-19, Tecnologia da Informação; Transformação Digital; Teletrabalho; Resiliência Econômica

ABSTRACT

This study is contextualized in the global environment affected by the COVID-19 pandemic in 2020, emphasizing changes in economic sectors and work practices. In the face of this unprecedented crisis, Information Technology (IT) emerges as an essential component for adaptation and resilience, playing a vital role in preserving business operations and transforming global economic structures. In this scenario, this work aims to examine the impacts of IT on economic systems during the pandemic period, seeking to understand how IT not only maintained business operations, but also played a crucial role in transforming and restructuring global economic structures. The proposed research question is: What were the impacts on the economy affected by the COVID-19 pandemic, and how does IT contribute to its resilience and adaptation? The research uses a qualitative method with a bibliographical approach, whose orientation is deductive. The analysis is carried out in three phases: global changes caused by the pandemic, diversity of IT applications in economic sectors, and the impact of teleworking. The results highlight the significant contribution of IT to post-COVID-19 economic resilience. Rapid digitalization, driven by the adoption of advanced technologies, emerges as a crucial strategy to overcome challenges and stimulate the economy. Telecommunications infrastructure stands out as a fundamental element in this process, aligning with the profound transformation in the world of work and structural changes in the economy. The study concludes by emphasizing that, although IT is not a complete solution, its importance in the economy is undeniable. The accelerated digital transformation during the pandemic not only maintained economic activities, but also caused significant changes in sectors such as education and healthcare. Looking at the post-pandemic scenario, IT continues to play a crucial role, driving the search for specializations in the area and strengthening resilience in various sectors of society.

KEY-WORDS: COVID-19, Information Technology; Digital Transformation; Telecommuting; Economic Resilience.

INTRODUÇÃO

A tecnologia da informação (TI) revolucionou os sistemas econômicos mundiais ao longo das últimas décadas, promovendo transformações significativas em diversos setores e impulsionando o crescimento global. A interconectividade global proporcionada pela TI tem ampliado as fronteiras do comércio, aprimorado a eficiência produtiva e criado oportunidades para empreendedores e consumidores em todo o mundo (Agarwal; Alathur, 2023; Forester, 1987). Contudo, esse cenário sofreu modificações, com a pandemia global que se instaurou e perpetuou até 2023 (Who, 2023).

A pandemia de COVID-19¹ é considerada um dos principais obstáculos de saúde global do século (Barreto et al. 2020) e trouxe consigo desafios extraordinários e sem precedentes para a sociedade global, gerando consequências não apenas no campo da saúde, mas também desencadeando efeitos sociais, econômicos, culturais, políticos e históricos de grande magnitude (Fiocruz, 2023; Bernardes; De Souza Silva; Lima, 2020). Além disso, gerou restrições de movimentação, fechamento de empresas e uma mudança significativa nos padrões de consumo, forçando governos, empresas e indivíduos a se adaptarem a uma nova realidade (Bernardes; De Souza Silva; Lima. 2020).

Nesse contexto desafiador, a TI emergiu como uma força transformadora, desempenhando um papel crucial na adaptação e resiliência dos sistemas econômicos globais. De acordo com a Associação das Empresas de Tecnologia da Informação e Comunicação e de Tecnologias Digitais (Silva, 2021), o setor está experimentando uma das fases mais prósperas de sua história, com um aumento de 300% em relação ao ano de 2020, considerando o número de trabalhadores e empresas de TI no Brasil. A digitalização, automação, teletrabalho, comércio eletrônico e telemedicina se tornaram não apenas recursos valiosos, mas, em muitos casos, a espinha dorsal das atividades econômicas durante a pandemia. A capacidade de se adaptar rapidamente às mudanças nas condições de trabalho, consumo e distribuição tornou-se um diferencial essencial (Wahyudi; Tiswiyanti; Nusifera, 2020).

¹ O ano de 2020 se iniciou com um grande desafio para a humanidade: mitigar os efeitos de uma pandemia para a já combalida economia mundial. No apagar das luzes de 2019, em 31 de dezembro, a cidade Wuhan, localizada na província de Hubei (China), alerta a Organização Mundial de Saúde (OMS) sobre a proliferação de casos de pneumonia, decorrente de um vírus até então não registrado em seres humanos. No limiar de janeiro, as autoridades chinesas identificam um novo tipo de Coronavírus, que, como os antecessores, compromete o sistema respiratório se caracterizando como um tipo de SARS (Síndrome Respiratória Aguda Grave, inicialmente nomeado como 2019-nCoV, em 11 de fevereiro recebeu o nome de SARS-CoV-2). Esse novo Coronavírus passa a ser caracterizado como o responsável pela proliferação da doença COVID-19 (Zanke; Thenge; Adhao, 2020; Who, 2023; Arrais, 2020)

Durante a crise pandêmica, a TI possibilitou a continuidade dos negócios, permitindo que empresas e trabalhadores se conectassem e colaborassem remotamente. Neste cenário, a TI emergiu proeminente nesse e continua a consolidar sua importância diariamente. Um dos fatores-chave que elevam a relevância desse domínio é sua habilidade em otimizar processos, resultando no aumento da eficiência das equipes, direcionando os profissionais para atividades mais estratégicas e menos operacionais (Zarzour, 2021; Vardari; Bytyqi; Lumi, 2022).

As ferramentas de comunicação online, como videoconferências e plataformas de compartilhamento de documentos, tornaram-se essenciais para manter a produtividade e minimizar o impacto do distanciamento social (Wahyudi; Tiswiyanti; Nusifera, 2020; Vardari; Bytyqi; Lumi, 2022). Ainda no cenário da pandemia da COVID-19, é importante destacar que ferramentas digitais desempenharam um papel crucial na manutenção de parcerias e no desenvolvimento de produtos inovadores, e a capacidade de trabalhar de forma remota permitiu a sobrevivência de muitas empresas e evitou um colapso econômico ainda mais profundo, além do crescimento do comércio eletrônico (Papadopoulos; Baltas; Balta, 2020; Lau, 2020).

Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo analisar os efeitos da TI nos sistemas econômicos durante o período da pandemia, buscando compreender como a TI não apenas sustentou operações comerciais, mas também como desempenhou um papel fundamental na transformação e na reconfiguração das estruturas econômicas globais. O objetivo proposto tem como pergunta de pesquisa: *Quais foram os impactos na economia afetados pela pandemia de COVID-19 e como a TI contribuiu para sua resiliência e adaptação?* Este estudo se propõe a explorar essas questões, examinando casos concretos, dados relevantes e perspectivas teóricas. Ao fazê-lo, busca-se lançar luz sobre o papel cada vez mais central da TI na resiliência econômica e na adaptação às crises, bem como nas preocupações e desafios que essa transformação tecnológica traz consigo.

A análise dos efeitos da TI nos sistemas econômicos em tempos de pandemia é não apenas relevante para compreender o passado recente, mas, também, para informar decisões estratégicas futuras em um mundo que continuará a enfrentar desafios imprevisíveis e interconectados.

1. MÉTODOS E FERRAMENTAS

A abordagem metodológica adotada neste estudo é caracterizada por uma formulação de conclusões de natureza dedutiva, fundamentada em observações e conhecimentos prévios

estabelecidos por meio da revisão da literatura. Quanto à metodologia, optou-se pela pesquisa qualitativa para explorar a complexidade e profundidade do fenômeno em questão (Gil, 2008).

O método qualitativo permitirá uma compreensão contextualizada do fenômeno, identificando padrões, tendências e perspectivas relevantes para compreender o impacto da dependência digital nesse contexto específico.

Em relação à especificação dos métodos técnicos para assegurar a possibilidade de replicação deste estudo, é adotada uma estratégia focada nos indicadores apropriados para a coleta de um conjunto (ou coleção) de publicações pertinentes sobre o tema. A plataforma bibliográfica de busca *Dimensions.AI* foi selecionada por possuir o maior percentual de citações em todas as áreas. Além disso, são considerados elementos restritivos como tipo de material bibliográfico, ano de pesquisa etc. Um teste preliminar de obtenção de material bibliográfico foi realizado para validar a melhor configuração desses descritores, apresentados a seguir no Quadro 1.

Quadro 1 –Descritores e Configurações

Descritores	
Descritor	"IMPACTOS" AND "PANDEMIA" AND "ECONOMIA" AND "RESILIÊNCIA" AND "TECNOLOGIA" OR "TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO"
Restrições	
Tipo de Busca	Título e Resumo
Tipo de Material	Artigos e Artigos de Revisão
Idioma	Qualquer Língua
Ano de Publicação	Últimos cinco anos

Fonte: Elaborado pelos Autores

Estes descritores foram escolhidos após a realização de testes com outros termos com foco na obtenção dos melhores resultados para o artigo em questão. Além disso, foram considerados restritores como ano de publicação e etc.

Quanto a definição para a segregação do material bibliográfico recuperado, foram estabelecidas regras para material bibliográfico de: "Alta relevância" e "Documento aborda os assuntos descritos" ambos referentes ao tema de pesquisa. A segregação do material recuperado segue as técnicas de leitura exploratória e seletiva, para realizar uma segregação básica inicial. A seguir, foi utilizada a técnica de leitura analítica. Por fim, ocorreu a leitura interpretativa, que nem sempre ocorre separadamente da leitura analítica, visando estabelecer uma relação entre o conteúdo das fontes pesquisadas e outros conhecimentos (Gil, 2008). A elaboração dos resultados considerará a síntese da obtenção do conhecimento extraído do material resultante, culminando com as considerações finais em que se revela a validação ou não o cumprimento do objetivo proposto e a resposta para a pergunta do problema de pesquisa.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E EMPÍRICA

No cenário global, o ano de 2020 foi marcado pela emergência da COVID-19, um novo coronavírus que desencadeou uma série de mudanças significativas em diversos setores da sociedade. A Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou a COVID-19 como uma pandemia em março de 2020, desencadeando uma série de eventos que impactaram profundamente a saúde pública, a economia e as dinâmicas de trabalho (Verdari; Bytyqi; Lumi, 2022). Em resposta a essa crise sem precedentes, a TI emergiu como uma ferramenta fundamental para a adaptação e resiliência, desempenhando um papel crucial na manutenção das operações comerciais e na transformação das estruturas econômicas globais (Who, 2023).

A TI, outrora vista como uma área de escopo orçamentário limitado, tornou-se essencial para as empresas, proporcionando um impacto positivo quando aplicada estrategicamente. Com a imposição de *lockdowns*² e a necessidade de distanciamento social, as empresas viram-se obrigadas a adotar tecnologias digitais para sustentar operações, destacando a relevância da TI nos mais diversos setores econômicos. O teletrabalho, impulsionado pelas Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), emergiu como uma modalidade amplamente adotada, promovendo benefícios como flexibilidade, aumento da produtividade e redução de custos (Lau, 2020).

Este conjunto de textos abordará, em três etapas, as mudanças provocadas pela COVID-19 no cenário global, a diversidade de aplicações da Tecnologia da Informação nos setores econômicos e o impacto do teletrabalho como resposta às transformações nas dinâmicas de trabalho. Ao analisar esses elementos, buscamos compreender não apenas os desafios impostos pela pandemia, mas também como a TI contribuiu para a resiliência e adaptação em face dessas adversidades.

2.1 COVID-19: Mudança no Cenário Global

O início de 2020 foi marcado pela emergência de um novo coronavírus de origem zoonótica, que conseguiu transpor a barreira entre espécies para infectar seres humanos. Este vírus, inicialmente denominado 2019-nCoV, foi detectado pela primeira vez em indivíduos que frequentavam um mercado de frutos do mar e animais vivos em Wuhan, na província de Hubei, China (Who, 2023). Assim como ocorreu com os surtos provocados por outros dois coronavírus

² É um termo usado para descrever ações de isolamento social e o encerramento de áreas específicas durante a pandemia de COVID-19. (Silva; Costa; Araújo, 2022)

respiratórios humanos que surgiram nas últimas duas décadas (sars-cov e mers-cov), este novo coronavírus, agora conhecido como COVID-19, pode causar doenças respiratórias graves em alguns indivíduos. (Aurélio, 2023)

Em 11 de março de 2020, a OMS classificou a COVID-19 como uma pandemia, após ter declarado, em 30 de janeiro do mesmo ano, que a doença representava uma emergência de saúde pública de importância internacional, o nível de alerta mais elevado da organização, de acordo com o regulamento sanitário internacional (Who, 2023, Zanke, 2020). A partir de então, a disseminação deste microrganismo tem sido devastadora em muitos países, enquanto em outros, a propagação tem sido mais lenta e controlada. (Who, 2023)

Em 25 de fevereiro de 2020, o primeiro caso de COVID-19 no Brasil foi registrado, envolvendo um homem que havia retornado recentemente da Itália e entrou em isolamento social em São Paulo. Inicialmente, a doença era vista como uma ameaça externa e de baixo risco. No entanto, com o passar das semanas e a propagação global do vírus, essa percepção de baixo risco começou a mudar. (Oliveira; Ortiz, 2023)

No ano de 2021, o sistema de saúde do país entrou em colapso. Apesar das críticas, algumas áreas iniciaram medidas locais e regionais para conter o crescimento do número de casos. Essas medidas incluíram a implementação de *lockdowns*.

3. TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO: DIVERSIDADE NOS SETORES ECONÔMICOS

Por muito tempo, as empresas definiam a tecnologia da informação como uma área com pouco valor operacional e de escopo orçamentário ínfimo. Contudo, nos últimos anos, isso vem mudando, ou melhor, já mudou, e tem se mostrado de grande valor para as companhias, causando um grande impacto positivo quando aplicada de forma assertiva e estratégica para a geração de negócios (Zarzour, 2021).

Uma das definições para TI pode ser “todo e qualquer dispositivo que tenha a capacidade para tratar dados e/ou informações, tanto de forma sistêmica como esporádica, independentemente da maneira como é aplicada” (Batista, 2004) ou como “recursos tecnológicos e computacionais para geração e uso da informação”. (Rezende; Abreu, 2013)

A TI tem sido um pilar essencial no progresso da sociedade. A aplicação dessas tecnologias tem impulsionado a evolução dos meios de comunicação, criando uma sensação de encurtamento das distâncias ao permitir uma troca de informações mais rápida e aprimorando a qualidade da comunicação. (Brenuvia; Filho, 2022)

Com a pandemia, a Tecnologia da Informação ganhou a devida relevância. Em 2020 com o *lockdown*, a grande maioria das empresas, obrigaram-se a alocar seus trabalhadores em um formato remoto com o uso das diversas tecnologias no mercado e em lançamento. Na maior parte do tempo, os profissionais que trabalharam remotamente utilizaram as ferramentas de TIC para manter a comunicação com clientes, colegas, líderes e para preservar o acesso aos sistemas digitais de suas empresas. (Melo; Santos, 2022)

As empresas e trabalhadores que operaram remotamente nos mais diversos setores econômicos, geralmente utilizam as seguintes ferramentas de Tecnologia da Informação e Comunicação: *Microsoft Teams*; *Zoom*; *Google Meet*; *WhatsApp*; *E-mail* e *Conexão de Internet*. (Melo, Santos, 2022)

3.1 TELETRABALHO: ASCENSÃO NA PANDEMIA

O teletrabalho, também conhecido como trabalho remoto ou home office, é uma modalidade de trabalho que se baseia no uso de TIC's. Esta forma de trabalho permite que o empregado realize suas tarefas sem a necessidade de se deslocar até o local de trabalho na empresa. O teletrabalho é caracterizado por ser descentralizado e flexível, permitindo que o trabalho seja realizado a distância e com horários flexíveis. O uso de equipamentos telemáticos é essencial para a realização do teletrabalho. O computador, em particular, desempenha um papel fundamental nesta modalidade de trabalho. Sem o uso de ferramentas de informação e comunicação, o teletrabalho não seria possível. (Calvo, 2020)

Em um estudo realizado no Brasil, especificamente no Serpro e na Receita Federal, foi observado que o teletrabalho apresenta diversos benefícios. Entre eles, destacam-se a melhoria na qualidade de vida dos trabalhadores, um equilíbrio mais harmonioso entre trabalho e vida pessoal, aumento da produtividade, maior flexibilidade nos horários de trabalho, além de uma redução significativa nos custos e no tempo gasto com deslocamentos. (Filardi; Castro; Zanini, 2020)

Todavia, vários estudos de campo identificaram alguns desafios associados ao teletrabalho. Entre eles estão: a falta de suporte técnico adequado por parte da organização; problemas com a velocidade da internet e com *softwares*; questões relacionadas à regulamentação legal do teletrabalho; dificuldades na interação e comunicação entre os membros do grupo e o teletrabalhador; o isolamento social do teletrabalhador; e a sobrecarga de trabalho e a falta de tempo para descanso e recuperação, uma vez que os trabalhadores

tendem a prolongar sua jornada de trabalho na ausência de um controle social ou tecnológico dos horários de trabalho.(Grant; Wallace; Spurgeon, 2013; Konradt; Schmook; Malecke, 2000; Lewis, 2013; Silva; Costa; Araújo, 2022)

Se, por um lado, a literatura aponta aspectos negativos de arranjos como o teletrabalho, os resultados encontrados sustentam a relação positiva do teletrabalho com a percepção do contexto, o bem-estar e o desempenho dos empregados. Foi possível oferecer um retrato do arranjo na organização investigada a partir da ótica de diferentes atores organizacionais (Vilarinho; Paschoal; Demo, 2021).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da pesquisa bibliográfica, realizada na plataforma *Dimensions.AI* utilizando os descritores especificados no Quadro 1, foram selecionados oito artigos relevantes e aderentes a esta pesquisa, Quadro 2, que após a segregação e análise foram usados para validar os resultados e discussões apresentadas neste trabalho.

Quadro 2 – Resultado e Síntese dos artigos

ID	Título	Síntese do Artigo
1	Vulnerabilidades territoriais, pandemia e emprego: Uma análise exploratória sobre perfis socioeconômicos municipais e impactos da COVID-19 em Portugal	Este artigo explora a relação entre as vulnerabilidades territoriais e os impactos da pandemia em Portugal. As vulnerabilidades são vistas como uma combinação de suscetibilidade e exposição a riscos. A resiliência é usada para entender por que alguns territórios são mais afetados que outros. O turismo e os baixos rendimentos em áreas metropolitanas são identificados como fatores que reduzem a resiliência. A recuperação econômica pode ser acelerada, mas não resolverá os problemas sistêmicos da sociedade nem as fraquezas estruturais da economia portuguesa a longo prazo (Ferrão, 2023).
2	<i>La COVID-19 y las Estrategias de Salida: un Mecanismo Necesario para Ejercer la Resiliencia Económica ante la Pandemia COVID-19</i>	Este artigo destaca a importância de estratégias de saída para as Pequenas e Médias Empresas (PMEs), que são entidades representativas da economia global e foram significativamente afetadas pela pandemia devido à sua dimensão e dependência da velocidade do dinheiro. As estratégias reativas estão em vigor, pedindo a reabertura de empresas que cessaram suas operações devido à pandemia. Essas ações dependem da disponibilidade de financiamento, o que representa uma oportunidade de estudo e pesquisa, considerando a atuação do Estado e a busca de alternativas criativas pelo setor privado. A pandemia da COVID-19 afetou todos os setores da economia, mas alguns, como o turismo, foram mais impactados devido à restrição de mobilidade. A agricultura também foi afetada, especialmente devido ao aumento da demanda por produtos básicos para alimentação humana, devido ao pânico de uma potencial escassez causada pela pandemia (Varas, 2023).

3	<i>Perspectivas Económicas en África en Tiempos de la COVID-19</i>	O artigo mostrou que a crise pandêmica tem um impacto sem precedentes, afetando principalmente os países com alta dependência externa, como a Nigéria e Angola. Estes países, que dependem fortemente de exportações de mercadorias, rendimentos do turismo e remessas de migrantes, estão a sentir o peso da crise. Além disso, os países com altos níveis de dívida externa também estão em risco. Embora a possibilidade de uma nova iniciativa de alívio da dívida ainda seja incerta, a crise apresenta uma oportunidade única para a transformação e modernização das economias africanas. As respostas iniciais à crise foram marcadas por medidas rápidas e eficazes, demonstrando a capacidade de adaptação e resiliência dessas nações. É importante que esta oportunidade não seja desperdiçada (Obregón, 2020).
4	A Economia de Salvador entre 2021 e 2030: análise conjuntural, resiliência setorial pós-pandemia e tendências estruturais	Nesse artigo levantou-se que as tendências pós-COVID-19 apontam para um crescimento no setor terciário, o que pode ser benéfico para Salvador, considerando a importância desse setor na geração de riqueza na cidade. Este movimento, que já havia começado antes da pandemia, deve acelerar devido às restrições de contato pessoal. A expansão dessas tendências depende da aceitação da população e é fortemente dependente das redes de telecomunicações e do acesso virtual disponível para a população. Portanto, é importante garantir a infraestrutura de telecomunicações adequada e o acesso virtual para aproveitar ao máximo essas tendências emergentes (Pessoti, 2020).
5	<i>Desempeño de MiPyMEs y emprendedores: estrategias para superar los efectos de la pandemia</i>	Nesse artigo destaca-se que as Micros, Pequenas e Médias Empresas - MPMEs possuem com menor capacidade de gestão, menos resilientes, menores em tamanho e mais antigas, e com proprietários ou gestores mais jovens, têm maior probabilidade de enfrentar dificuldades, mesmo implementando novas estratégias e ferramentas durante a pandemia. Destaca-se o efeito marginal da capacidade de reação e resiliência das empresas para se adaptarem à nova realidade como um fator determinante do desempenho pós-pandemia. Portanto, é crucial fortalecer a capacidade de gestão e resiliência dessas empresas para garantir sua sobrevivência e sucesso no cenário pós-pandemia (Martinez; Scherger, 2024).
6	Resiliência Econômica ao Choque da COVID-19 - Evidências das Mesorregiões e Unidades Federativas Brasileiras	Observou-se nesse artigo que a diversificação econômica ampliada da região e o aumento do emprego em setores como a indústria de transformação e serviços são elementos cruciais para alcançar resultados mais significativos em termos de resiliência econômica (Trevisan, 2023).
7	<i>Los Efectos de la Pandemia de COVID-19 en las Organizaciones: una Mirada al Futuro</i>	Este estudo destaca que em países onde a interação social é valorizada, como os ibero-americanos, as mudanças trazidas pelo trabalho remoto e pelo distanciamento social terão um impacto significativo. As práticas tradicionais estão sendo substituídas por métodos modernos, que incorporam tecnologias digitais e novas ferramentas. Um exemplo disso é a substituição de documentos físicos por plataformas digitais de gestão de informações. No Brasil, muitas pequenas empresas adaptaram seus processos operacionais para incluir entregas ou serviços online, trabalho remoto e sistema drive thru. Apesar da pandemia ter levado ao fechamento de muitas empresas, muitos empresários relataram um impacto pequeno ou insignificante, e alguns até viram efeitos positivos em seus negócios. Essas mudanças, que surgiram como resposta à pandemia, podem se tornar permanentes à medida que surgem novas necessidades (Backes, 2020).

8	Pandemia e Socioeconomia: os Impactos da COVID-19 no Brasil, Nordeste e Maranhão	Neste artigo destaca-se que a rápida digitalização da economia e da vida cotidiana está provocando uma transformação profunda no mundo do trabalho, com a possibilidade de redução de empregos tradicionais e aumento das desigualdades. A repatriação da base produtiva por países ricos, buscando proteção contra choques na cadeia de suprimentos, pode intensificar essas tendências. No entanto, é importante notar que a situação atual do mercado de trabalho não pode ser atribuída apenas à pandemia. As condições precárias de trabalho, agravadas pelas reformas trabalhistas, já eram uma realidade antes da crise sanitária. A pandemia pode ter apenas acelerado essa deterioração (Marques; De Paula; Ribeiro Filho; Carvalho, 2022). Capítulo 02 – A síntese do texto sobre a contribuição da tecnologia no cenário da pandemia destaca que a crise da COVID-19 revelou fragilidades na liderança dos EUA em biotecnologia e na indústria 4.0. A China, por outro lado, mostrou sua influência ao avançar na corrida pela vacina em parceria com o Ocidente e ao liderar na tecnologia 5G, que é o novo padrão para redes móveis e de banda larga. A pandemia também expôs a crise moral e sociopolítica nos EUA, evidenciada pelo alto número de infectados e óbitos. Além disso, a administração Trump utilizou a origem do vírus na China para promover teorias conspiratórias e fomentar a guerra comercial, especialmente em relação ao 5G, alegando que a tecnologia chinesa poderia levar à espionagem e ao domínio global pela China. Esses argumentos contribuíram para o aumento da fobia e do ódio racial no Ocidente. Em resumo, a pandemia acentuou a crise política americana e mostrou a vulnerabilidade dos EUA em setores tecnológicos chave, enquanto a China avançava, indicando uma possível mudança na hegemonia global. Capítulo 04 – O texto menciona a “vertiginosa digitalização, não só da economia, mas, também, da vida cotidiana e dos hábitos de consumo”, o que sugere que houve um aumento significativo na adoção de tecnologias digitais em resposta às mudanças impostas pela pandemia. Isso pode incluir o uso de plataformas de comunicação online para trabalho remoto, e-commerce para compras e serviços, além de tecnologias de saúde digital para monitoramento e resposta à pandemia. No entanto, para obter uma descrição detalhada das contribuições específicas da tecnologia, seria necessário mais contexto ou informações adicionais que não estão presentes no trecho fornecido. Capítulo 12 - Aborda os impactos regionais da pandemia no Brasil, considerando a trajetória recente da economia do país. Destaca que a pandemia temporariamente interrompeu o processo de neoliberalização, trazendo o Estado Nacional de volta à arena política. Apesar disso, ressalta que as forças favoráveis ao neoliberalismo³ não estão inertes, e o ajuste macroeconômico exigido pela situação financeira circunstancial da pandemia continuará sendo defendido pelos defensores da austeridade fiscal. Destaca que os impactos futuros da crise reforçarão os traços estruturais da economia brasileira e a distribuição do tecido produtivo no território. Sugere que esses impactos serão diferenciados espacial e temporalmente, afetando primeiro as regiões com maior densidade e concentração de atributos produtivos e infraestruturas. Nas regiões onde predominam aspectos menos produtivos e a economia está mais vinculada ao setor público, os efeitos críticos aparecerão no médio prazo.

³ O neoliberalismo é uma abordagem ideológica que defende a redução da intervenção do Estado na economia em favor da livre iniciativa, da competição no mercado e da busca por eficiência econômica. A neoliberalização, portanto, refere-se à implementação prática dessas políticas e reformas.

		Conclui que, sem alterações estruturais que fortaleçam a capacidade produtiva nacional, o país caminha para um cenário de prostração produtiva. Capítulo 13 - Discute a evolução da economia do Nordeste durante o período recente, em meio ao cenário desafiador do Brasil e do mundo. Destaca-se que a recessão causada pela pandemia da COVID-19 afetou de forma significativa os países com maior gravidade da doença e dependência do comércio global. No caso do Brasil, a economia já apresentava problemas antes da chegada da pandemia, que potencializou os impactos negativos em diversos setores econômicos. O artigo também menciona as projeções de queda do Produto Interno Bruto (PIB) nacional e do Nordeste, além de destacar o papel das plataformas digitais na economia atual (MARQUES et al., 2022). A tecnologia, incluindo a economia de plataforma, tem contribuído para a resiliência durante a pandemia, melhorando a produtividade, reduzindo custos e criando novos mercados. No entanto, também pode levar à substituição de empregos tradicionais por formas precárias de emprego e contribuir para a queda das receitas fiscais (Marques et al., 2022).

Fonte: Elaborado pelos Autores

Conforme o Quadro 2 destacam-se os artigos 02, 04, 07 e 08 pois foram os que apresentaram dados pertinentes e relevantes, no auxílio de responder à questão chave desse artigo e sendo o periódico 07, o artigo mais relevante. Com relação ao artigo 01 é possível inferir que a aplicação das tecnologias digitais teria contribuído como um fator de resiliência, mesmo com o enfrentamento de precariedades de infraestrutura e questões políticas e sociais. Sabendo que a resiliência organizacional está presente no elemento humano, como fator de interferência positiva (Hollnagel; Wears; Braithwaite, 2015, Hollnagel; Woods; Leveson, 2006), pode-se inferir no artigo 05 que é possível superar as dificuldades por meio de treinamento. Mesmo no período pandêmico isto foi possível com uso de tecnologia da informação. Já o artigo 06 é a resposta do fortalecimento estrutural da economia, como a presença de indústrias de transformação (atualmente com alto grau de digitalização e uso marcante da tecnologia da informação) por exemplo, ao invés do fortalecimento dependente de empregos na área de serviços e do turismo. Estas argumentações se refletem para as situações apresentadas no artigo 03.

Quanto aos artigos com maior aderência, por exemplo o 02, tem como estratégias de contorno, o uso da TI como fator de contribuição para a resiliência e adaptação durante a pandemia. O artigo 07 destaca a substituição de documentos físicos por plataformas digitais, indicando uma resposta ativa à necessidade de ajustes no cumprimento dos objetivos organizacionais com o uso da TI.

A interligação entre o fortalecimento da infraestrutura de telecomunicações, destacado no artigo 04, e a rápida digitalização da economia mencionada na Síntese 08 delineia um

panorama para a resiliência econômica em tempos pós-pandêmicos. O artigo 04 enfatiza a infraestrutura como peça-chave nesse contexto, ressaltando que garantir a adequação da mesma e facilitar o acesso virtual é vital para a adaptação e superação dos desafios econômicos. Essa visão se alinha harmoniosamente com a Síntese 08, que observa a digitalização como uma transformação profunda no mundo do trabalho, apontando para a necessidade de uma infraestrutura robusta para sustentar esse novo paradigma.

Este encontro de pensamentos reafirma a ideia de que a tecnologia da informação, em particular a infraestrutura de telecomunicações, tem um papel crucial na formação da resiliência econômica após a COVID-19. O crescimento dessas tecnologias surge não só como uma resposta tática à pandemia, mas também como um facilitador vital para a adaptação constante da sociedade e da economia. Portanto, a conexão entre os investimentos em infraestrutura tecnológica e a digitalização eficaz se apresenta como um caminho promissor para estimular a economia, fomentar a resiliência e ajustar as sociedades às exigências de um mundo em constante evolução.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É observado que a TI possui grande impacto na economia durante o período pandêmico e pós pandêmico, apesar de não ser uma solução absoluta e apresentar desafios e mudanças significativas nas formas de trabalho. A TI durante e pós pandemia foi fundamental para manter a atividade econômica e minimizar o impacto negativo em diversos setores. As empresas que conseguiram se adaptar rapidamente às soluções tecnológicas tiveram melhores condições de enfrentar os desafios.

Vale salientar que os impactos da TI não foram apenas na economia e nas formas de trabalho, mas também geraram profundas mudanças nas áreas da educação, saúde e nas próprias relações humanas. Com o aumento do uso da TI durante a pandemia e nos dias de hoje, observou-se um impacto profundo na economia, na continuidade do ensino, no acesso à saúde através da telemedicina e no crescimento do comércio eletrônico em geral.

No atual desafio pós-pandêmico é provável que a importância da TI na economia continue a crescer exponencialmente. A transformação digital acelerada durante esse período serviu para a adoção de soluções tecnológicas avançadas em vários setores e para a procura de especializações na área de TI tanto de empresas, quanto de pessoas que com o cenário

pandêmico tiveram suas vidas modificadas e buscam resiliência em suas vidas profissionais e pessoais.

REFERÊNCIAS

- AGARWAL, A.; SREEJITH ALATHUR. Metaverse revolution and the digital transformation: intersectional analysis of Industry 5.0. **Transforming Government: People, Process and Policy**, v. 17, n. 4, p. 688–707, 12 set. 2023.
- ARRAIS, T. A. et al. Pandemia COVID-19: o caráter emergencial das transferências de renda direta e indireta para a população vulnerável do estado de Goiás. **Espaço e Economia. Revista brasileira de geografia econômica**, v. 18, n. 18, 21 abr. 2020.
- AURÉLIO, M. et al. **Novo coronavírus (COVID-19) Departamento Científico de Infectologia Presidente**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <https://www.sbp.com.br/fileadmin/user_upload/22340d-DocCientifico_-_Novo_coronavirus.pdf>. Acesso em: 21/12/2023.
- BACKES, D. A. P. et al. Os efeitos da pandemia de COVID-19 sobre as organizações: um olhar para o futuro. **Revista Ibero-Americana de Estratégia**, v. 19, n. 4, p. 1–10, 23 dez. 2020.
- BARRETO, M. L. et al. [What is urgent and necessary to inform policies to deal with the COVID-19 pandemic in Brazil?]. **Revista Brasileira De Epidemiologia = Brazilian Journal of Epidemiology**, v. 23, p. e200032, 2020.
- BATISTA, Emerson de Oliveira. **Sistema de Informação: o uso consciente da tecnologia para o gerenciamento**. São Paulo: Saraiva, 2004.
- BERNARDES, J. R.; SILVA, B. L. DE S.; LIMA, T. C. F. Os impactos financeiros da COVID-19 nos negócios. **Revista da FAESF**, v. 4, 26 jun. 2020.
- BRENUVIDA, E. C.; FILHO, M. Tecnologias da informação e comunicação em trabalho remoto: estudo de caso no setor de serviços na cidade de São Paulo-SP-Brasil. **Brazilian Journal of Production Engineering**, v. 8, n. 6, p. 69–77, 1 dez. 2022.
- CALVO, Adriana. **Manual de Direito do Trabalho**. 5 ed. São Paulo: Saraiva Educação, 2020.
- FERRÃO, J. et al. Vulnerabilidades territoriais, pandemia e emprego: Uma análise exploratória sobre perfis socioeconômicos municipais e impactos da COVID-19 em Portugal. **RPER**, n. 63, p. 161–182, 13 jan. 2023.
- FIOCRUZ. **Impactos sociais, econômicos, culturais e políticos da pandemia**. Portal Fiocruz. Disponível em <<https://portal.fiocruz.br/impactos-sociais-economicos-culturais-e-politicos-da-pandemia>>. Acesso em 05 jun. 2023

FILARDI, F.; CASTRO, R. M. P. D.; ZANINI, M. T. F. Vantagens e desvantagens do teletrabalho na administração pública: análise das experiências do Serpro e da Receita Federal. **Cadernos Ebape.BR**, v. 18, n. 1, p. 28–46, jan. 2020.

FORESTER, T. **High-tech society: the story of the information technology revolution**. Cambridge Mass.: The Mit Press, 1990.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. Ed. São Paulo: Editora Atlas SA, 2008.

GRANT, C. A.; WALLACE, L. M.; SPURGEON, P. C. An Exploration of the Psychological Factors Affecting Remote e-worker's Job effectiveness, Well-being and Work-life Balance. **Employee Relations**, v. 35, n. 5, p. 527–546, 9 ago. 2013.

HOLLNAGEL, Erik; WEARS, Robert L.; BRAITHWAITE, Jeffrey. **Da Segurança I à Segurança II: um relatório. The Resilient Health Care Net: University of Southern Denmark, University of Florida, Macquarie University**, 2015.

KONRADT, U., SCHMOOK, R., MÄLECKE, M. Impacts of telework on individuals, organizations and families a critical review. **International Review of Industrial and Organizational Psychology** (ed. by COOPER, C. L., ROBERTSON, I. T.), v. 15, p. 63-98, 2000.

LAU, A. New technologies used in COVID-19 for business survival: Insights from the Hotel Sector in China. **Information Technology & Tourism**, v. 22, n. 4, p. 497–504, 23 nov. 2020.

LEWIS, R. A. The Influence of Information Technology on Telework: The Experiences of Teleworkers and Their Non-Teleworking Colleagues in a French Public Administration. **International Journal of Information and Education Technology**, v. 3, p. 32–35, 2013.

MARTINEZ, L. B.; SCHERGER, V. Desempeño de MiPyMEs y emprendedores: estrategias para superar los efectos de la pandemia. **Contaduría y Administración**, v. 69, n. 3, 21 set. 2023.

MARQUES, João C. S.; DE PAULA, Ricardo; RIBEIRO FILHO, Wilson F.; CARVALHO, Celia. **Pandemia e socioeconomia: os impactos da COVID-19 no Brasil, Nordeste e Maranhão**. São Luis: EDUFMA, p. 308-344, 1 jan. 2022.

MELO, D. DE C.; SANTOS, P. G. C. E. Trabalho remoto emergencial advindo da covid-19: potencialidades e desafios para executivos. **Revista Gestão Organizacional**, v. 15, n. 2, p. 23–42, 1 abr. 2022.

OBREGÓN, J. A. Perspectivas económicas en África en tiempos de la COVID-19. ICE, **Revista de Economía**, n. 914, 30 jun. 2020.

OLIVEIRA, E; ORTIZ, B. Ministério da Saúde confirma primeiro caso de coronavírus no Brasil. G1, Distrito Federal, 26 de fev. 2020. Disponível em: <<https://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2020/02/26/ministerio-da-saude-fala-sobre-caso-possivel-paciente-com-coronavirus.ghtml>>. Acesso em 07 jun 2023.

OMS/WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. Coronavirus disease (COVID-2019) situation reports.2020. Disponível em <<https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/situation-reports/>>. Acesso em 07 jun 2023

PAPADOPOULOS, T.; BALTAS, K. N.; BALTA, M. E. The use of digital technologies by small and medium enterprises during COVID-19: Implications for theory and practice. **International Journal of Information Management**, v. 55, p. 102192, jul. 2020.

PESSOTI, G. C. et al. A Economia de Salvador entre 2021 e 2030: análise conjuntural, resiliência setorial pós-pandemia e tendências estruturais. **Nexos Econômicos**, v. 14, n. 1, p. 69–109, 26 ago. 2020.

REZENDE, Denis Alcides; ABREU, Aline França. Tecnologia da informação aplicada a sistemas de informação empresariais: o papel estratégico da informação e dos sistemas de informação nas empresas. 9. ed. **São Paulo: Atlas**, 2013.

SILVA, D. P. D.; COSTA, B. R. L.; ARAÚJO, R. M. Home office e Qualidade de Vida no Trabalho: Desafios enfrentados pelo segmento da Tecnologia da Informação na Pandemia do COVID-19. **Pensar acadêmico**, v. 20, n. 3, p. 724, 12 set. 2022.

SILVA, Iuri Max, Contratações do Macrossetor de TI crescem 300%, aponta estudo da Brasscom. 07 jun. 2021. Disponível em: <<https://brasscom.org.br/contratacoes-do-macrossetor-de-tic-crescem-300-aponta-estudo-da-brasscom/>>. Acesso em 05 jun. 2023.

TREVISAN, L. V. et al. RESILIÊNCIA ECONÔMICA AO CHOQUE DA COVID-19: EVIDÊNCIAS DAS MESORREGIÕES E UNIDADES FEDERATIVAS BRASILEIRAS. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 19, n. 2, 31 maio. 2023.

VARDARI, L.; BYTYQI, Q.; LUMI, A. The Impact of Information Technologies on Business During the COVID-19 Pandemic Outbreak. **Managing Risk and Decision Making in Times of Economic Distress, Part B**, p. 143–158, 28 mar. 2022.

VARAS, M. A. LA COVID-19 Y LAS ESTRATEGIAS DE SALIDA: UN MECANISMO NECESARIO PARA EJERCER LA RESILIENCIA ECONÓMICA ANTE LA PANDEMIA COVID-19. **RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar - ISSN 2675-6218**, v. 4, n. 1, p. e412515, 7 jan. 2023.

VILARINHO, K. P. B.; PASCHOAL, T.; DEMO, G. Teletrabalho na atualidade: quais são os impactos no desempenho profissional, bem-estar e contexto de trabalho? **Revista do Serviço Público**, v. 72, n. 1, p. 133–162, 31 mar. 2021.

WAHYUDI, Ilham; TISWIYANTI, Wiwik; NUSIFERA, Sosiawan. **Business Sustainability in the Pandemic COVID 19: Study at MSMEs in Jambi City**. In: The 3rd Green Development International Conference (GDIC 2020). Atlantis Press, 2021. p. 363-366, 1 jan. 2021.

WHO. **COVID-19 Epidemiological Update - 24 November 2023**. Disponível em: <<https://www.who.int/publications/m/item/COVID-19-epidemiological-update---24-november-2023>>. Acesso em: 21/12/2023.

WOODS, D.; LEVESON, N.; HOLLNAGEL, E. **Resilience Engineering: Concepts and Precepts**. Boca Raton: CRC Press, 2017.

ZANKE, A.; THENGE, R.; ADHAO, V. COVID-19: A pandemic declare by world health organization. **IP International Journal of Comprehensive and Advanced Pharmacology**, v. 5, n. 2, p. 49–57, 15 jul. 2020.

ZARZOUR, M.; A importância da TI como protagonista na geração de valor e eficiência operacional durante e pós pandemia. **Revista Dedução**, São Paulo, 2021.

Gestão de pedidos em pizzeria com comunicação em tempo real



Pizza Order Management with Real-Time Communication

Luan Leon Goncalves de Araújo 

Centro Universitário Lusíada - UNILUS
luanlleon2006@gmail.com

Enir da Silva Fonseca 

Centro Universitário Lusíada - UNILUS
enir.fonseca@gmail.com

Marcelo Casagrande Tavares 

Centro Universitário Lusíada - UNILUS
marcelo36tavares@gmail.com

Gilmar Ferreira de Aquino Filho 

Centro Universitário Lusíada - UNILUS
g.aquinozinho@gmail.com

Vagner dos Santos Macedo 

Centro Universitário Lusíada - UNILUS
dbaoracle73@gmail.com

Revista Processando o Saber

eISSN 2179-5150 · Vol 18, n. 01, 2026
Multidisciplinar · DOI · Revisão por pares

Faculdade de Tecnologia Praia Grande – FATEC

Períodicidade: Anual
revista@fatecpg.edu.br

Recebido: Jan 2026

Aceito: Mar 2026

Publicado: Jun 2026

URL: <https://www.fatecpg.edu.br/revista/index.php/ps/article/view/412>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.19930142>



RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento e a validação de um sistema integrado de gestão de pedidos para pizzarias, unindo software em C# e hardware Arduino para otimizar a comunicação entre atendimento e produção. O objetivo é mitigar falhas comuns em registros manuais por meio de uma solução de baixo custo. A metodologia incluiu a implementação de um banco de dados MySQL e uma interface em C# para gerenciamento de pedidos e usuários. Na área de produção, utilizou-se um módulo Arduino UNO R3 com leitor RFID e display LCD. A validação, realizada em ambiente controlado com a participação de atendentes e pizzaiolos, demonstrou alta eficácia: houve uma redução de 65% no tempo de registro de pedidos e a eliminação de erros de comunicação. A transmissão de dados para o hardware ocorreu em média em 2,3 segundos. Os usuários destacaram a usabilidade da interface e a praticidade do acionamento por RFID. A principal limitação identificada foi a dependência de comunicação serial física. Conclui-se que o sistema é uma prova de conceito eficaz para a automação comercial, promovendo eficiência e confiabilidade, embora demande futuras validações em campo para regime pleno.

PALAVRAS-CHAVE: Automação Comercial; Arduino; Banco de Dados; Desenvolvimento em C#; Internet das Coisas.

ABSTRACT

This paper presents the development and validation of an integrated order management system for pizzerias, coupling C# software with Arduino-based hardware to optimize communication between the point of sale and the production area. The objective is to mitigate the common flaws associated with manual logging through a low-cost solution. The methodology encompassed the implementation of a MySQL database and a C# user interface for order and user management. In the production environment, an Arduino UNO R3 module equipped with an RFID reader and an LCD display was deployed. Validation procedures, conducted in a controlled setting with the participation of attendants and pizza chefs, demonstrated high efficacy, yielding a 65% reduction in order registration time and the elimination of communication errors. The average data transmission time to the hardware was 2.3 seconds. Users highlighted the interface's usability and the practicality of the RFID-triggered mechanism. The primary limitation identified was the reliance on a physical serial communication link. It is concluded that the system serves as an effective proof of concept for commercial automation, enhancing efficiency and reliability, although future field validations under real-world operating conditions are required for full-scale deployment.

KEY-WORDS: Commercial Automation; Arduino; Database; Development in C#; Internet of Things. Resilience

INTRODUÇÃO

A competitividade no setor de alimentação, especialmente no segmento de pizzarias, tem exigido cada vez mais eficiência operacional e qualidade no atendimento, e conforme Matias, Silva e Passerini (2022), a tecnologia da informação surge como aliada estratégica para otimizar processos, reduzir custos e minimizar erros humanos que impactam diretamente na experiência do cliente.

No contexto específico das pizzarias, o controle de pedidos representa um desafio operacional significativo. A comunicação entre atendimento e cozinha, o gerenciamento do cardápio, o registro de informações dos clientes e a coordenação entre entregas demandam sistemas especializados que integrem todos esses elementos de forma harmoniosa. Conforme observado por Reis e Machado (2022), a informatização desses processos trouxe maior organização e agilidade nos pedidos dentro da pizzeria, evitando erros humanos como entregas em endereços errados. Weiber (2017) corrobora essa perspectiva ao desenvolver um sistema de gerenciamento que visa exatamente a coleta de dados de vendas, gestão de funcionários e controle de entrada de produtos, elementos fundamentais para a eficiência operacional de pizzarias.

Apesar desses avanços, persiste lacunas em como implementar soluções de IoT acessíveis que integrem o fluxo físico e digital de forma coesa. Assim, este estudo formula a seguinte questão: de que forma a arquitetura integrada C#/Arduino impacta a eficiência operacional e a integridade da transmissão de dados em ambientes de produção alimentícia?

A escolha do MySQL como sistema gerenciador de banco de dados alinha-se com os princípios discutidos por Silberschatz (2020), que destaca a importância da consistência e integridade dos dados em sistemas comerciais, garantindo a confiabilidade das operações. A modelagem de dados adequada, seguindo as formas normais, assegura a eliminação de redundâncias e a manutenção da qualidade das informações armazenadas.

O presente trabalho apresenta o Sistema de Pizzeria Vila Dy Napolli, desenvolvido com abordagem inovadora que integra *software* em C# com *hardware* baseado em Arduino, criando um ecossistema tecnológico completo para gestão de pedidos. O sistema permite não apenas o registro digital dos pedidos, mas também sua transmissão automática para a área de produção, onde o pizzaiolo acessa as informações através de display LCD acionado por cartões RFID.

Este desenvolvimento, que articula lógica de programação, desenvolvimento de *software* e tecnologias disruptivas como Arduino, exemplifica na prática a abordagem pedagógica defendida por Fonseca, Aquino Filho e Verni (2025) para cursos de TADS, onde

os alunos não apenas desenvolveram competências técnicas avançadas, utilizando ferramentas profissionais como Visual Studio e Arduino, mas também construíram redes de conhecimento que lhes permitiram transitar de forma articulada entre lógica algorítmica, programação estruturada e tecnologias disruptivas.

A integração entre *software* e *hardware*, mediada por banco de dados relacional, constitui o principal diferencial da proposta, oferecendo solução acessível que pode ser adaptada para diferentes portes de estabelecimentos. Segundo Machado (2020, p.78), a modelagem adequada do banco de dados é fundamental para o sucesso de sistemas integrados que envolvem múltiplos componentes de *hardware* e *software*.

Diante desse contexto, este trabalho tem como objetivo geral desenvolver e validar um sistema integrado de gestão de pedidos para pizzarias, utilizando *software* em C# e o *hardware* Arduino. Os objetivos específicos incluem: Modelar e implementar um banco de dados relacional para suportar as operações do negócio; desenvolver uma interface em C# para o registro e gerenciamento de pedidos; implementar um módulo baseado em Arduino com RFID e LCD para exibição dos pedidos na área de produção; e validar o sistema de forma integrada em ambiente controlado, avaliando sua usabilidade, eficiência e confiabilidade.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver e validar um sistema integrado de gestão de pedidos para pizzarias, utilizando *software* em C# e *hardware* Arduino, com comunicação em tempo real entre atendimento e produção.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Modelar e implementar um banco de dados relacional em MySQL para suportar as operações do negócio, seguindo princípios de normalização e integridade referencial.
2. Desenvolver uma interface em C# para registro e gerenciamento de pedidos, cardápio e usuários.
3. Implementar um módulo baseado em Arduino UNO R3 com leitor RFID MFRC522 e display LCD para exibição dos pedidos na área de produção.
4. Validar o sistema de forma integrada em ambiente controlado, avaliando usabilidade, eficiência e confiabilidade operacional.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A competitividade no setor de alimentação tem demandado soluções tecnológicas para otimização operacional. Matias, Silva e Passerini (2022) destacam que a TI surge como aliada estratégica para reduzir custos e minimizar erros humanos. No contexto específico de pizzarias, a comunicação entre atendimento e cozinha representa desafio operacional significativo, onde sistemas especializados podem proporcionar ganhos de eficiência.

Estudos anteriores abordaram a informatização em pizzarias com diferentes enfoques. Reis e Machado (2022) desenvolveram sistema web que trouxe maior organização e agilidade nos pedidos, evitando erros comuns como entregas em endereços incorretos. Weiber (2017) implementou sistema de gerenciamento com foco em coleta de dados de vendas, gestão de funcionários e controle de entrada de produtos. Recentemente, Pereira et al. (2023) expandiram esta abordagem com sistemas mobile-first para gestão de delivery.

A modelagem adequada de banco de dados constitui alicerce para sistemas confiáveis. Silberschatz (2020) enfatiza a importância da consistência e integridade dos dados em sistemas comerciais. Machado (2020) destaca que a modelagem adequada é fundamental para sistemas integrados com múltiplos componentes. Alves (2021) complementa que o projeto deve considerar não apenas a estrutura atual, mas também as projeções de crescimento.

A integração entre *software* e *hardware*, mediada por banco de dados relacional, representa tendência em automação comercial. Oliveira (2021) discute a aplicação de IoT em ambientes comerciais, destacando vantagens da comunicação entre dispositivos físicos para automatizar processos. Santos e Lima (2024) recentemente demonstraram que soluções baseadas em Arduino oferecem custo-benefício atraente para pequenos negócios.

Pressman e Maxim (2021) defendem abordagens sistemáticas para desenvolvimento de *software*, enquanto Yin (2015) fornece fundamentação para estudos de caso em contextos reais. Para protótipos de IoT, Oliveira (2021) recomenda validação em ambiente controlado antes da implantação em campo.

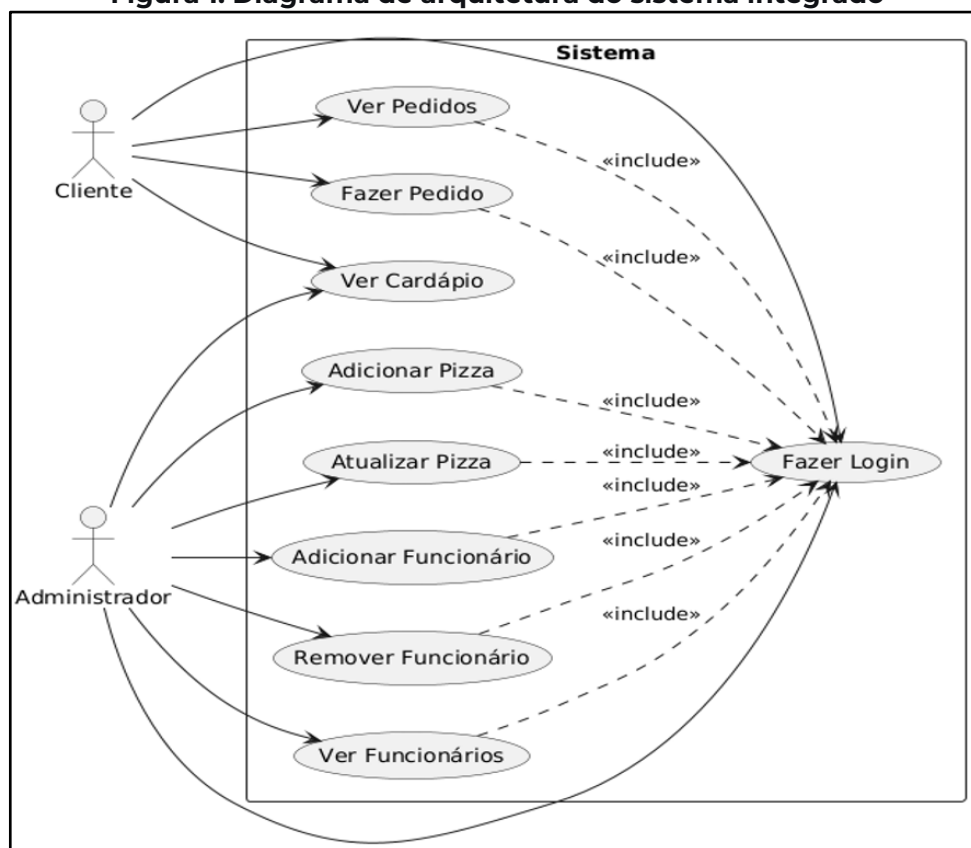
Com base nesses fundamentos, o presente estudo adotará uma abordagem de desenvolvimento sistemático, conforme Pressman e Maxim (2021), para a criação de um protótipo integrado. O sistema proposto, alicerçado em uma modelagem de banco de dados relacional que assegure a integridade das informações, utilizará *hardware* baseado em Arduino para mediar a comunicação entre o *software* e o ambiente físico da pizzeria, validando a solução em um ambiente controlado.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento do sistema foi conduzido mediante aplicação da metodologia de estudo de caso, seguindo a definição de Yin (2015), que caracteriza esta abordagem como adequada para investigar um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando as fronteiras entre fenômeno e contexto não estão claramente definidas. A validação do sistema, no entanto, foi conduzida em um ambiente controlado, simulando as condições operacionais de uma pizzeria em um laboratório de informática da instituição. Esta abordagem, conforme sugerido por Oliveira (2021) para protótipos de IoT, permite um controle maior sobre as variáveis iniciais e a identificação de falhas antes de uma implantação em campo.

O ciclo de desenvolvimento seguiu o Modelo Cascata, que conforme Pressman e Maxim (2021), sugere uma abordagem sequencial e sistemática para o desenvolvimento de *software*, começando com a especificação dos requisitos do cliente, avançando pelas fases de planejamento, modelagem, construção e entrega. Esta escolha justifica-se pela clareza dos requisitos identificados na fase de análise preliminar.

A integração entre *software* e *hardware*, núcleo deste projeto, enquadra-se no conceito de Internet das Coisas (IoT) aplicada a ambientes comerciais, onde dispositivos físicos conectados, se comunicam e trocam dados para automatizar processos. O sistema integra tecnologias de *software* e *hardware* por meio de uma arquitetura em camadas. O diagrama de arquitetura do sistema, ilustrado na Figura 1, foi concebido para garantir robustez, escalabilidade e confiabilidade nas operações. O diagrama evidencia a integração entre os diferentes componentes: *software* em C, banco de dados MySQL e módulo Arduino.

Figura 1: Diagrama de arquitetura do sistema integrado

Fonte: elaborado pelos autores.

A arquitetura do banco de dados seguiu os princípios de modelagem relacional discutidos por Alves (2021), que enfatiza que o projeto do banco de dados deve considerar não apenas a estrutura atual dos dados, mas também suas projeções de crescimento e relacionamentos futuros. As tabelas foram normalizadas até a terceira forma normal, eliminando dependências transitivas e garantindo a integridade referencial.

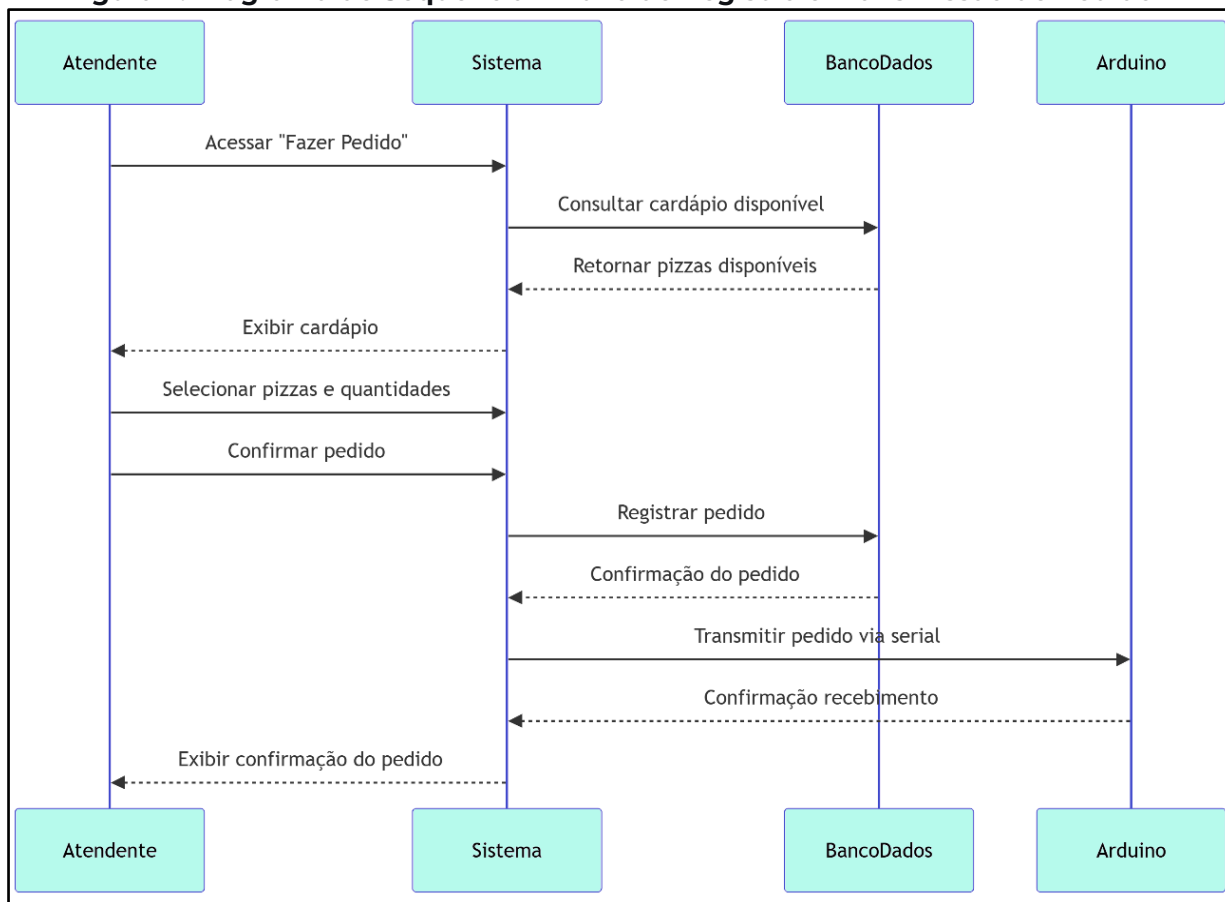
O sistema integra tecnologias de *software* e *hardware* por meio de uma arquitetura em camadas. Em contraste com a abordagem de Weiber (2017), que desenvolveu um sistema *web-based* utilizando PHP com framework Laravel para o desenvolvimento de aplicações web e MySQL. O desenvolvimento da solução optou por uma integração direta entre *software* em C# e *hardware* Arduino, criando um ecossistema mais fechado, porém com transmissão automática para a área de produção.

No núcleo da aplicação, desenvolvida em C# com .NET Framework no ambiente Visual Studio 2022, reside a lógica de negócios que gerencia pedidos, cardápio e usuários. Esta camada comunica-se continuamente com o banco de dados MySQL 8.0, gerenciada via HeidiSQL e hospedado no servidor local XAMPP 3.3.0, onde são persistentemente armazenadas todas as informações transacionais e cadastrais. A integração é garantida pelo conector MySQL para

.NET, que permite operações CRUD (Create, Read, Update, Delete) seguras e eficientes, assegurando a consistência dos dados entre a interface do usuário e o sistema de armazenamento.

Para especificar detalhadamente as interações em tempo de execução entre os componentes do sistema, foi elaborado um diagrama de sequência que modela o processo completo de registro e comunicação de um pedido, conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2: Diagrama de Sequência - Fluxo de Registro e Transmissão de Pedido



Fonte: elaborado pelos autores.

O diagrama detalha a sequência de operações iniciada quando o Atendente utiliza a interface em C# para realizar um pedido. O Sistema consulta o Banco de Dados MySQL para recuperar o cardápio atualizado, que é então exibido para seleção dos itens. Após a confirmação do pedido pelo atendente, o sistema persiste os dados no banco de dados e, simultaneamente, serializa e transmite as informações para o módulo Arduino via comunicação serial. O Arduino confirma o recebimento dos dados, que são armazenados em seu *buffer* interno. Finalmente, o atendente visualiza a confirmação do pedido na interface.

Operacionalmente, este fluxo garante que, quando o pizzaiolo aproxima um cartão do leitor RFID MFRC522 na área de produção, o Arduino aciona a exibição sequencial dos pedidos no display LCD 16x2, mostrando detalhes como sabores e quantidades. Simultaneamente, o buzzer passivo emite um sinal sonoro confirmando a operação, estabelecendo assim um ciclo completo de comunicação bidirecional entre o sistema de gestão e o ambiente produtivo.

A modelagem do banco de dados seguiu a abordagem proposta por Milani et al. (2021), que destaca a importância da transformação adequada dos modelos conceituais em modelos lógicos, garantindo a fidelidade aos requisitos do negócio. O esquema relacional implementado contempla as entidades: Clientes, Pedidos, Itens Pedido, Pizzas, Funcionários e Usuários. O uso da linguagem SQL seguiu as boas práticas recomendadas por Machado (2020), com ênfase na otimização das consultas através de índices estratégicos e na implementação de stored procedures para operações complexas.

O *software* foi desenvolvido com arquitetura em camadas, separando claramente a interface do usuário, a lógica de negócios e o acesso a dados. Esta abordagem facilitou a manutenção e permitiu a reutilização de código. As principais funcionalidades implementadas incluem:

- a) **Módulo de Pedidos:** Registro completo com dados do cliente, itens solicitados, cálculo automático de valores e geração de comando para o Arduino.
- b) **Módulo de Cardápio:** CRUD completo para gerenciamento de pizzas, com controle de disponibilidade e preços.
- c) **Módulo Administrativo:** Gestão de usuários e funcionários, com controle de permissões.
- d) **Módulo de Integração:** Comunicação serial com o Arduino para transmissão dos pedidos.

O firmware do Arduino UNO R3 foi programado para funcionar como um dispositivo de fila de pedidos inteligente, gerenciando automaticamente o fluxo de produção na pizzeria. Através de comunicação serial, o sistema recebe os pedidos registrados no *software* em C#, armazenando-os em um *buffer* circular com capacidade para até 10 pedidos. A interação com o pizzaiolo ocorre por meio do leitor RFID MFRC522 - cada aproximação de cartão aciona a exibição sequencial dos pedidos no display LCD 16x2, enquanto o buzzer passivo fornece feedback sonoro imediato para confirmar as operações. Essa abordagem permite um

gerenciamento automático e intuitivo da fila de produção, onde os pedidos são ciclicamente apresentados conforme demandados pelo usuário.

Para garantir a integridade na transmissão de dados entre o *software C#* e o Arduino, foi implementado um protocolo de comunicação personalizado que estrutura as mensagens em formato específico. Cada transmissão inicia com um cabeçalho de identificação, seguido por um identificador único do pedido e os dados detalhados das pizzas - incluindo nome e quantidade de cada item. O protocolo é finalizado com um *checksum* de verificação, que assegura a integridade dos dados recebidos, prevenindo erros de comunicação e garantindo que as informações exibidas no display LCD correspondam exatamente aos pedidos registrados no sistema.

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

Os testes operacionais validaram o fluxo integrado modelado no diagrama de sequência apresentado na Figura 2. O tempo médio de 2,3 segundos para transmissão dos dados ao Arduino, refere-se especificamente à transação entre o Sistema C# e o Arduino representada no diagrama, confirmando a eficácia da comunicação serial na prática.

Com o sistema completamente implementado, conduziu-se uma validação prática com usuários reais em ambiente controlado (laboratório de informática), que simulava com alta fidelidade as condições operacionais de uma pizzeria. Participaram do teste três usuários com perfis funcionais distintos: atendente (responsável pelo registro de pedidos), pizzaiolo (encarregado da produção) e gerente (gestor do estabelecimento). Esta abordagem permitiu avaliar o sistema sob diferentes perspectivas operacionais, garantindo uma análise abrangente de sua usabilidade e eficácia no contexto real de utilização.

Os critérios de avaliação estabelecidos incluíram métricas objetivas e subjetivas, contemplando: tempo de registro e transmissão do pedido (eficiência), acuracidade na exibição das informações (confiabilidade), facilidade de uso da interface RFID (usabilidade), confiabilidade do sistema como um todo (estabilidade) e satisfação geral dos usuários (experiência do usuário). Para coleta de dados, utilizou-se uma combinação de métodos: observação direta do desempenho dos usuários durante a execução de suas tarefas características, medição de dados quantitativos (tempos de operação e taxas de erro) e aplicação de questionários estruturados para capturar percepções qualitativas e sugestões de melhoria.

Na fase de implementação, o sistema foi integrado com sucesso, unindo todos os componentes previstos na arquitetura proposta. A interface do *software* desenvolvido em C#, ilustrada na Figura 3, apresenta um *layout* intuitivo organizado e que espelha o fluxo de trabalho característico de uma pizzeria, onde o pedido é apresentado. Esta disposição facilita a navegação e operação do sistema, permitindo que os usuários acessem rapidamente as funcionalidades de registro de pedidos, gestão do cardápio e administração do estabelecimento de maneira lógica e coerente com suas rotinas de trabalho.

Figura 3: Tela do sistema para gestão de pedidos

Sistema Vila Dy Napolli Atendente: João Silva Sair

Gestão de Pedidos

Buscar pedido... Buscar Todos os status Novo Pedido

PZ001 Pendente

Cliente: Maria Santos
Telefone: (11) 99999-1234
Tipo: Delivery
Data: 15/04/2025

1x Mussarela (G) R\$ 35.00
 1x Calabresa (M) R\$ 30.00

Total: R\$ 65.00

Editar Atualizar Status

PZ002 Em Preparo

Cliente: João Oliveira
Telefone: (11) 98888-1234
Tipo: Retirada
Data: 15/04/2025

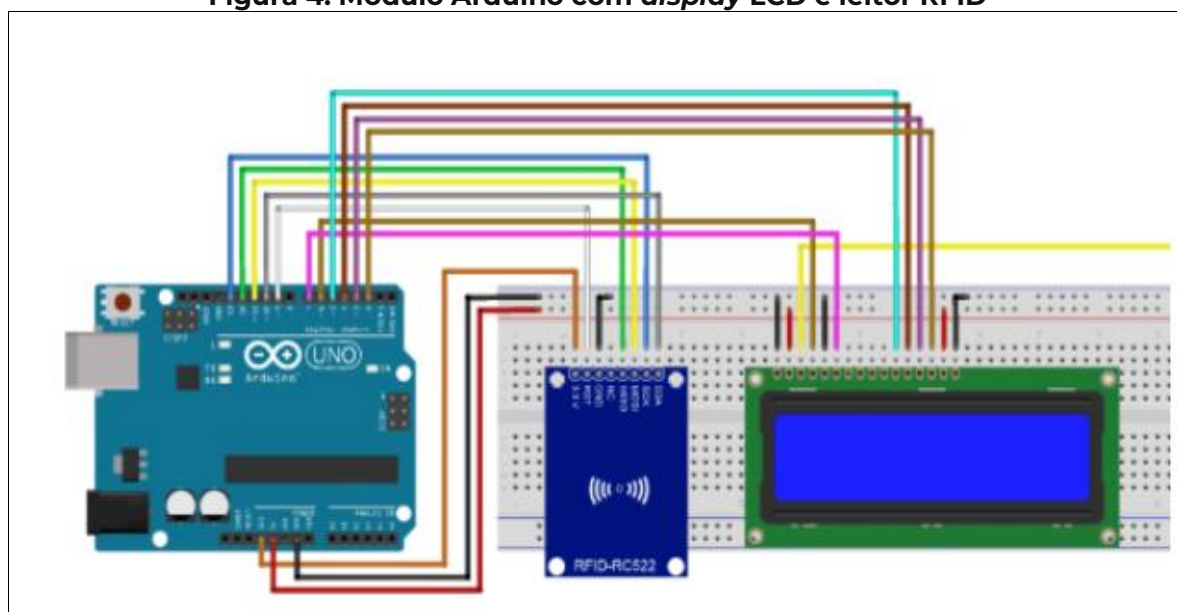
1x Portuguesa (G) R\$ 38.00

Total: R\$ 38.00

Editar Atualizar Status

Fonte: elaborado pelos autores.

O módulo Arduino, mostrado na Figura 4, foi configurado como dispositivo *standalone*, recebendo alimentação independente e comunicando-se com o computador principal através de interface serial USB.

Figura 4: Módulo Arduino com *display* LCD e leitor RFID

Fonte: Adaptada de Thomsen (2014).

Os testes de desempenho operacional demonstraram melhorias significativas em todos os indicadores avaliados. O sistema alcançou uma redução de 65% no tempo de registro de pedidos em comparação com o método manual anterior, além de eliminar os erros de comunicação entre atendimento e produção.

Entretanto, é imperativo ressaltar que os indicadores de redução de tempo e a eliminação de erros referem-se estritamente ao ambiente controlado de simulação. Tais dados atestam a viabilidade técnica e o potencial de otimização da solução, mas não permitem a generalização imediata de que o problema foi totalmente resolvido sob as variáveis imprevisíveis de uma operação comercial real e de longo prazo.

A transmissão de dados para o módulo Arduino ocorreu com tempo médio de 2,3 segundos, permitindo uma capacidade de processamento de até 30 pedidos por hora sem degradação de performance. Esses resultados evidenciam a eficiência da solução desenvolvida em otimizar o fluxo operacional da pizzeria, garantindo agilidade e confiabilidade nas operações.

A validação com usuários revelou alto índice de satisfação entre todos os perfis envolvidos. Os atendentes relataram significativa facilidade no registro de pedidos e valorizaram a calculadora automática de valores, enquanto o pizzaiolo destacou a clareza das informações no display LCD e a praticidade do acionamento por RFID. A interface do sistema em C# foi considerada intuitiva, seguindo princípios de usabilidade onde o usuário não deve precisar pensar desnecessariamente sobre como realizar uma ação. O gerente, por sua vez,

ênfatiou a utilidade do acompanhamento em tempo real dos pedidos e do acesso aos dados históricos para tomada de decisões. Conforme observado por Nielsen (2007) em estudos sobre experiência do usuário, sistemas que aliam funcionalidade robusta com interface intuitiva tendem a obter maiores taxas de adoção e satisfação entre usuários finais.

Em análise comparativa com sistemas convencionais de gestão para pizzarias, a solução desenvolvida destaca-se pela integração nativa com *hardware* dedicado à área de produção. Enquanto Weiber (2017) focou em um sistema web completo com módulos administrativos, cadastro de clientes com busca por Código Postal e geração de relatórios gráficos, nossa proposta estende a automação até o ponto crítico de preparo dos alimentos, fechando completamente o ciclo de automação através da integração com Arduino.

Enquanto as soluções tradicionais concentram-se principalmente no atendimento e gestão administrativa, esta proposta estende a automação até o ponto crítico de preparo dos alimentos, fechando completamente o ciclo de automação. A escalabilidade do sistema, conforme preconizado por Silva et al. (2021), foi garantida através de arquitetura modular que permite a inclusão de novas funcionalidades sem comprometer o núcleo existente, possibilitando futuras expansões como integração com sistemas de *delivery* e aplicativos móveis.

Apesar dos resultados positivos, algumas limitações foram identificadas, incluindo a dependência de comunicação serial física entre computador e Arduino, capacidade limitada do *buffer* de pedidos (10 posições), necessidade de treinamento específico para funcionários e ausência de backup automático do banco de dados. A principal limitação metodológica reside no fato de a validação ter sido realizada em ambiente controlado e não no chão-de-fábrica de uma pizzeria em operação real, o que pode afetar a generalização dos resultados. Com base no feedback dos usuários e na análise de desempenho, propõem-se como melhorias futuras a implementação de comunicação wireless, como discutido por Oliveira (2021), desenvolvimento de aplicativo móvel, inclusão de sistema de impressão de comandas, criação de módulo de *Business Intelligence* para análise de vendas e implementação de sistema de backup automatizado, seguindo as recomendações de Pressman e Maxim (2021) para evolução contínua de sistemas de *software*.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento e validação do Sistema de Pizzaria Vila Dy Napolli demonstraram que a integração estratégica entre *software* em C#, banco de dados MySQL e *hardware* Arduino, um avanço significativo na modernização de estabelecimentos alimentícios de pequeno porte. Os testes para implementação evidenciaram que é tecnicamente viável e funcional como prova de conceito, reduzindo gargalos de comunicação no contexto experimental.

O sistema comprovou sua capacidade de transformar digitalmente o fluxo operacional tradicional, criando um ecossistema tecnológico coeso que impacta positivamente toda a cadeia de valor, desde o atendimento inicial até a entrega final do produto.

Na fase de implementação, os testes evidenciaram ganhos operacionais substanciais que transcendem a mera automação de processos. A comunicação em tempo real entre atendimento e produção mostrou-se fundamental para eliminar gargalos históricos nas pizzarias, reduzindo em 65% o tempo de registro de pedidos, nos testes realizados, eliminando os erros de transmissão de informações. Esta agilidade reflete diretamente na experiência do cliente, tanto no atendimento presencial quanto no delivery, onde a velocidade de preparo e entrega constituem fatores críticos de satisfação.

A arquitetura baseada em banco de dados relacional, fundamentada nos princípios de Silberschatz (2020) e Machado (2020), provou ser essencial para garantir a integridade das informações em um ambiente de operações dinâmicas e concorridas. A modelagem relacional implementada não apenas assegurou a consistência dos dados, mas também permitiu a rastreabilidade completa dos pedidos, desde seu registro até a finalização na produção, criando um histórico valioso para análise de eficiência e tomada de decisões.

O módulo Arduino com interface RFID emergiu como um diferencial competitivo significativo, permitindo que o pizzaiolo gerencie a fila de produção de forma intuitiva e eficiente, sem interromper o fluxo de trabalho. Esta inovação tecnológica de baixo custo demonstrou que é possível levar a revolução digital diretamente para a linha de produção, beneficiando funcionários com diferentes níveis de familiaridade tecnológica.

Do ponto de vista da evolução tecnológica, o sistema posiciona-se na intersecção entre a Internet das Coisas aplicada ao comércio alimentício e as demandas por operações mais ágeis e integradas. A capacidade de transmitir pedidos automaticamente para a área de produção em menos de 2,3 segundos representa um salto quantitativo em eficiência operacional, enquanto a interface amigável em C# garante a adoção tranquila pela equipe de atendimento.

Contudo, embora os objetivos da pesquisa tenham sido alcançados no âmbito do protótipo, a plena resolução dos problemas operacionais deve ser vista como uma tendência positiva tecnicamente, dependendo de validações futuras em cenários de uso real e prolongado.

A solução desenvolvida não apenas resolve problemas imediatos de comunicação, mas também estabelece uma base tecnológica expansível para futuras inovações. Como direcionamentos para trabalhos futuros, propõe-se a investigação de arquiteturas híbridas de banco de dados para otimizar o desempenho. A migração para um banco NoSQL orientado a documentos, como o MongoDB, poderia oferecer maior escalabilidade e flexibilidade para o esquema de dados, enquanto a adoção de um banco chave-valor em memória, como o Redis, para gerenciar a fila de pedidos poderia reduzir a latência para milissegundos.

Adicionalmente, recomenda-se a substituição da comunicação serial por conexões sem fio (*Wi-Fi/Bluetooth*), seguindo as discussões de Oliveira (2021) sobre IoT em ambientes comerciais, o desenvolvimento de um aplicativo móvel para atendimento em mesas e a criação de um módulo de *Business Intelligence* para análise de dados. Esta pesquisa, portanto, não apenas superou as limitações iniciais, mas também sinalizou um potencial claro para expansão e aplicabilidade real, contribuindo para o avanço da automação comercial para pequenos e médios empreendimentos.

REFERÊNCIAS

ALVES, W. P. **Banco de Dados: Teoria e Desenvolvimento**. 2. ed. Rio de Janeiro: Érica, 2021. E-book. p.1. ISBN 9788536533759. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788536533759/>. Acesso em: 05 abr. 2025.

FONSECA, E. S.; AQUINO FILHO, G. F., VERNI, D. E. S. **Do Pensamento Lógico à Inovação Tecnológica: Integração e Metodologias Ativas no Currículo de TADS**. RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar - ISSN 2675-6218, [S. l.], v. 6, n. 11, p. e6116884, 2025. DOI: <https://doi.org/10.47820/recima21.v6i11.6884>. Disponível em: <https://recima21.com.br/recima21/article/view/6884>. Acesso em: 28 out. 2025.

MACHADO, F. N. R. **Banco de Dados: Projeto e Implementação**. 4ª Edição. São Paulo: Editora Érica. ISBN 9788536532391. 2020.

MATIAS, M. D. P.; SILVA, V. M. M.; PASSERINI, J. A. R. **Desenvolvimento de Software de Gerenciamento de uma Pizzaria para o Controle de Gestão**. 2022. Artigo de Graduação (Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas) – Faculdade de Tecnologia Prof. José Camargo, Jales, 2022. Artigo apresentado no VI Simpósio de Tecnologia da Fatec Jales – SITEF, 2022, Jales-SP. Disponível em: <https://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/11394>. Acesso em: 13 mai. 2025.

MILANI, A. M. P.; GONÇALVES, A. S.; PAES, C. A.; OLIVEIRA, F. S.; ANDRADE, G. L.; SILVA, M. S.; ZANIN, A.; SERPA, M. S.; FREITAS, P. H. C. **Consultas em Bancos de Dados**. Porto Alegre: SAGAH, 2021. E-book. p. Capa. ISBN 9786556900223. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786556900223/>. Acesso em: 25 ago. 2025.

NIELSEN, J.; LORANGER, H. **Usabilidade na web: Projetando Websites com Qualidade**. 1. ed. Rio de Janeiro (RJ): GEN LTC, 2007.

OLIVEIRA, S. **Internet das Coisas com ESP8266, Arduino e Raspberry Pi** - 2ª Edição. SBN ebook: 978-65-86057-36-2. Novatec Editora. 2021.
PRESSMAN, R. S.; MAXIM, B. R. **Engenharia de Software**. 9. ed. Porto Alegre: AMGH, 2021. E-book. ISBN 9786558040118. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786558040118/>. Acesso em: 20 mai. 2025.

REIS, L. L.; MACHADO, L. **Sistema Web para Gerenciamento de Pizzaria com Pedidos Online**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas) – Faculdade de Tecnologia de Praia Grande, Praia Grande, 2022. Disponível em: <https://ti.faccat.br/wp-content/uploads/2022/08/Lincon-Lima-dos-Reis.pdf>. Acesso em: 06 mai. 2025.

SANTOS, J. C.; LIMA, M. V. S. **Protótipo de Baixo Custo com Arduino e Módulo de Sistema Global para Comunicações Móveis (GSM) para Coleta de Dados Físicos da Água**. Orientador: Jose Roberto de Araújo Fontoura. 2024. 26f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Sistemas de Informação). Departamento de Ciências Exatas e da Terra, Universidade do Estado da Bahia, Salvador, BA. Disponível em: <https://saberaberto.uneb.br/items/12d563bc-69d3-4eff-a266-2dd4d57f92e4>. Acesso em: 15 mar. 2025.

SILBERSCHATZ, A. **Sistema de Banco de Dados**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2020. E-book. ISBN 9788595157552. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/books/9788595157552/>. Acesso em: 14 mar. 2025.

SILVA, L. F. C.; RIVA, A. D.; ROSA, G. A.; PEREIRA, M. A.; BORDIN, M. V.; BEZERRA, W. R.; BARBOZA, F. F. M.; RIOS, N.; MACHADO, V. A.. **Banco de Dados Não Relacional**. Porto Alegre: SAGAH, 2021. E-book. p.Capa. ISBN 9786556901534. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786556901534/>. Acesso em: 05 set. 2025.

THOMSEN, A. **Controle de Acesso usando Módulo RFID com Arduino**. MakerHero, 22 abr. 2014. Disponível em: <https://www.makerhero.com/blog/controle-acesso-leitor-rfid-arduino/?srsltid=AfmBOoq0Vx9-Rkz2t1zzcaEhPCUIEWede2oGMwoixURZteHWiCcQYYqj>. Acesso em: 19 mar. 2026.

WEIBER, F. **Sistema de Gerenciamento de Pizzaria**. 2017. 28 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Tecnologia em Sistemas para Internet) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Guarapuava, 2017. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/11853/2/GP_COINT_2017_2_01.pdf. Acesso em: 06 mai. 2025.

YIN, R. K. **Estudo de Caso**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. E-book. ISBN 9788582602324. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788582602324/>. Acesso em: 20 mai. 2025.

Arquiteturas distribuídas e integração de agentes inteligentes: evolução, desafios e cenário atual dos MAS



Distributed architectures and integration of intelligent agents: evolution, challenges, and the current landscape of MAS

Leonardo Costa Sá 

Fatec Praia Grande

leonardo.c.sa@hotmail.com

Simone Maria Viana Romano 

Fatec Praia Grande

prof.simone.viana@gmail.com

Revista Processando o Saber

eISSN 2179-5150 · Vol 18, n. 01, 2026

Multidisciplinar · DOI · Revisão por pares

Faculdade de Tecnologia Praia Grande – FATEC

Períodicidade: Anual

revista@fatecpg.edu.br

Recebido: Jan 2026

Aceito: Mar 2026

Publicado: Jun 2026

URL: <https://www.fatecpg.edu.br/revista/index.php/ps/article/view/422>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.19930775>



RESUMO

O avanço recente da Inteligência Artificial (IA), especialmente dos modelos generativos, ampliou as aplicações de sistemas inteligentes em ambientes distribuídos. Nesse cenário, os Multi-Agent Systems (MAS) emergem como uma estratégia-chave para coordenar agentes autônomos em tarefas complexas. O presente artigo tem como objetivo principal apresentar o estado da arte dos MAS sob a ótica da Inteligência Artificial contemporânea, com especial ênfase na integração com LLMs e no papel emergente do protocolo MCP como elemento facilitador dessa articulação. A metodologia adotada é de caráter qualitativo, ancorada em revisão narrativa da literatura, com levantamento de publicações em bases como Google Scholar e Scopus. Complementarmente, usou-se Excel para segmentação e análise crítica dos documentos. As conclusões desta investigação indicam que os MAS vêm se sofisticando frente à crescente complexidade dos ambientes distribuídos, especialmente com apoio de IA generativa. A integração com LLMs e o surgimento do MCP como protocolo de comunicação têm papel central nesse avanço. O MCP viabiliza interoperabilidade e decisões autônomas distribuídas, sendo promissor apesar de sua adoção inicial. Ainda há desafios, e pesquisas futuras devem avaliar sua eficácia em cenários mais diversos. Este estudo fornece uma base conceitual para o desenvolvimento técnico e ético dos MAS na era da IA.

PALAVRAS-CHAVE: Inteligência artificial; automação de sistemas inteligentes; arquitetura de sistemas multiagentes; Model Context Protocol – MCP.

ABSTRACT

The recent advancement of Artificial Intelligence (AI), particularly generative models, has expanded the applications of intelligent systems in distributed environments. In this context, Multi-Agent Systems (MAS) have emerged as a key strategy for coordinating autonomous agents in complex tasks. The main objective of this article is to present the state of the art of MAS from the perspective of contemporary Artificial Intelligence, with particular emphasis on its integration with Large Language Models (LLMs) and the emerging role of the Model Context Protocol (MCP) as a facilitating element in this interaction. The methodology employed is qualitative, grounded in a narrative literature review with a survey of publications in databases such as Google Scholar and Scopus. Additionally, Excel was used for the segmentation and critical analysis of the documents. The findings of this investigation indicate that MAS has become increasingly sophisticated in response to the growing complexity of distributed environments, particularly with the support of generative AI. The integration with LLMs and the emergence of MCP as a communication protocol play a central role in this progress. MCP enables interoperability and distributed autonomous decision-making, showing promise despite its early stage of adoption. Challenges remain, and future research should assess its effectiveness in more diverse scenarios. This study provides a conceptual foundation for the technical and ethical development of MAS in the era of AI.

KEY-WORDS: Artificial intelligence; intelligent systems automation; multi-agent system architecture; Model Context Protocol – MCP

INTRODUÇÃO

Os *Multi-Agent Systems* (MAS) existem há várias décadas e se tornaram mais inteligentes com o tempo. No início dos anos 2000, quando Sistemas Multiagentes eram usados principalmente em testes e simulações simples, pesquisadores se concentraram na formalização das bases teóricas e na padronização dos protocolos de comunicação entre agentes. Nesse contexto, destacou-se a consolidação da FIPA-ACL (*Foundation for Intelligent Physical Agents – Agent Communication Language*) como referência para a troca de mensagens estruturadas e semânticas entre entidades autônomas em ambientes distribuídos (Facchini, 2022).

A partir de 2010, os Sistemas Multiagentes passaram a ser implementados de forma mais intensiva em cenários de aplicação reais, especialmente em domínios complexos e dinâmicos como a gestão de tráfego urbano e sistemas de apoio à decisão na saúde (Wu et al., 2025). Essa fase representou a passagem dos MASs de ambientes simulados para aplicações reais, demandando maior robustez diante da incerteza.

Em 2015, o advento de tecnologias como *Distributed Ledger Technologies* (DLTs), com destaque para o *blockchain*, introduziu novas possibilidades para a descentralização e a confiabilidade das interações entre agentes, possibilitando a criação de ecossistemas multiagentes baseados em contratos inteligentes (*smart contracts*), com ênfase na transparência, rastreabilidade e imutabilidade das ações no sistema (Facchini, 2022). Esses avanços favoreceram o surgimento de estruturas autônomas como as DAOs (*Decentralized Autonomous Organizations*), apoiadas por arquiteturas distribuídas que permitem maior escalabilidade e resiliência, impulsionando novos modelos de governança e colaboração entre agentes.

Já entre 2024 e 2025, observou-se uma transformação significativa nos sistemas inteligentes impulsionada pelos avanços da Inteligência Artificial (IA) generativa, especialmente no contexto dos *Large Language Models* (LLMs). Esses modelos têm demonstrado capacidades notáveis de raciocínio, planejamento e adaptação, aproximando-se progressivamente de comportamentos cognitivos humanos. Ao tornar-se possível que agentes sejam capazes de inferir intenções, crenças e objetivos de outros agentes — humanos ou artificiais — os LLMs viabilizam a execução de tarefas complexas em ambientes dinâmicos, contribuindo para o surgimento de agentes autônomos mais flexíveis e menos dependentes de regras estáticas (Du et al., 2024).

Diferentemente dos agentes tradicionais, tais agentes são aptos a operar em cenários de alta incerteza, promovendo uma reconfiguração dos paradigmas de atuação em sistemas

multiagentes. Nesse contexto, destaca-se o surgimento e a valorização das arquiteturas multiagentes como resposta às novas demandas computacionais por soluções distribuídas, escaláveis e adaptativas. Tais arquiteturas possibilitam a coordenação de múltiplos agentes autônomos em ambientes heterogêneos e dinâmicos, otimizando a resolução de problemas complexos em diversas áreas do conhecimento (Du et al., 2024).

Os *Multi-Agent Systems* (MAS) são constituídos por coleções de agentes autônomos que interagem entre si com um ambiente compartilhado, visando atingir metas individuais e coletivas (Liu, 2024). Fundamentam-se em princípios-chave que lhes conferem propriedades singulares: 1) a autonomia, que permite aos agentes tomar decisões de forma independente com base em suas percepções e objetivos; 2) a cooperação, essencial para alcançar metas comuns por meio de comunicação, coordenação, consenso e informação (Wu et al., 2025); 3) a adaptabilidade, que os capacita a ajustar estratégias conforme as condições ambientais e as exigências das tarefas, especialmente em cenários dinâmicos com reconhecimento de contexto (Liu, 2024); 4) a escalabilidade, que viabiliza a distribuição de tarefas complexas entre múltiplos agentes, superando as limitações operacionais de sistemas baseados em agentes únicos (Du et al., 2024).

A partir destes conceitos fundamentais apresentados, se estrutura a base para a análise dos sistemas multiagentes sob a ótica da inteligência artificial generativa. O presente artigo tem como objetivo principal apresentar o estado da arte dos MAS sob a ótica da Inteligência Artificial contemporânea, com especial ênfase na integração com LLMs e no papel emergente do protocolo MCP como elemento facilitador dessa articulação. A tese central deste trabalho é que os sistemas multiagentes baseados em IA representam uma evolução significativa nas formas de coordenação e execução de tarefas complexas em ambientes computacionais dinâmicos.

O problema abordado neste estudo é a carência de estudos atualizados, em língua portuguesa, que sistematizem os avanços recentes do MCP como protocolo padrão de comunicação entre múltiplos agentes. Diante disso, realizou-se uma revisão de estudos internacionais de alta relevância que pudessem não só apresentar uma compreensão geral da trajetória mais recente do MAS enquanto tecnologia, mas também identificar possíveis tendências dessa tecnologia para o futuro. Portanto, a primeira parte deste artigo examina os fundamentos conceituais que caracterizam os MAS, além de apresentar um panorama geral da evolução destes sistemas entre 2000 e 2025. Em seguida, descreve-se a metodologia utilizada e finalmente, nos resultados, o artigo se aprofunda na análise do MCP, procurando explicar o contexto em que esse *framework* se insere no cenário atual dos MAS.

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O conceito central de um MAS baseia-se na noção de agente autônomo (Du et al., 2024), definido como uma entidade computacional que percebe seu ambiente por meio de sensores e age sobre ele por meio de atuadores, de forma independente (Adams, 2001). Essa definição vai além da simples execução de comandos pré-programados, pois o agente autônomo é capaz de tomar decisões baseadas em regras, heurísticas ou processos de aprendizado, considerando uma leitura em tempo real do ambiente (Figura 1).

Figura 1 - Estrutura de interconexão entre agentes e seu meio



Fonte: do autor, gerada com Inteligência Artificial (ChatGPT 4o - OpenAI).

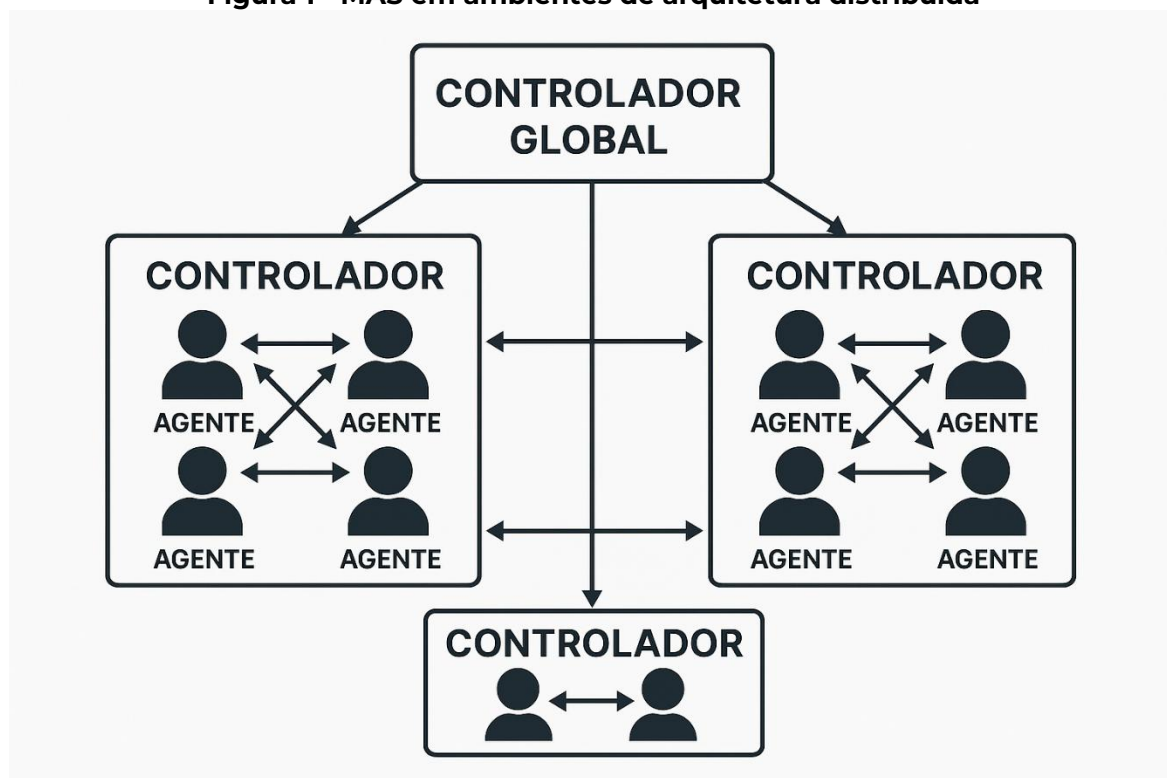
Como destacado por Jin et al. (2022), a robustez desses agentes em sistemas abertos depende diretamente da capacidade de adaptação a mudanças dinâmicas e da manutenção de colaboração eficiente mesmo sob condições incertas e adversas. Em MAS, tais agentes frequentemente operam sob incerteza e tempo limitado, exigindo capacidade de raciocínio deliberativo ou reativo para responder adequadamente às mudanças nas condições ambientais (Du et al. 2024).

Os Sistemas Multiagentes (MAS) representam uma abordagem computacional fundamentada na composição de agentes autônomos que operam em um ambiente compartilhado. Esses agentes interagem entre si, visando alcançar tanto objetivos individuais

quanto metas coletivas, conforme destacado por Du et al. (2024). A estrutura dos MAS permite representar sistemas nos quais múltiplos agentes, com conhecimentos e funções distintas, atuam de maneira coordenada para realizar tarefas que envolvem múltiplos elementos espaciais, temporais e decisórios, sendo particularmente eficaz em domínios onde a descentralização e a tomada de decisão local são desejáveis, como logística inteligente, gerenciamento de tráfego urbano, sistemas energéticos distribuídos, coordenação de robôs em ambientes industriais e exploração espacial autônoma (Liu, 2024).

Essa autonomia computacional é o que diferencia os MAS de sistemas convencionais centralizados, pois garante que os agentes possam operar mesmo quando desconectados de um controlador global, o que é fundamental para aplicações em ambientes distribuídos, como veículos autônomos (Jin et al., 2023), *drones* cooperativos e redes de sensores inteligentes (Shamshirband et al., 2013).

Figura 1 - MAS em ambientes de arquitetura distribuída



Fonte: Imagem gerada pelo autor com uso de Inteligência Artificial (*ChatGPT 4o - OpenAI*)

Além disso, no plano da arquitetura computacional, os MAS podem integrar Large Language Models (LLMs) como núcleos de raciocínio. LLMs são modelos de inteligência artificial treinados com grandes volumes de texto, capazes de compreender e gerar linguagem natural de forma sofisticada. Eles utilizam essas capacidades para interpretar linguagem natural,

gerar respostas contextualmente relevantes e formular estratégias de ação. Como destacado por Wu et al. (2025), a integração de LLMs em sistemas multiagentes tem o potencial de aprimorar significativamente a coordenação, a comunicação e o planejamento coletivo entre agentes autônomos. No backend, esses modelos funcionam como mecanismos deliberativos, capazes de analisar instruções complexas, simular cenários, inferir consequências e propor sequências de ações otimizadas de maneira autônoma e adaptativa. Essa autonomia permite que cada agente tome decisões com base em sua percepção do ambiente e em seus próprios objetivos, sem depender de controle centralizado (Du et al., 2024). Tal característica confere aos MAS uma robustez importante frente a falhas locais e mudanças inesperadas.

Além da autonomia, a cooperação é outro pilar essencial dos MAS (Liu, 2024). Os agentes são capazes de coordenar ações, negociar, compartilhar informações e alcançar consensos com outros agentes para atingir objetivos comuns (Liu, 2024). Esse comportamento colaborativo é habilitado por protocolos de comunicação e estratégias de coordenação que permitem sincronizar atividades e distribuir eficientemente as tarefas. Entre os protocolos mais utilizados destacam-se o FIPA-ACL (*Foundation for Intelligent Physical Agents – Agent Communication Language*), que define padrões para a troca de mensagens entre agentes, e o KQML (*Knowledge Query and Manipulation Language*), voltado para a troca de informações baseadas em conhecimento (Facchini, 2022).

Esses protocolos especificam estruturas semânticas e sintáticas para mensagens, bem como atos de fala como 'informar', 'pedir', 'confirmar' e 'propor', possibilitando que agentes heterogêneos negociem, cooperem e coordenem ações mesmo em ambientes distribuídos e com diferentes arquiteturas internas (Liu, 2024). Além disso, protocolos de coordenação, como o *Contract Net Protocol*, e mecanismos de leilão distribuído são amplamente empregados para a alocação dinâmica de tarefas, contribuindo para a eficiência coletiva do sistema (Adams, 2001).

A adaptabilidade dos agentes em um MAS é um diferencial crucial em ambientes dinâmicos, onde as condições e as exigências das tarefas podem mudar continuamente (Du et al., 2024). Os agentes adaptam suas estratégias de atuação com base no reconhecimento de contexto e aprendizado contínuo, o que é vital para a eficácia do sistema a longo prazo, pois permite que o MAS se mantenha funcional e com alta acurácia mesmo diante de variações imprevisíveis no ambiente (Du et al., 2024). Essa capacidade adaptativa é essencial para lidar com tarefas não estacionárias, novas condições operacionais e requisitos emergentes, reduzindo a dependência de reprogramações manuais e aumentando a resiliência do sistema frente a falhas, ambiguidade e mudanças de objetivos ao longo do tempo (Berducci et al., 2024).

Por fim, a escalabilidade dos MAS permite que tarefas complexas sejam decompostas e atribuídas a múltiplos agentes, ampliando o poder computacional coletivo do sistema e superando as limitações de arquiteturas centralizadas ou de agente único (Du et al., 2024). Isso se traduz na capacidade dos MAS de aumentar progressivamente o número de agentes e a diversidade de funções sem comprometer a eficiência global. À medida que novos agentes são adicionados, o sistema pode redistribuir tarefas, otimizar recursos e manter a qualidade das decisões de forma descentralizada. Essa característica é fundamental em aplicações de grande escala, como redes de veículos autônomos, sistemas de logística global e redes energéticas inteligentes, em que a necessidade de expansão dinâmica e adaptação rápida é crítica para garantir desempenho e resiliência (Wu et al., 2024).

Em síntese, a análise dos fundamentos conceituais dos MAS revela que a autonomia, a cooperação, a adaptabilidade e a escalabilidade não são apenas propriedades teóricas, mas requisitos operacionais concretos que determinam a viabilidade desses sistemas em ambientes reais. Na percepção deste autor, o desafio mais urgente reside na tensão entre autonomia e confiabilidade: à medida que os agentes se tornam mais independentes — especialmente com o suporte de LLMs —, cresce proporcionalmente a necessidade de mecanismos de verificação e controle que garantam decisões seguras e auditáveis. A cooperação mediada por protocolos como FIPA-ACL, embora consolidada, mostra-se insuficiente para as demandas semânticas dos agentes baseados em IA generativa, sugerindo que a próxima fronteira dos MAS dependerá de protocolos mais expressivos e interoperáveis.

1.1 HISTÓRICO DOS *MULTI-AGENT SYSTEMS*

A evolução dos Sistemas Multiagentes (MAS) ao longo das últimas duas décadas revela um percurso de sofisticação progressiva, marcado inicialmente por um amadurecimento teórico e, posteriormente, por uma integração crescente com técnicas de inteligência computacional. No início dos anos 2000, os MAS se consolidaram como uma abordagem promissora para a modelagem de sistemas distribuídos compostos por agentes autônomos capazes de interagir, cooperar ou competir entre si (Adams, 2001). As primeiras aplicações práticas destes sistemas se concentraram em ambientes controlados, apoiadas por protocolos padronizados como o FIPA-ACL, que normatizou a comunicação entre agentes. Todavia, a partir de 2010, intensificou-se o interesse na superação de limitações desses sistemas em contextos dinâmicos

e incertos, impulsionando a incorporação de técnicas de Inteligência Computacional (IC) nos MAS (Penserini et al., 2006).

Esse movimento resultou na consolidação do campo conhecido como MCI (*Multi-Agent System-based Computational Intelligence*), cuja proposta era aprimorar a capacidade adaptativa e preditiva dos MAS por meio da integração com métodos como lógica *fuzzy*, redes neurais e aprendizado por reforço. Tal abordagem demonstrou notável eficácia em aplicações voltadas à segurança cibernética, especialmente na detecção de intrusões em redes sem fio (*Wireless Intrusion Detection and Prevention Systems – WIDPS*). Conforme demonstrado por Shamshirband et al. (2013), as arquiteturas colaborativas baseadas em MCI — ou Co-WIDPS — apresentaram desempenho superior na identificação de padrões maliciosos, ao reduzirem taxas de falsos positivos e ampliarem a precisão dos diagnósticos em ambientes distribuídos.

A década de 2010 testemunhou, ainda, avanços significativos na aplicação prática dos MCI em ambientes reais. Um exemplo notável é o sistema *Sensor Network-based Counter-Sniper* (C-Sniper), adotado pelo Exército dos Estados Unidos, que exemplifica o uso bem-sucedido de agentes colaborativos e técnicas de IC para detectar e localizar ameaças em tempo real em zonas urbanas (Shamshirband et al., 2013). Em consonância com essa evolução, observa-se também a transição dos MAS para aplicações de larga escala em áreas como a robótica de consumo e os veículos autônomos.

Essa mudança refletiu a crescente centralidade da tomada de decisão autônoma em ambientes dinâmicos e incertos. Nesse contexto, os agentes autônomos precisaram superar os comportamentos rigidamente programados para atuarem de forma eficaz em ambientes descentralizados e distribuídos, passando a incorporar habilidades de tomada de decisão em tempo real, que possibilitam sua adaptação dinâmica diante de mudanças nas condições e de informações incompletas (Moharir et al., 2019).

Dando continuidade a essa trajetória de aprimoramento dos MAS, os anos 2020 inauguraram uma nova etapa com a integração da Inteligência Artificial Generativa (GenAI), especialmente por meio dos LLMs, que ampliaram significativamente as capacidades desses sistemas em contextos colaborativos com agentes humanos (Liu et al., 2023). Inicialmente, a IA modelava agentes individuais, considerando outros agentes como parte do ambiente (Gal; Grozs, 2022). A transição para grupos mistos exigiu novas abordagens capazes de representar os estados mentais, intenções e as capacidades humanas de decisão e comunicação. Com isso, os LLMs passaram a ser explorados de forma mais concreta em aplicações práticas de MAS.

Um dos principais campos dessa aplicação tem sido a direção autônoma distribuída, otimizando a coordenação entre veículos, infraestrutura inteligente e interfaces virtuais,

incorporando seres humanos como agentes virtuais no ecossistema (Wu et al., 2025). Ao operar sob a lógica dos MAS Conscientes do Contexto (CA-MAS), esses sistemas seguem ciclos funcionais estruturados em fases como "Sentir, Aprender, Raciocinar, Prever e Agir", sendo os LLMs essenciais para as etapas de aprendizado situacional e raciocínio adaptativo (Liu et al., 2023). Em implementações práticas, os LLMs têm assumido o papel de módulos deliberativos capazes de traduzir instruções linguísticas em rotas planejadas e decisões estratégicas em tempo real, o que amplia significativamente a autonomia e a capacidade de adaptação dos agentes (Gal; Grosz, 2022).

Apesar das vantagens, a incorporação de LLMs em MAS também traz desafios, como o fenômeno das alucinações, no qual LLMs geram inferências factualmente incorretas com alta fluência linguística, comprometendo a integridade da coordenação em ambientes multiagente. Esse comportamento, particularmente crítico em contextos distribuídos, demanda mecanismos formais de verificação semântica e controle de confiança interagente (Islam; Lauscher; Glavas, 2025). Frente a isso, estudos recentes têm priorizado abordagens de segurança adaptativa, reformulando o problema sob o arcabouço dos CPOMDPs (*Constrained Partially Observable Markov Decision Processes*) e incorporando Funções de Barreira de Controle (CBF) como salvaguardas formais para garantia de segurança mesmo sob incerteza e parcialidade observacional (Lindemann; Dimarogonas, 2019). Complementarmente, o avanço do raciocínio latente e arquiteturas como o paradigma *Coconut* (*Chain of Continuous Thought*) propõem uma expansão do raciocínio simbólico, permitindo que LLMs operem iterativamente em espaços latentes contínuos, o que abre novas possibilidades para escalabilidade cognitiva e raciocínio composicional em tempo de inferência (Geiping et al., 2025).

É neste sentido que abordagens como DAOs (Organizações Autônomas Descentralizadas) têm sido exploradas em conjunto com MAS para promover estruturas organizacionais descentralizadas, autoexecutáveis e resistentes a falhas em ambientes distribuídos. Enquanto os MAS fornecem uma base para agentes autônomos colaborarem em tarefas complexas, os DAOs introduzem mecanismos de governança baseados em contratos inteligentes que permitem a tomada de decisões automatizada e transparente. Essa integração é particularmente relevante para aplicações em IA e análise de dados em ambientes de múltiplas partes interessadas, quando a confiança, a auditabilidade e a descentralização são essenciais (Berducci et al., 2024).

Do ponto de vista analítico, a trajetória histórica dos MAS demonstra que cada salto tecnológico, da padronização FIPA-ACL à incorporação de LLMs, foi motivado por limitações concretas do paradigma anterior. Já a integração com IA generativa representa a transformação

mais substancial dessa trajetória, pois não se trata apenas de um aprimoramento incremental, mas de uma mudança qualitativa na capacidade cognitiva dos agentes. No entanto, essa sofisticação traz riscos proporcionais: o fenômeno das alucinações em LLMs e a dificuldade de garantir segurança em ambientes críticos são, na visão deste estudo, os obstáculos mais desafiadores a serem superados. Tecnologias como DAOs e mecanismos de raciocínio latente parecem sustentáveis a médio prazo, mas sua consolidação dependerá de avanços em verificação formal e governança descentralizada.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A presente pesquisa adota uma abordagem qualitativa, de natureza exploratória, com delineamento fundamentado na revisão narrativa da literatura. Esse tipo de revisão busca construir uma análise crítica e interpretativa sobre um determinado campo de conhecimento, sem o uso de protocolos sistemáticos rígidos, permitindo ao pesquisador articular diferentes fontes teóricas e identificar tendências emergentes.

A revisão narrativa foi estruturada com base na seleção de publicações científicas e técnicas relacionadas aos MASs no contexto da Inteligência Artificial, buscando estudos publicados entre os anos de 2000 e 2025. As buscas foram realizadas em bases de dados acadêmicas amplamente reconhecidas, como IEEE Xplore, Google Scholar e Scopus, além de documentos técnicos disponibilizados por comunidades científicas e empresas. Os termos utilizados para a recuperação dos estudos incluíram: *"multi-agent systems"*, *"artificial intelligence"*, *"agent-based architecture"*, *"LLMs"*, *"LLM orchestration in MAS"*, *"agent coordination"*. Foram considerados elegíveis apenas os artigos redigidos em português ou inglês, disponíveis na íntegra e com aderência temática aos objetivos da pesquisa. Estudos desatualizados ou que não apresentassem conexão direta com a problemática investigada foram excluídos da análise.

Para a seção específica dedicada ao Model Context Protocol (MCP), foram selecionados dois documentos centrais: Szeider (2025) e Anthropic (2024). A escolha desses materiais justificou-se por sua atualidade e por apresentarem sínteses concisas, porém aprofundadas, sobre o MCP e sua integração com LLMs — complementando as demais fontes utilizadas ao longo do artigo para a fundamentação teórica e histórica dos MAS. O documento da Anthropic, em particular, foi incluído por se tratar da organização responsável pelo lançamento do MCP,

descrito como “um novo padrão para conectar assistentes de IA a sistemas” (**tradução nossa**) (Anthropic, 2024, s.p.).

Na etapa subsequente, os textos selecionados foram sistematicamente organizados em planilhas Excel, nas quais se aplicaram estratégias de leitura ativa, incluindo a elaboração de linhas do tempo conceituais, mapas mentais e fichamentos analíticos. O objetivo desse procedimento foi permitir a articulação interpretativa e integrativa dos dados ao longo do desenvolvimento do estudo. Por fim, o ChatGPT-4o foi empregado para a criação de imagens ilustrativas destinadas a exemplificar visualmente determinados conceitos centrais da análise.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO - PERSPECTIVAS E TENDÊNCIAS ATUAIS DOS MULTI-AGENT SYSTEMS

Como visto na seção anterior, a implementação de LLMs em Sistemas Multiagente surgiu como uma resposta estratégica à crescente necessidade de dotar agentes autônomos de capacidades avançadas de linguagem natural e raciocínio contextual. Antes da consolidação de protocolos padronizados de comunicação entre agentes, embora os LLMs demonstrassem desempenho notável em tarefas linguísticas, ainda apresentavam limitações severas em operações de raciocínio lógico formal. Essa lacuna tornou imperativa a busca por soluções capazes de complementar os LLMs com mecanismos externos de raciocínio simbólico, uma necessidade especialmente sentida em ambientes de MAS, onde decisões precisas e interações complexas são requisitos fundamentais (Szeider, 2025).

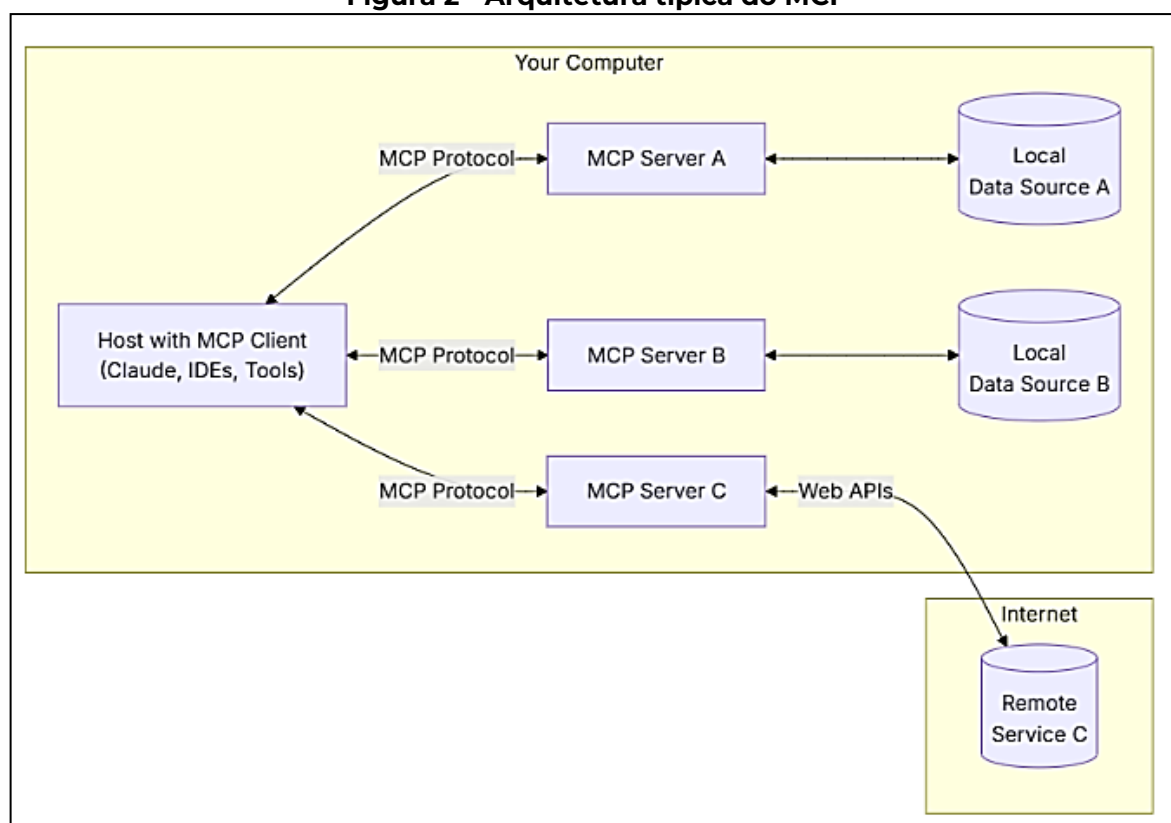
Nesse contexto, surgiram diversos protótipos com o objetivo de conectar LLMs a solucionadores simbólicos para mitigar suas fragilidades. Entre essas abordagens, destacam-se o PProC3S para planejamento robótico, sistemas baseados em síntese de programas assistidos por contraexemplos, e projetos como o SATLM e o LOGIC-LM focados na tradução de linguagem natural para formatos de solucionadores. O *framework* Lemur também emergiu como uma tentativa de estruturar a síntese de programas de maneira LLM-agnóstica. Embora pioneiras, essas iniciativas apresentavam restrições consideráveis em termos de flexibilidade, integração e interoperabilidade, limitando sua aplicabilidade a domínios específicos (Szeider, 2025).

As principais limitações das abordagens iniciais estavam relacionadas à rigidez dos *pipelines* fixos, à integração restrita para casos de uso isolados, à falta de suporte para interações iterativas generalizadas e à inexistência de um padrão aberto que possibilitasse a

interoperabilidade entre diferentes agentes e solucionadores. Essa ausência de padronização dificultava a criação de ecossistemas colaborativos robustos e sustentáveis, elementos essenciais em implementações de MAS de larga escala que demandam coordenação sofisticada entre agentes heterogêneos.

A introdução do MCP, lançado pela *Anthropic* em novembro de 2024, representou um marco disruptivo nesse cenário. O MCP estabeleceu um padrão aberto e universal para conectar LLMs a sistemas externos, proporcionando uma arquitetura flexível baseada em comunicação cliente-servidor com estado. Essa estrutura permite que dados e capacidades computacionais sejam expostos via servidores padronizados, aos quais os agentes ou aplicações de IA se conectam como clientes, permitindo trocas de informações estruturadas e interativas, algo inédito nos protocolos anteriores. O protocolo também possui integração nativa com o *Claude Desktop*, uma aplicação desenvolvida pela própria *Anthropic* que atua como uma interface local para o uso de modelos *Claude* no ambiente de trabalho. O *Claude Desktop* permite que usuários interajam com LLMs diretamente no computador, com suporte a plugins e conexões seguras a servidores MCP locais, facilitando o acesso a arquivos, sistemas e bancos de dados da própria máquina. A figura abaixo ilustra o funcionamento do MCP em sistemas de multiagentes:

Figura 2 - Arquitetura típica do MCP



Fonte: *Anthropic*, 2024.

O MCP organiza-se em três componentes essenciais: (i) a especificação técnica, que detalha os formatos, métodos e transportes suportados (como JSON-RPC 2.0, JSON Schema, stdio e HTTP/SSE); (ii) os SDKs (*Software Development Kits*) oficiais, disponíveis em diversas linguagens (*TypeScript*, *Python*, *Java*, *Kotlin*, *C#*, *Rust* e *Swift*), que simplificam a criação de clientes e servidores locais ao abstrair os detalhes de transporte e de *JSON-RPC* e; (iii) o repositório *open-source* de servidores, que oferece implementações de referência e links para integrações de terceiros, mostrando como expor dados via MCP. Essa estrutura modular permite que qualquer organização conecte rapidamente seus *datasets* mais relevantes a ferramentas de IA utilizando integrações prontas para serviços populares como *Google Drive*, *Slack*, *GitHub* e *Postgres*, e acelera a adoção do protocolo graças às implementações de servidores MCP já disponíveis. A citação abaixo procura fazer uma analogia acerca do funcionamento do MCP:

MCP is an open protocol that standardizes how applications provide context to LLMs. Think of MCP like a USB-C port for AI applications. Just as USB-C provides a standardized way to connect your devices to various peripherals and accessories, MCP provides a standardized way to connect AI models to different data sources and tools (Anthropic, 2024, s.p.).

A sua arquitetura do MCP trouxe avanços fundamentais ao suportar interações iterativas entre agentes e solucionadores, viabilizando adaptações dinâmicas conforme a evolução das tarefas. Empresas como *Block* e *Apollo* já integraram o MCP aos seus sistemas, enquanto plataformas de desenvolvimento como *Zed*, *Replit*, *Codeium* e *Sourcegraph* trabalham para incorporar o protocolo, evidenciando sua importância estratégica. Como ressaltado por Dhanji R. Prasanna, CTO da Block, “*Open technologies like the Model Context Protocol are the bridges that connect AI to real-world applications, ensuring innovation is accessible, transparent, and rooted in collaboration*” (Anthropic, 2024, s.p.). Essa adoção expressiva evidencia a capacidade do MCP de atender às exigências operacionais de sistemas reais, promovendo soluções interoperáveis, escaláveis e orientadas para a colaboração multiagente (Szeider, 2025).

É sob estas condições que o MCP emerge como um *framework* essencial para a próxima geração de MAS, pois sua padronização e flexibilidade não apenas superam as restrições das abordagens anteriores, como também oferecem a infraestrutura necessária para que agentes equipados com LLMs possam interagir de maneira mais eficaz, segura e inteligente com o ecossistema computacional ao seu redor. A Figura 3 ilustra de maneira esquemática a arquitetura típica de funcionamento do MCP, destacando a relação entre clientes, servidores e fontes de dados locais ou remotas.

Assim, o MCP sinaliza uma direção promissora para o futuro da integração entre LLMs e ecossistemas computacionais distribuídos. À medida que modelos de linguagem se tornam mais capazes de executar raciocínios complexos, agir de forma autônoma e interagir em ambientes abertos, a necessidade de protocolos estáveis, interoperáveis e auditáveis deve se intensificar. O MCP, ao oferecer uma camada de padronização e abstração, poderá tornar-se o elo entre agentes cada vez mais sofisticados e infraestruturas de dados heterogêneas, não apenas em domínios corporativos, mas também em contextos acadêmicos, governamentais e industriais de grande escala.

Entretanto, é importante reconhecer, como outra possível tendência, que o avanço exponencial dos LLMs pode, por exemplo, levar ao surgimento de arquiteturas mais dinâmicas ou autossuficientes, que eventualmente dispensem intermediários como o MCP em determinados contextos. Ainda assim, enquanto os sistemas permanecerem dependentes de dados externos não estruturados ou contextos altamente específicos, protocolos como o MCP deverão manter sua relevância. A tendência, portanto, é que esse tipo de infraestrutura evolua para suportar níveis mais altos de segurança, versionamento de contexto, interoperabilidade semântica e adaptação a arquiteturas distribuídas com múltiplos agentes autônomos operando de forma coordenada.

Em termos críticos, os resultados desta investigação indicam que o MCP representa, na avaliação deste autor, a tecnologia de integração mais promissora e sustentável a médio prazo para os MAS baseados em LLMs. Sua arquitetura aberta e modular, já adotada por empresas de grande porte, confere ao MCP vantagem significativa em relação às abordagens anteriores, que eram fragmentadas e proprietárias. Contudo, é preciso reconhecer que a dependência de um único protocolo, ainda em estágio inicial de maturação, introduz riscos de concentração tecnológica. O desafio mais urgente, portanto, não é apenas técnico, mas também estratégico: garantir que a evolução do MCP ocorra de forma colaborativa e aberta, evitando a captura por interesses corporativos específicos, e que mecanismos robustos de segurança e auditabilidade acompanhem a crescente autonomia dos agentes em ambientes distribuídos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal desta investigação foi apresentar o estado da arte dos MAS sob a ótica da Inteligência Artificial contemporânea, com especial ênfase na integração com LLMs e no papel emergente do protocolo MCP como elemento facilitador dessa articulação. É possível

afirmar que os resultados obtidos ao longo da revisão narrativa indicam uma trajetória clara de sofisticação técnica e de crescente integração com tecnologias de IA generativa. Nesse contexto, os sistemas multiagentes têm incorporado mecanismos de raciocínio, adaptação e coordenação mais complexos, e o MCP, ao propor um protocolo unificado de comunicação entre agentes e sistemas externos, destaca-se como solução promissora para viabilizar fluxos distribuídos de decisão autônoma.

Tomados em conjunto, estes resultados sugerem que a evolução dos MAS está intimamente ligada à capacidade de articulação entre componentes especializados e à possibilidade de adaptação contínua ao contexto. Nesse cenário, o MCP, funciona como elo técnico entre agentes e fontes heterogêneas de dados, promovendo interoperabilidade e escalabilidade — duas exigências fundamentais para que tais arquiteturas se consolidem em ambientes produtivos reais. Ainda que a consolidação do MCP esteja em estágio inicial, sua adoção por grandes plataformas e comunidades de desenvolvimento sinaliza um caminho sólido para o estabelecimento de um ecossistema de agentes inteligentes mais conectado, flexível e colaborativo.

Apesar dos avanços e das perspectivas promissoras, muitas perguntas permanecem em aberto. Como garantir a confiabilidade das decisões geradas por LLMs em ambientes críticos? Quais os limites da autonomia dos agentes em contextos com conflitos éticos ou normativos? Como assegurar a interoperabilidade sem comprometer a segurança dos dados? O MCP será capaz de sustentar o crescimento de ecossistemas de larga escala com múltiplos agentes heterogêneos? E até que ponto os agentes poderão adaptar-se a ambientes totalmente novos sem intervenção humana? Essas questões não apenas evidenciam as lacunas teóricas e técnicas ainda existentes, como também orientam os rumos para investigações futuras.

Novas pesquisas devem ser realizadas para investigar a efetividade do MCP em cenários com maior variabilidade de agentes, uso de fontes de dados não convencionais e presença de objetivos concorrentes. Nesse sentido, recomenda-se que futuros estudos adotem abordagens experimentais e comparativas, buscando avaliar o desempenho do MCP frente a outras arquiteturas de integração, bem como seu impacto em aspectos como segurança, latência e interpretabilidade.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, J. A. Multiagent systems: a modern approach to distributed artificial intelligence. **AI Magazine**, v. 22, n. 2, p. 105-105, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1609/aimag.v22i2.1567>.
- ANTHROPIC. Introducing the Model Context Protocol. [S. l.], 25 nov. 2024. Disponível em: <https://www.anthropic.com/news/model-context-protocol>. Acesso em: 25 abr. 2025.
- BERDUCCI, L. et al. Learning adaptive safety for multi-agent systems. In: **IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ROBOTICS AND AUTOMATION (ICRA)**, 2024. [S. l.]: IEEE, 2024. p. 2859-2865. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2309.10657>.
- DU, H. et al. A survey on context-aware multi-agent systems: techniques, challenges and future directions. **arXiv preprint**, arXiv:2402.01968, 2024. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2402.01968>.
- FACCHINI, S. D. Decentralized autonomous organizations and multi-agent systems for artificial intelligence applications and data analysis. In: **PROCEEDINGS OF THE THIRTY-FIRST INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE (IJCAI-22)**. [S. l.], 2022. p. 5851-5852. DOI: <https://doi.org/10.24963/ijcai.2022/828>.
- GAL, K.; GROSZ, B. J. Multi-agent systems: technical & ethical challenges of functioning in a mixed group. **Daedalus**, v. 151, n. 2, p. 114-126, 2022. DOI: https://doi.org/10.1162/daed_a_01904.
- GEIPING, J. et al. Scaling up test-time compute with latent reasoning: a recurrent depth approach. **arXiv preprint**, arXiv:2502.05171, 2025. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2502.05171>.
- ISLAM, S. O. ul; LAUSCHER, A.; GLAVAŠ, G. How much do LLMs hallucinate across languages? On multilingual estimation of LLM hallucination in the wild. **arXiv preprint**, arXiv:2502.12769, 2025. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2502.12769>.
- JIN, D. et al. Tackling challenges of robustness measures for autonomous agent collaboration in open multi-agent systems. In: **PROCEEDINGS OF THE 55TH HAWAII INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES**. [S. l.], 2022. p. 7585-7594. DOI: <https://doi.org/10.24251/HICSS.2022.911>.
- LINDEMANN, L.; DIMAROGONAS, D. V. Control barrier functions for multi-agent systems under conflicting local signal temporal logic tasks. **IEEE Control Systems Letters**, v. 3, n. 3, p. 757-762, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1109/LCSYS.2019.2917975>.
- LIU, J. Multi-agent systems: studying coordination and cooperation mechanisms in multi-agent systems to achieve collective goals efficiently. **Journal of Artificial Intelligence Research**. [S. l.]: The Science Brigade Publishing Group, v. 4, n. 1, 2024. Disponível em: <https://thesciencebrigade.com/JAIR/article/view/98>. Acesso em: 15 mar. 2026.
- MOHARIR, M.; MAHALAKSHMI, A. S.; KUMAR, G. P. Autonomous agents: beginnings, innings and where we are headed. In: **Recent Advances in Computational Intelligence**. [S. l.], 2019. p. 255-261. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-12500-4_16.

PENSERINI, L. et al. From stakeholder intentions to software agent implementations. In: **Advanced Information Systems Engineering: 18th International Conference, CAiSE 2006, Luxembourg, Luxembourg, June 5-9, 2006, Proceedings. Lecture Notes in Computer Science**. Berlin: Springer, 2006. p. 465-479. DOI: <https://doi.org/10.1007/11767138>.

SHAMSHIRBAND, S. et al. An appraisal and design of a multi-agent system based cooperative wireless intrusion detection computational intelligence technique. **Engineering Applications of Artificial Intelligence**, v. 26, n. 9, p. 2105-2127, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2013.04.010>.

SZEIDER, S. MCP-solver: integrating language models with constraint programming systems. **arXiv preprint**, arXiv:2501.00539, 2025. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2501.00539>.

WU, Y. et al. Multi-agent autonomous driving systems with large language models: a survey of recent advances. **arXiv preprint**, arXiv:2502.16804, 2025. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2502.16804>.

Instrumentação eletrônica como meio de experientiação e aprendizado da eletrodinâmica



Electronic instrumentation as a means of experiencing and learning electrodynamics

Kleber Saldanha de Siqueira 

Universidade Federal de Alagoas - UFAL

kleber.siqueira@cetu.ufal.br

Revista Processando o Saber

eISSN 2179-5150 · Vol 18, n. 01, 2026

Multidisciplinar · DOI · Revisão por pares

Faculdade de Tecnologia Praia Grande – FATEC

Periodicidade: Anual

revista@fatecpg.edu.br

Recebido: Jan 2026

Aceito: Mar 2026

Publicado: Jun 2026

URL: <https://www.fatecpg.edu.br/revista/index.php/ps/article/view/423>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.19932564>



RESUMO

Este artigo, configurado num relato de experiência de natureza narrativa-descritiva, tem por objetivo apresentar os resultados de uma proposta de ensino da Eletrodinâmica baseada no uso de um osciloscópio e um gerador de sinais para o aprendizado e aprofundamento técnico dos conteúdos de eletricidade. Para isso, foi elaborada e aplicada uma Sequência Didática (SD) junto à disciplina Laboratório de Práticas Experimentais (LPE) em uma escola estadual pertencente ao Programa Alagoano de Ensino Integral (pALei), localizada no município de Arapiraca, Alagoas, com os estudantes do 3º ano A, focalizando os conteúdos básicos de Eletrodinâmica. Concluídas as atividades, constatou-se que o uso do osciloscópio, combinado com o gerador de sinais, reforçou o significado físico das variáveis elétricas analisadas pelos estudantes, melhorando a compreensão acerca do funcionamento do circuito fotocondutor, ao mesmo tempo demonstrando a viabilidade didática desses instrumentos na sala de aula.

PALAVRAS-CHAVE: Análise de circuitos; Ensino de Física; Educação científica; Eletricidade e ensino; Instrumentação eletrônica.

ABSTRACT

This article, structured as a narrative-descriptive experience report, aims to present the results of a proposed teaching method for Electrodynamics based on the use of an oscilloscope and a function generator in the pursuit of substantive learning and technical deepening of the content. To this end, a Didactic Sequence (DS) was developed and implemented within the Experimental Practices Laboratory (LPL) discipline at a state school belonging to the Alagoas Integral Education Program (pALei), located in the municipality of Arapiraca, Alagoas, with students in the 3rd year A, focusing on the basic concepts of Electrodynamics. Upon completion of the activities, it was found that the use of the oscilloscope, combined with the signal generator, reinforced the physical meaning of the electrical variables analyzed by the students, improving their understanding of the functioning of the photoconductor circuit, while also demonstrating the didactic viability of these instruments in the classroom.

KEY-WORDS: Circuit analysis; Physics teaching; Science education; Electricity and education; Electronic instrumentation.

INTRODUÇÃO

As diferentes formas de tecnologia têm nos dias atuais mudado a forma como a sociedade vem se estruturando, levando à ressignificação de todos os processos dinâmicos que compõem a existência individual e coletiva (Costa Júnior, 2024). Esse panorama vem se firmando a partir das grandes revoluções tecnológicas vivenciadas pela humanidade, especialmente a revolução industrial, com o advento das máquinas e seu contínuo aperfeiçoamento, seguida dos avanços no estudo da eletricidade, este último conduzindo a sociedade rumo a novas formas de comunicação, organização da informação e controle de processos autômatos. Assim, dominar os princípios e as leis fenomenológicas da eletricidade representa importante passo para a compreensão e uso das novas formas de tecnologia dominantes na sociedade contemporânea. Para Siqueira (2025, p. 5):

Neste cenário, faz-se necessário o estabelecimento de estratégias didáticas para a consolidação da aprendizagem, baseadas na autorreflexão, capacitando o estudante a analisar aqueles conceitos e leis que regem os fenômenos elétricos, identificando como estes se apresentam no dia a dia e no desenvolvimento tecnológico.

Esta apropriação do conhecimento começa na escola, onde o estudante é apresentado aos primeiros conceitos e princípios capazes de explicar os fenômenos elétricos e suas relações com a natureza e uso tecnológico. No entanto, esta apresentação vem se caracterizando pela apresentação de problemas clássicos, conceituação superficial e algebrismo, com replicação de aulas experimentais focadas na simples apresentação de fenômenos, com pouca problematização e estímulo à prática. Diante disso, Cunha e Spohr (2024, p. 30) enfatizam que:

Muitos estudantes dos Anos Finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio possuem dificuldades na construção da aprendizagem em Física por limitações na contextualização, principalmente quando os métodos empregados apontam o desenvolvimento do raciocínio matemático, sem conectar os dados numéricos com os fenômenos naturais, limitando o desenvolvimento da compreensão e tornando o ensino abstrato.

Assim, considerando a necessidade do estudante compreender de forma profunda os rudimentos da Eletrodinâmica e seu ferramental algébrico para a compreensão plena de situações reais do seu dia a dia e resolução de problemas, faz-se necessário intervenções didáticas capazes de significar os conteúdos de eletricidade objetivando aproximar o estudante de situações práticas, em que o conhecimento teórico ganha visibilidade em ações coordenadas e tangíveis. Tais situações remetem a construção de circuitos eletrônicos a partir da problematização e uso de ferramental apropriado, tornando o arcabouço teórico substantivo e

interessante para o estudante. Aliada dessa prática, o uso de instrumentos de medição nas aulas de Eletrodinâmica possibilita ao estudante visualizar o comportamento estático ou dinâmico de componentes eletrônicos e circuitos práticos. Esse uso não só desperta a curiosidade do estudante, mas atenua a abstração quando os instrumentos utilizados desvendam o funcionamento de certo sistema eletrônico, fazendo o estudante compreender como as grandezas elétricas se inter-relacionam.

Dessa forma, este artigo, configurado num relato de experiência de natureza narrativa-descritiva, tem por objetivo apresentar os resultados da aplicação de uma Sequência Didática (SD) voltada para o estudo da Eletrodinâmica, na disciplina Laboratório de Práticas Experimentais (LPE), focalizando o uso do multímetro, do osciloscópio e do gerador de sinais para a análise funcional de um circuito fotocondutor, com os 29 estudantes do 3º ano A de uma escola estadual pertencente ao Programa Alagoano de Ensino Integral (pALei), localizada no município de Arapiraca, Alagoas. Considerando os elementos e orientações pedagógicas atinentes ao LPE, a SD elaborada e desenvolvida abarcou a exposição de conteúdos gerais de Eletrodinâmica, com a realização de atividades para a fixação dos conteúdos, atividades dinâmicas e atividades práticas baseadas no uso do multímetro, do osciloscópio e do gerador de sinais como instrumentos auxiliares para a análise funcional de um circuito fotocondutor, previamente construído pelos estudantes.

Este artigo está dividido em cinco seções, iniciando com esta introdução, sendo apresentados seus objetivos e motivações, seguido da seção dois onde é discutida a importância didática do uso de instrumentos de medição eletrônica, justificada sob o prisma da educação científica e das atuais prerrogativas voltadas para o ensino da Física e formação discente. O processo metodológico é discutido na seção três com detalhamento dos instrumentos de coleta de dados utilizados, da estrutura da SD, caracterização dos instrumentos de medição utilizados e do circuito fotocondutor analisado. Os resultados e discussões são apresentados na seção quatro, com foco na aquisição de habilidades, experiências e competências atinentes ao estudo da eletricidade. As principais conclusões são apresentadas na seção cinco, reunindo resultados característicos da prática de ensino conduzida e seus principais benefícios para o aprendizado substantivo dos estudantes.

1. INSTRUMENTAÇÃO ELETRÔNICA E POSSIBILIDADES PEDAGÓGICAS

A eletrônica se vale de instrumentos de medição com o objetivo de monitorar e obter o valor de grandezas elétricas fundamentais para o funcionamento adequado de circuitos e sistemas. Estes instrumentos possuem alcance e aplicabilidade adequada aos seus usos e propósitos, sendo incorporado a estas tecnologias operacionais de extrema precisão. Dentre estes o voltímetro, o amperímetro e o ohmímetro representam os instrumentos mais comuns utilizados nos laboratórios de eletrônica para a determinação da tensão, da corrente e da resistência elétrica em circuitos. O uso de cada um destes instrumentos requer adequada técnica, fornecendo sempre valores fixos em uma escala graduada com ponteiro (instrumentos analógicos) ou num *display* digital, nos equipamentos modernos. No entanto, com a sofisticação e melhorias destes instrumentos, o multímetro logo surgiu ganhando espaço e importância por incorporar múltiplas funções em um único aparelho. De amperímetro, voltímetro e ohmímetro, a capacitômetro, testador de diodos, transistores e medidor de temperatura, este instrumento, consolidou-se na eletrônica como ferramenta padrão nas bancadas de eletrônica.

Diferente do multímetro, muito pouco (ou nunca) usado nas aulas do Ensino Médio como instrumento didático nas aulas de Eletrodinâmica, o osciloscópio é o mais moderno e eficaz instrumento de medição eletrônica presente nas bancadas de laboratórios de eletricidade, na indústria e centros técnicos de manutenção, automação e controle. Sua funcionalidade é ampla e permite a visualização em tempo real dos sinais elétricos presentes num circuito, seja ela DC ou AC. Esse alcance torna o osciloscópio um instrumento diferencial na busca ou mapeamento de anomalias em circuitos eletrônicos, permitindo melhor entendimento e apreciação das características elétricas da quase totalidade dos componentes eletrônicos presentes em vários circuitos, como também experimentos físicos com resposta espectral como enfatiza Magno *et. al* (2004). Mais sofisticado que o multímetro, cujo uso requer noções básicas de utilização, sendo suas funções extremamente dedutíveis, o osciloscópio exige maior compreensão técnica, devido aos seus vários comandos, necessários para o enquadramento preciso dos sinais elétricos associados a um componente ou sistema eletrônico.

Sua aplicabilidade como meio de transposição didática no Ensino Médio requer momento adequado para sua apresentação e manuseio das funções básicas pelo professor, sendo possível para o estudante reconhecê-las rapidamente, uma vez que os modernos osciloscópios digitais trazem em sua tela diversas informações e suas respectivas associações com as teclas e botões do painel de controle, facilitando o manuseio. Destarte, segundo Ziady (2024) em notícia publicada no portal CNN Brasil (2024), com o fortalecimento da indústria metalúrgica,

automotiva e elétrica chinesa, com aumento significativo do volume de produtos desse país em todo o mundo e consequente barateamento dos equipamentos eletrônicos, principalmente motivado pela atual competitividade comercial entre a China e os EUA, os produtos chineses, incluindo fabricantes de osciloscópios, muitos destes portáteis, têm ganhado espaço no mercado mundial, facilitando a aquisição e uso deste equipamento por pesquisadores, técnicos e laboratórios de pesquisa.

Assim, com a aquisição de um osciloscópio digital, em geral de pequenas dimensões e boa portabilidade, como destacam Mendes, Martin e Barbosa (2008) (portátil ou de bancada) o professor tem a possibilidade de apresentar para os estudantes a real forma de onda de um sinal elétrico dependente do tempo, facilitando a compreensão dos fenômenos e funcionalidades do circuito analisado, uma vez que o comportamento temporal destes sinais estão diretamente relacionados com os elementos construtivos e funcionais do circuito. Além disso, sendo possível a visualização de funções trigonométricas do tipo *seno* ou *coseno* na tela do osciloscópio, através do uso de um gerador de sinais (geralmente presente na maioria dos modelos osciloscópios digitais atualmente comercializados) integrado ao osciloscópio, o professor pode explorar as diferentes propriedades matemáticas dessas funções, explicando seu comportamento periódico, deslocamento, fase, amplitude, como também parâmetros físicos como a frequência e o período. Assim, o osciloscópio torna não apenas possível a visualização da forma de onda desses sinais, como também a realização de atividades experimentais instigadoras baseadas na análise de circuitos em que os sinais de entrada (*input*) e saída (*output*) em um circuito ou componente são monitorados e estudados a partir da mudança nos valores e no tipo de sinal (forma de onda) de entrada, permitindo observar a resposta do circuito e/ou componente escolhido.

No entanto, sendo inacessível a utilização de um osciloscópio digital convencional, é possível realizar a construção de interfaces semelhantes com *kits* Arduino de baixo custo, estas, desempenhando boa parte das funções presentes em um equipamento físico. Cardoso, Silva e Segundo (2017, p. 189) demonstram esta possibilidade com o uso de poucos materiais, sendo sua montagem e utilização adequadas para fins didáticos, o que segundo os autores, “*pode ser uma alternativa viável para análise de sinais, no qual os estudantes podem verificar circuitos simples*”. De maneira alternativa, Faria, Ribeiro e Gontijo (2020, p. 132) discutem a possibilidade de implementação de um gerador de sinais virtual utilizando o software LabVIEW, o que para os autores, “permite aos professores e alunos maior praticidade e flexibilidade em aulas práticas, já que é bem mais compacta e permite a implementação de diversos instrumentos em um único ambiente”. Semelhantemente, Ferreira, Lins e Cavalcanti

(2008) apresentam um osciloscópio desenvolvido também no software *LabVIEW*, com grande potencial de uso e adequação didática.

O uso de softwares e ferramentas virtuais representam uma alternativa para os diferentes contextos de ensino em que a aquisição de equipamentos se mostra custosa ou inviável, sendo importante para o professor analisar a viabilidade de cada possibilidade e como estas podem incorrer em benefícios para sua prática docente. Ademais, o uso de ferramentas digitais no estudo da eletricidade converge para os atuais princípios da educação científica, priorizando o letramento digital e o uso racional da tecnologia. Nesse aspecto, Siqueira (2023b) defende que o *“letramento na sua forma digital deve ser seguido por habilidades que proporcionem a imersão do sujeito no universo digital, permitindo o aprendizado através das ferramentas virtuais”*, permitindo inferir que o aprendizado em ciências mediado por interfaces digitais depende deste letramento em especial.

2. METODOLOGIA

Esta pesquisa se configura num relato de experiência com abordagem qualitativa-descritiva, em que a narrativa do pesquisador se soma à análise dos dados inerentes à prática de ensino, constituindo meio sistêmico para a observação analítica do processo de ensino e aprendizagem. Foi realizada durante as atividades de ensino do componente diversificado LPE, presente no itinerário formativo do pALei, em vigor no estado de Alagoas. Destacamos que este relato de experiência observou os princípios éticos da pesquisa educacional, sendo preservadas as imagens dos estudantes e suas identidades, ao mesmo tempo que os dados reunidos restringem-se unicamente à pesquisa científica. Nesse sentido, houve momento de conscientização junto à escola *lócus* e aos estudantes, estando todos de acordo com as finalidades deste relato. As atividades pedagógicas do LPE são normatizadas por instrução originada em material pedagógico formulado pela Gerência de Fortalecimento da Educação Integral e Complementar do Ensino Médio (GEFETI) da Secretaria de Estado da Educação de Alagoas (SEDUC-AL). Nesse sentido, o documento define que o LPE e outros laboratórios do programa priorizem:

[...] que os estudantes investiguem, reflitam, proponham e ressignifiquem conhecimentos, promovendo a interação direta com saberes científicos conectados ao cotidiano, permitindo assim que os estudantes reflitam sobre o que é popularmente dissolvido no senso comum (Alagoas, 2025, p. 5).

Dessa forma, destacamos que a SD elaborada e aplicada no LPE junto aos estudantes do 3º ano A da escola *lôcus* da prática de ensino, decorre de tal instrução, sendo sua organização e conteúdo de caráter autoral, produzida pelo próprio professor-pesquisador. A SD desenvolvida, foi dividida em quatro momentos: o primeiro (a) priorizando a temática central de discussão de cada aula, (b) seu desenvolvimento em sala, (c) as atividades de fixação realizadas e (d) os critérios avaliativos associados a cada atividade proposta. Como atividades de fixação dos conteúdos foram solicitados pequenos questionários, a produção de textos, a resolução de problemas e a produção de HQs (histórias em quadrinho), estimulando a diversidade avaliativa do processo. O Quadro 1 apresenta a SD desenvolvida e aplicada durante o 3º bimestre letivo de 2025, com carga horária total de 20h.

Quadro 1: Sequência didática desenvolvida com os estudantes do LPE.

Tema de discussão/carga horária	Desenvolvimento	Atividades de fixação do aprendizado	Aspectos avaliativos
Escolha do tema pelos estudantes considerando o documento norteador do LPE. Duas horas/aula	Debate em que os estudantes são apresentados aos possíveis temas de estudo, ponderando sua importância e viabilidade ao longo do bimestre letivo.	Votação sobre o tema, sendo escolhida a temática: <i>“Desenvolvimento da ciência e tecnologia”</i> .	Observação e análise socio interacional dos estudantes quanto à escolha do tema e estímulo ao dialogismo.
Importância da eletricidade para a humanidade e seus aspectos desenvolvimentistas. Duas horas/aula	A partir da apresentação histórica e aspectos fenomenológicos da eletricidade, os estudantes foram levados a descrever o percurso científico e tecnológico da eletricidade até o final do século XIX, contrapondo cenários, disputas, desafios e posicionamentos dos principais estudiosos deste período, permitindo reconhecer como o conhecimento acerca dos fenômenos elétricos foi construído.	Produção em dupla de uma HQ contemplando um cenário histórico, personalidades científicas e um fenômeno elétrico importante naquele cenário.	Análise das HQs produzidas buscando verificar pontos de coerência com a temática estudada, criatividade e congruência com os parâmetros de produção.
Revisão sobre medidas elétricas e instrumentos básicos de medição (amperímetro, voltímetro e multímetro). Duas horas/aula	A partir dos conhecimentos prévios dos estudantes acerca dos instrumentos básicos de medição advindos da disciplina de Física, esses foram reestudados de forma aprofundada, incluindo o multímetro como possibilidade prática, reunindo diversos instrumentos de medição em apenas um único aparelho. Ao mesmo tempo,	Em duplas, os estudantes foram orientados a resolver quatro problemas envolvendo o uso de aparelhos de medição, especialmente o amperímetro e o voltímetro, identificando o valor de grandezas elétricas em circuitos com múltiplas malhas.	Assertividade quanto a resolução das questões, organização, compreensão adequada do funcionamento dos aparelhos de medição elétrica considerados, nível de diálogo entre as

	foram apresentados problemas técnicos em que o uso adequado do multímetro se mostra importante.		duplas formadas e participação.
Seminário de estudos e debates. Duas horas/aula	Objetivando consolidar os conhecimentos sobre eletricidade adquiridos na disciplina de Física, os estudantes foram divididos em grupos de 4 ou 5 integrantes para apresentação, debate e resolução de problemas acerca de um tema específico sobre eletricidade. <i>Grupo 1 - Osciloscópio e gerador de funções/sinais: importância e utilização.</i> <i>Grupo 2 - Capacitores e aplicabilidade.</i>	Os grupos 1 e 2 apresentaram suas temáticas de estudo, desenvolvendo postura didática, organização, diálogo e resolução de questões junto ao coletivo da sala de aula.	Análise dos pontos avaliativos considerados: clareza, postura, apresentação organizada das ideias, domínio teórico e matemático dos temas apresentados e interatividade.
Idem à coluna acima. Duas horas/aula	Sequência das apresentações do seminário de estudos contemplando os grupos 3 e 4. <i>Grupo 3 - Multímetro: características e utilização.</i> <i>Grupo 4 - Diodos semicondutores e aplicabilidade.</i>	Os grupos 3 e 4 apresentaram suas temáticas de estudo, desenvolvendo postura didática, organização, diálogo e resolução de questões junto ao coletivo da sala de aula.	Análise dos pontos avaliativos considerados: clareza, postura, apresentação organizada das ideias, domínio teórico e matemático dos temas apresentados e interatividade.
Idem à coluna acima. Duas horas/aula	Sequência das apresentações do seminário de estudos contemplando os grupos 5 e 6. <i>Grupo 5 - Resistores e aplicabilidade.</i> <i>Grupo 6 - Fotocondutividade e aplicações.</i>	Os grupos 5 e 6 apresentaram suas temáticas de estudo, desenvolvendo postura didática, organização, diálogo e resolução de questões junto ao coletivo da sala de aula.	Análise dos pontos avaliativos considerados: clareza, postura, apresentação organizada das ideias, domínio teórico e matemático dos temas apresentados e interatividade.
Atividade prática em grupo. Duas horas/aula	Com o objetivo de consolidar o aprendizado conceitual dos estudantes acerca do uso de instrumentos de medição elétrica e análise de circuitos, estes foram organizados em grupos com o objetivo de analisar um pequeno circuito fotocondutivo, criado por eles mesmos ao longo do ano letivo, utilizando para isso um	Os grupos 1 e 2 organizados no seminário de estudos e debates, analisaram o funcionamento de um circuito fotocondutivo sob diferentes regimes de funcionamento (tensão/sinal de alimentação senoidal), do circuito, considerando as perguntas específicas	Análise dos pontos avaliativos considerados: utilização adequada dos instrumentos de medida, domínio teórico e matemático dos problemas e capacidade de solucionar problemas eventuais.

	gerador de sinais/função e um osciloscópio digital.	presentes na atividade de cada grupo.	
Idem à coluna acima. Duas horas/aula	Participação dos grupos 3 e 4 na atividade prática com acompanhamento pelo professor.	Os grupos 3 e 4 organizados no seminário de estudos e debates, analisaram o funcionamento de um circuito fotocondutivo sob diferentes regimes de funcionamento (tensão/sinal de alimentação tipo onda quadrada), do circuito, considerando as perguntas específicas presentes na atividade de cada grupo.	Análise dos pontos avaliativos considerados: utilização adequada dos instrumentos de medida, domínio teórico e matemático dos problemas e capacidade de solucionar problemas eventuais.
Idem à coluna acima. Duas horas/aula	Participação dos grupos 5 e 6 na atividade prática com acompanhamento pelo professor.	Os grupos 5 e 6 organizados no seminário de estudos e debates, analisaram o funcionamento de um circuito fotocondutivo sob diferentes regimes de funcionamento (tensão/sinal de alimentação tipo onda dente de serra), do circuito, considerando as perguntas específicas presentes na atividade de cada grupo.	Análise dos pontos avaliativos considerados: utilização adequada dos instrumentos de medida, domínio teórico e matemático dos problemas e capacidade de solucionar problemas eventuais.
Avaliação da aprendizagem com trabalho em dupla. Duas horas/aula	Os estudantes foram organizados em duplas objetivando a realização de uma atividade de integralização da aprendizagem.	Buscando mapear o aprendizado dos estudantes diante das diferentes etapas da sequência didática aplicada, foi realizado um trabalho em dupla, em que aspectos funcionais específicos do osciloscópio e do gerador de sinais eram considerados em um problema envolvendo um circuito resistivo.	Participação ativa dos estudantes, colaboração entre pares na resolução do problema, domínio conceitual, assertividade e engajamento.

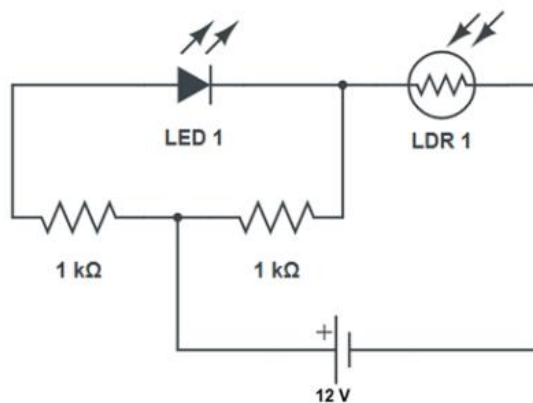
Fonte: Autor (2025)

Com o objetivo de dimensionar o aproveitamento dos estudantes durante as atividades do LPE, foram propostos três momentos avaliativos. O primeiro, baseado na assertividade e congruência das atividades de fixação da aprendizagem realizadas pelos estudantes nas aulas, para o qual foi atribuída a nota individual N_1 , onde ($0 \leq N_1 \leq 10,0$), sendo N_1 a média aritmética da soma das notas alcançadas pelo estudante em todas as atividades de fixação realizadas. O segundo momento considerou o desempenho dos estudantes, organizados em grupos de 4 a 5

integrantes, durante a ministração de um seminário de estudos e debates, no qual os estudantes discutiram tópicos e temas sobre eletricidade (vide Quadro 1 segunda coluna), sendo considerados os seguintes critérios avaliativos nesta etapa: (a) clareza, (b) postura, (c) apresentação organizada das ideias, (d) domínio teórico e matemático dos temas apresentados e (e) interatividade. Para este seminário foi atribuída a nota N_2 , para cada grupo ministrante, onde $(0 \leq N_2 \leq 10,0)$.

O processo avaliativo foi concluído com a realização de atividades personalizadas, com os grupos anteriormente organizados, contemplando o uso do multímetro, do osciloscópio e do gerador de sinais como meio de realização da atividade, contemplando os seguintes critérios de desempenho: (a) utilização adequada dos instrumentos de medida, (b) domínio teórico e matemático dos problemas, (c) capacidade de solucionar problemas eventuais, (d) colaboração entre pares e (e) uso racional do tempo. Nessa etapa foram utilizados um multímetro Hikari HM-2023, um osciloscópio FNIRSI-1014D, um gerador de sinais Minipa MFG-4201A, uma fonte de tensão variável YAXUN PYI-1502DD+ e um circuito fotocondutor produzido pelos estudantes em momento anterior à prática relatada neste trabalho. O circuito é apresentado na Figura 1.

Figura 1: Circuito fotocondutor produzido pelos estudantes ao longo das atividades do LPE.



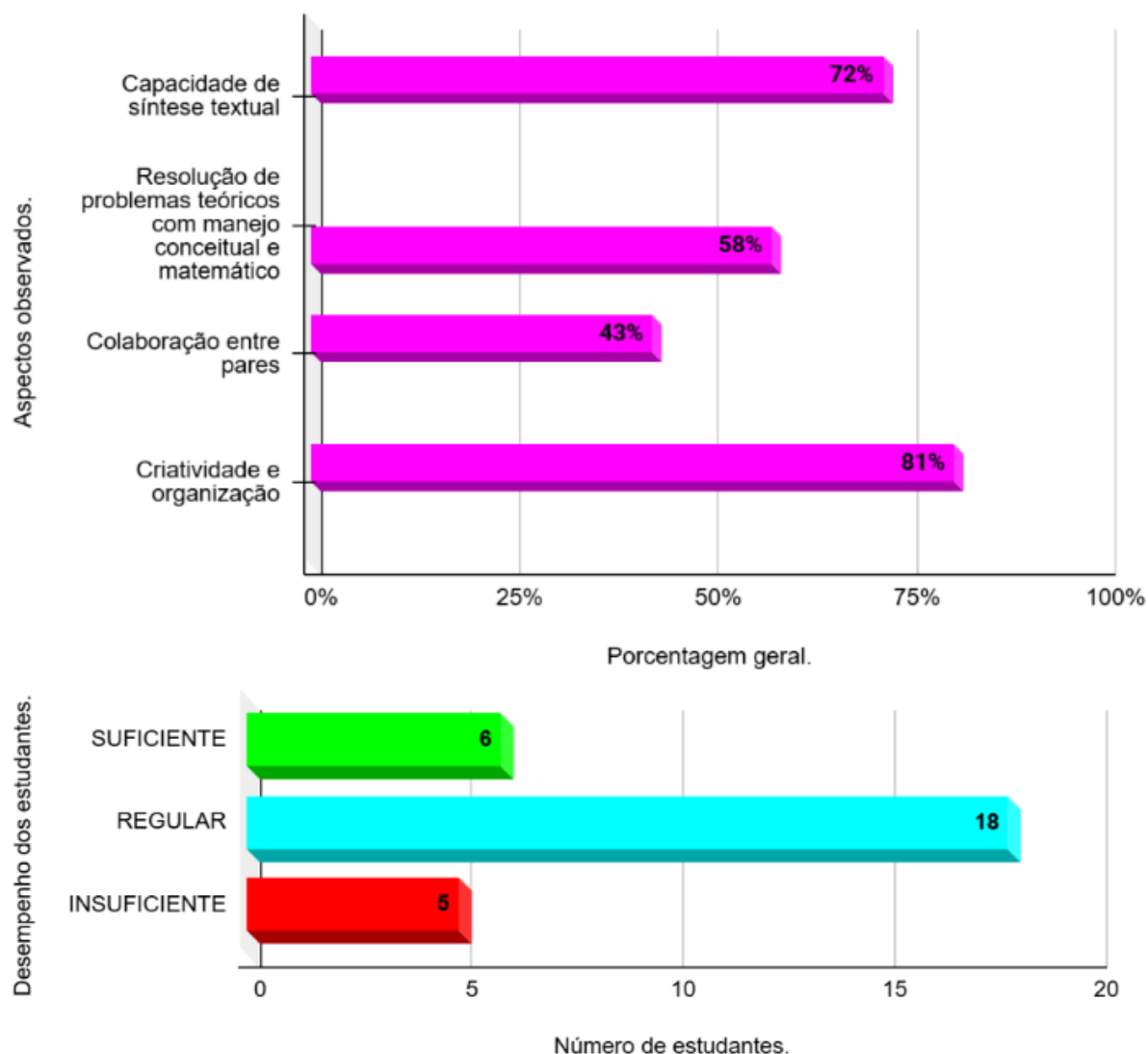
Fonte: Autor (2025).

Para este momento foi atribuída a nota N_3 , para cada grupo participante, onde $(0 \leq N_3 \leq 10,0)$. Para o desempenho global/individual do estudante, foi atribuída a nota $N_G = (\sum_{i=1}^3 N_i)/3$, onde $(0 \leq N_G \leq 10,0)$. Para as notas N_1 , N_2 , N_3 e N_G , foram atribuídos os intervalos de desempenho (a) insuficiente para $(0 \leq [N_1, N_2, N_3, N_G] \leq 4,9)$, (b) regular para $(5,0 \leq [N_1, N_2, N_3, N_G] \leq 7,9)$ e (c) suficiente para $(8,0 \leq [N_1, N_2, N_3, N_G] \leq 10,0)$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O desenvolvimento das aulas planejadas na SD contemplou atividades de fixação da aprendizagem, voltadas principalmente para a compreensão de conceitos e aspectos gerais dos temas e conteúdos abordados. Priorizou-se a diversidade dessas atividades, cada qual buscando o estímulo de habilidades e competências (capacidade de síntese textual, resolução de problemas teóricos com manejo conceitual e matemático, colaboração entre pares, criatividade e organização) pelos estudantes. De forma geral, todos os estudantes demonstram tais capacidades, sendo a capacidade de síntese textual e a criatividade e organização as mais acentuadas. Com relação à resolução de problemas teóricos, os estudantes demonstraram razoável domínio das leis e princípios da eletricidade, com boa compreensão conceitual e manipulação algébrica coerentes. No entanto, poucos estudantes foram capazes de colaborar de forma adequada com seus pares quando da realização de atividades em dupla, sendo recorrente situações em que um estudante desempenhava mais atribuições que o outro, levando a momentos de ajustes e orientações acerca de tal conduta. Os Gráficos 1 concentra a distribuição das habilidades e competências demonstradas pelos estudantes nesta fase.

Gráficos 1a e 1b: a) (em primeiro) Habilidades e competências demonstradas pelos estudantes durante a realização das atividades de fixação dos conteúdos. b) (em segundo) notas N_i alcançadas pelos estudantes, sendo observado predomínio do desempenho regular, ou seja, $5,0 \leq [N_i] \leq 7,9$.



Fonte: Autor (2025)

Os seminários de estudos e debates consistiram em momentos em que os estudantes, de maneira autônoma e protagonista, apresentaram e discutiram temas importantes do conteúdo de Eletrodinâmica delimitados na SD, objetivando: (a) consolidação de conceitos, (b) dirimir dúvidas dos outros estudantes por meio de um ambiente de proximidade entre pares, (c) discutir novos temas, subsidiando conhecimentos para as etapas subsequentes da proposta de ensino. Nesse sentido, os estudantes foram divididos em grupos, cada qual incumbido de apresentar um tema em específico. Iniciando esta etapa das atividades, o grupo 1 composto por cinco integrantes, trouxe o tema: *Osciloscópio e gerador de funções/sinais: importância e utilização*. A figura 2 destaca a apresentação do grupo, marcada pela organização e didaticidade.

Figura 2: Grupos 1 (à esquerda) e 2 (à direita) apresentando seus temas de discussão.



Fonte: Autor (2025).

A apresentação contou com o uso de recursos multimídia, em que o osciloscópio e o gerador de sinais foram exaustivamente conceituados de forma técnica, com especial atenção para suas aplicações e características. O grupo também demonstrou excelente domínio teórico acerca do funcionamento dos equipamentos, ao mesmo tempo apresentando exercícios e problemas de fixação diretamente relacionados com a aplicabilidade dos equipamentos, permitindo inter-relacionar conteúdos de séries anteriores, principalmente voltados para o estudo das funções e ondas. Vale destacar o predomínio da exposição unidirecional do grupo, com baixa interação com seus pares presentes na sala. O grupo 2, também representado na figura 2, composto por quatro integrantes, foi responsável pela discussão do tema: *Capacitores e aplicabilidade*.

Semelhantemente ao grupo 1, o grupo 2 se valeu de recursos multimídia para apresentar de maneira precisa os diferentes tipos de capacitores e seu funcionamento, permitindo visualizar de forma clara, como as cargas elétricas são armazenadas em suas placas, distinguindo, seus diferentes formatos, materiais e dielétricos, facilitando a compreensão acerca da influência desses fatores nas suas aplicações. O grupo 2 trouxe dois problemas, o primeiro voltado para o cálculo da capacitância equivalente de um circuito e o segundo envolvendo o cálculo da energia armazenada nessa mesma associação. O grupo demonstrou razoável manejo conceitual, paralelamente ao emprego correto do ferramental matemático, com eventuais momentos de dúvidas e imprecisões rapidamente dirimidos pelos próprios integrantes do grupo. A apresentação também foi marcada pelo unidirecionalismo, com baixa interação com os outros estudantes que acompanhavam a apresentação. De forma geral, o grupo 2 exibiu razoável organização, didaticidade e distribuição adequada do tempo entre seus integrantes, permitindo a discussão ampla dos principais pontos inerentes ao tema explorado. Os grupos 3 e 4,

destacados na figura 3, com o primeiro composto por cinco integrantes, foi responsável pelo tema *Multímetro: características e utilização*, teve sua apresentação marcada pelo uso de recursos multimídia e resgate dos conteúdos de Eletrodinâmica da disciplina de Física, conceituando de forma precisa o multímetro e suas aplicações técnicas.

Figura 3: Grupos 3 (à esquerda) e 4 (à direita) apresentando seus temas de discussão.

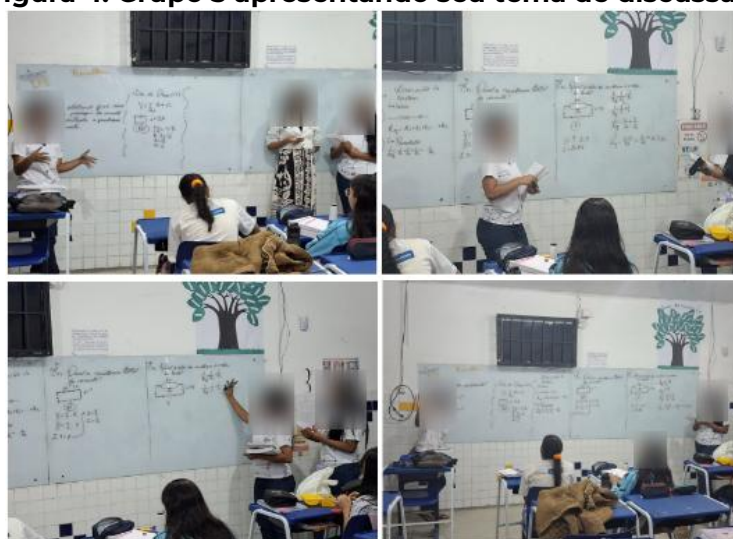


Fonte: Autor (2025).

Durante a apresentação do tema, o grupo 3 focalizou as várias funções do equipamento, formas corretas de utilização e cuidados durante o uso, principalmente quando da medição de sinais DC ou AC. Também foram discutidas as principais vantagens e desvantagens dos equipamentos analógicos e digitais, com especial atenção para o erro de paralaxe, característico dos equipamentos analógicos, sendo importante para o operador estar posicionado de maneira correta diante do mostrador do equipamento para evitá-lo. O grupo 3 também desenvolveu dois problemas voltados para o uso do multímetro, no qual era necessário medir a corrente e a tensão em determinados trechos de um circuito resistivo previamente descrito, sendo possível enfatizar o uso adequado do instrumento e o resgate dos conteúdos de Eletrodinâmica oriundos aulas de Física. Além disso, os integrantes do grupo trouxeram um multímetro para a visualização e uso pelos outros estudantes. Ao final da apresentação, o grupo desenvolveu uma atividade interativa com o restante da sala, objetivando recapitular as ideias e conceitos trabalhados durante o momento da apresentação, reforçando a dinamicidade e didaticidade do grupo. De forma geral, o grupo 3 interagiu fortemente com a sala de aula, conseguindo direcionar a atenção dos seus pares para o tema em discussão de maneira adequada e estratégica. Desenvolvendo tema singular para o Ensino Médio, o grupo 4 discutiu sobre: *Diodos semicondutores e aplicabilidade*. O grupo explorou de maneira organizada os recursos multimídia disponíveis, melhorando a compreensão acerca das características e usos tecnológicos do diodo.

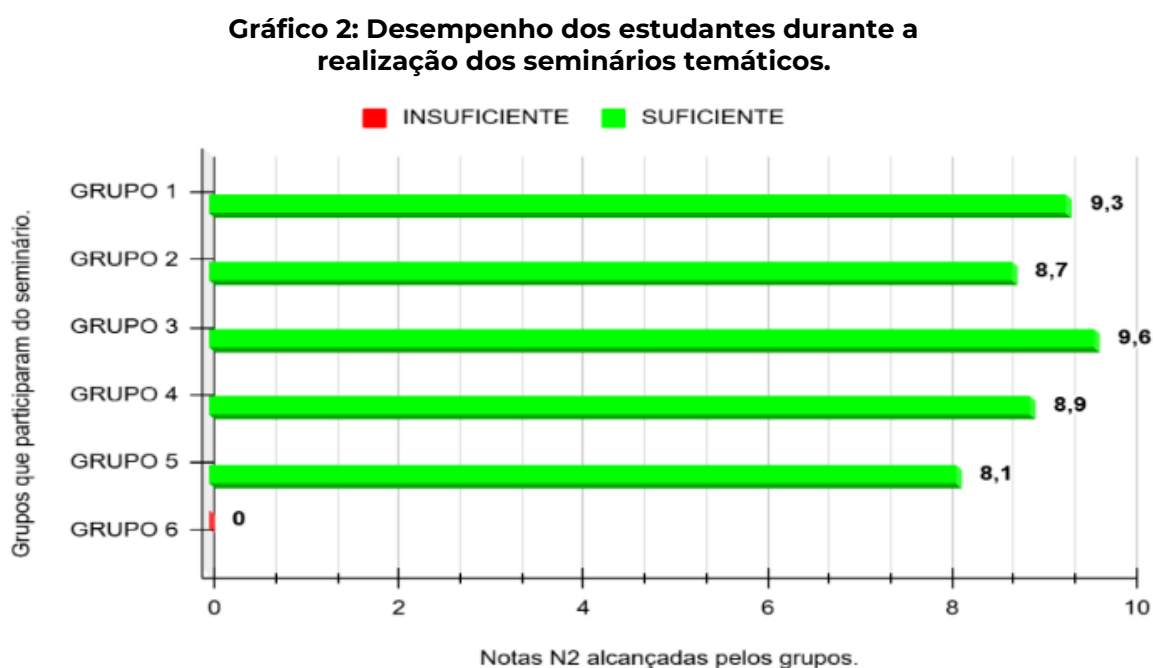
Mesmo diante da complexidade do tema, o grupo 4 foi capaz de conceituar assertivamente o que são diodos e suas diferenças quando comparados a outros componentes eletrônicos, com destaque para sua composição química, dopagem e mecanismos de condução elétrica. O grupo 4 demonstrou boa organização e divisão equalizada do tempo de apresentação entre seus integrantes, sendo capaz de explicar importantes aplicações do diodo como a retificação da corrente AC para DC. Como forma de consolidação das ideias apresentadas, o grupo solucionou dois problemas práticos. No primeiro problema, buscava-se determinar a tensão de operação do diodo na iminência da condução, quando diretamente polarizado. Neste problema, o grupo utilizou vastos conceitos já explorados nos conteúdos de Eletrodinâmica na disciplina de Física e algebrismo adequado. O segundo problema, mais complexo, buscou encontrar o valor da tensão de saída de uma ponte retificadora de onda completa, conhecendo-se o valor da tensão de pico no secundário de um transformador diretamente ligado à ponte. Este problema, de caráter técnico, exigiu a aplicação direta de fórmulas, com pouca interpretação física, constituindo-se num problema excessivamente numérico. O grupo demonstrou pouca interação com seus pares durante a apresentação, apesar da boa didaticidade e clareza na exposição das ideias. Desenvolvendo tema já conhecido por seus quatro integrantes. O grupo 5, representado na figura 4, revisitou o estudo dos resistores, discutindo: *Resistores e aplicabilidade*. O grupo não utilizou qualquer recurso multimídia, limitando-se ao uso do quadro, com boa didaticidade e organização das ideias centrais do tema.

Figura 4: Grupo 5 apresentando seu tema de discussão.



Fonte: Autor (2025)

De forma geral, o grupo demonstrou razoável domínio dos conceitos e relações matemáticas necessárias para a caracterização dos circuitos resistivos, solucionando adequadamente dois problemas em que a resistência equivalente de uma rede resistiva mista era solicitada, ao passo que no segundo problema, as correntes em seus diversos ramos deviam ser calculadas. Marcada pela unidirecionalidade, a apresentação do grupo incorreu momentos de nervosismo por parte de um dos integrantes, o qual não soube administrar emocionalmente sua postura diante dos estudantes que apreciavam o seminário. Isso prejudicou a resolução dos problemas, gerando lacunas na organização didática. De forma geral, o grupo demonstrou resiliência e continuidade, mesmo diante das eventualidades ocorridas, concluindo a apresentação de maneira adequada e dentro do tempo estipulado. É importante frisar que, sendo a temática discutida pelo grupo 5 já conhecida pelos estudantes, oportunizou-se nesse momento uma revisão deste conteúdo, buscando a melhoria e o aprendizado dos participantes, dada a necessidade de conhecerem adequadamente os rudimentos funcionais destes circuitos, os quais formam a base do estudo da eletricidade. O grupo 6, incumbido do tema *Fotocondutividade e aplicações*, formado por quatro integrantes, optou por não participar dos seminários de estudos e debates. O Gráfico 2 reúne as notas N_2 obtidas pelos grupos ao final dos seminários. Para a determinação destas notas, foram considerados os critérios avaliativos presentes na SD (vide Quadro 1).

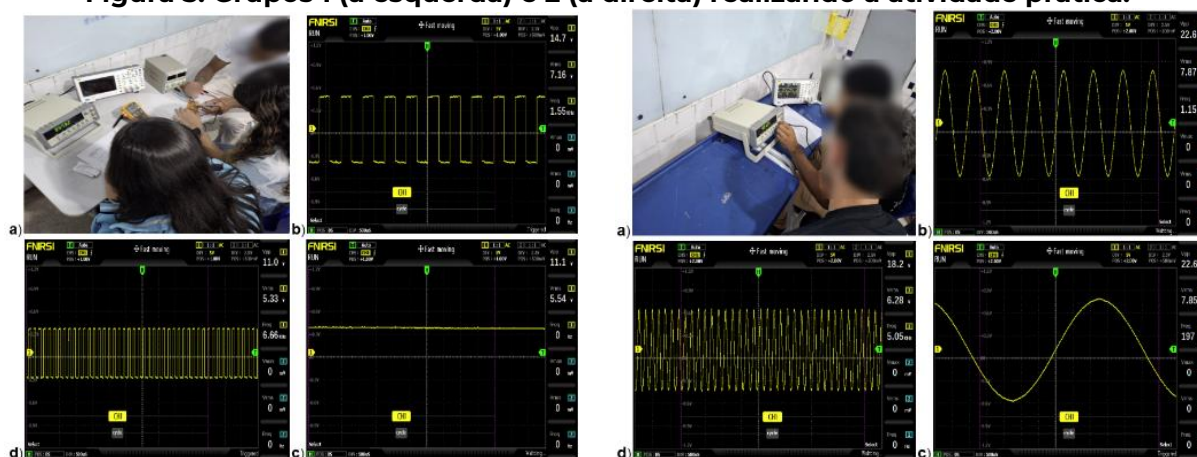


Fonte: Autor (2025)

Observando o gráfico, percebe-se que a quase totalidade dos grupos apresentou desempenho suficiente, ou seja, $(8,0 \leq [N_2] \leq 10,0)$, permitindo inferir que os estudantes possuem conhecimentos, habilidades e competências para o desenvolvimento de atividades baseadas no uso de instrumentos de medição. Apreende-se tal resultado como consequência das várias atividades de fixação realizadas antes dos seminários, permitindo explorar dúvidas, consolidar aprendizados e aprofundar conceitos. Concluídos os seminários, as atividades práticas de análise do circuito fotocondutor da figura 1, com os instrumentos de medição foram iniciadas. O grupo 1 realizou a atividade de forma organizada atentando para as perguntas e orientações da atividade, a qual solicitava, com o uso do multímetro, a medida do valor da tensão de entrada do circuito, em seguida o valor da resistência elétrica do LDR quando do pleno funcionamento do circuito. Durante as medições o grupo esboçou dificuldades no manuseio do multímetro, principalmente diante das teclas e nomenclaturas dos comandos, situação rapidamente mitigada pela orientação do professor-pesquisador.

Ambas as medições foram realizadas assertivamente, ao mesmo tempo que, quando indagados acerca do baixo valor da resistência do LDR quando do circuito acionado, discorreram corretamente acerca da variação dessa resistência quando o componente sofre com a incidência de luz, reduzindo significativamente sua resistência elétrica. De forma imediata, quando perguntados acerca do valor da resistência do LDR quando protegido da luz, os estudantes previram um valor elevado, capaz de bloquear a corrente no LED, hipótese confirmada após a medição do valor da resistência do LDR nessas condições.

Figura 5: Grupos 1 (à esquerda) e 2 (à direita) realizando a atividade prática.



Fonte: Autor (2025).

Semelhantemente, determinaram de forma correta o valor da tensão entre os terminais do LED durante o funcionamento do circuito, demonstrando progressivo domínio das funções e técnicas de medições com o aparelho. Na sequência da atividade, o grupo foi solicitado a

conectar a saída principal do gerador de sinais no canal X (canal 1) do osciloscópio, sendo necessária a escolha e conexão correta de um cabo apropriado. Ao realizarem este passo, foram perguntados acerca das características do sinal que surgia na tela do osciloscópio. Neste caso, os estudantes visualizaram um perfil de onda quadrada com frequência de 1,55 kHz, com tensão pico a pico equivalente a 14,7V e valor médio 7,16V. Este sinal foi pré-configurado para a respectiva atividade, diferindo para cada um dos grupos. Os integrantes do grupo conseguiram calcular de forma correta o período do sinal exibido, quando fixada a frequência de 6,6 kHz, recordando que período e frequência são grandezas inversamente proporcionais. Quando perguntados acerca das características do sinal observado, conseguiram inferir corretamente que sua amplitude permanece constante, ao passo que seu comprimento de onda diminui. Finalizando a atividade, os integrantes do grupo foram orientados a ligar, simultaneamente, o circuito fotocondutor ao gerador de sinais e ao osciloscópio através de um cabo especialmente confeccionado para tal, sendo indagados acerca do comportamento do LED quando o circuito é alimentado por um sinal senoidal de intensidade aproximadamente igual a 11,1V, sendo a frequência do sinal variada num intervalo multiplicativo de 10 kHz a 100 kHz.

Ao responder esta pergunta, os estudantes conseguiram visualizar o LED piscando na mesma frequência do gerador, porém com o sinal observado na tela do osciloscópio se confundindo com o traço contínuo. Isso se deve ao pouco domínio das funções avançadas do osciloscópio pelos integrantes do grupo, como também pela alta frequência do sinal. De modo geral, o grupo apresentou boa desenvoltura durante a realização da atividade, buscando seguir de forma correta as orientações dadas, obter resultados coerentes e manipular os instrumentos de maneira adequada. Evidenciou-se dificuldades, principalmente durante os primeiros contatos com os instrumentos, seus comandos e interpretações acerca dos sinais obtidos. O grupo apresentou facilidade quanto ao manejo matemático e uso do multímetro, após orientações breves. A partir do observado, é possível inferir que o grupo foi capaz de utilizar os instrumentos de maneira autônoma, sendo capaz de recorrer a conhecimentos prévios para a determinação de características e comportamentos específicos dos sinais representados na tela do osciloscópio. É importante destacar que o grupo realizou a atividade em tempo hábil, organizando suas ações com o objetivo de solucionar todas as perguntas propostas com constante interatividade entre seus integrantes.

O grupo 2 também foi capaz de utilizar o multímetro, com alguns episódios de dúvidas relacionados ao manuseio do equipamento, rapidamente suprimidos pelas explicações do professor-pesquisador. Quando perguntados acerca do valor da resistência do LED, quando em operação, o grupo apresentou dificuldade na escolha da faixa (*range*) adequada para a medição,

momento em que decidiram usar aquela que fosse proporcional ao tamanho e funcionalidade do LED, obtendo a medida correta desse valor. Também foram capazes de medir a resistência do LDR quando exposto e quando protegido da luz, explicando assertivamente a dependência desse valor com a intensidade luminosa da sala de aula. Quando solicitados a medir a tensão no LED durante o funcionamento do circuito, foi observado certa dificuldade na medição, principalmente pela instabilidade na fixação das pontas de prova no multímetro nos terminais do LED, produzindo variações no valor a ser medido. Esta eventualidade foi superada diante das orientações do professor-pesquisador. Diante do uso do gerador de funções e do osciloscópio, o grupo conseguiu rapidamente interconectar os aparelhos e caracterizar satisfatoriamente um sinal senoidal pré-configurado pelo professor-pesquisador.

Quando perguntado acerca do valor da velocidade do sinal inicialmente configurado, o grupo foi capaz de recordar alguns rudimentos básicos da cinemática ondulatória, destacando que $v = \lambda f$, em que λ corresponde ao comprimento de onda do sinal visualizado na tela do osciloscópio (facilmente medido) e f a frequência do sinal. Assim, observando as divisões do eixo horizontal e medindo a distância entre duas cristas consecutivas do sinal, foram capazes de determinar o comprimento de onda e por conseguinte sua velocidade, visualizando que nesse momento $f = 1,15$ kHz. Indagados sobre as possíveis mudanças observáveis no sinal quando variando-se uniformemente o valor da frequência, os estudantes destacaram a diminuição do valor do comprimento de onda com preservação no valor da amplitude. Na sequência, os estudantes foram orientados a ligar de forma simultânea o circuito fotocondutor ao gerador de sinais e ao osciloscópio. Realizada a ligação, os estudantes foram instruídos a retornar ao sinal padrão do início da atividade, variando o sinal num intervalo multiplicativo de 10 kHz a 100 kHz. Diferentemente do grupo 1, os integrantes do grupo 2 conseguiram estabilizar o sinal observado para 7,87 kHz, produzindo sinais pulsados no LED, visíveis, de acordo com os comandos configurados no gerador.

O grupo foi capaz de analisar de maneira adequada o funcionamento do circuito nessas condições, explicando corretamente como os parâmetros intervenientes presentes em seu funcionamento podem ser controlados pelos equipamentos, como também a influência do LDR no acendimento do LED, proporcionando uma análise dinâmica completa do comportamento desses componentes. De modo geral, o grupo apresentou bom domínio conceitual acerca das características dos sinais analisados durante a atividade e administração adequada do tempo de execução da atividade, como também boa desenvoltura e manejo dos equipamentos, com pontuais momentos de dúvida e insegurança, rapidamente mitigados pelo professor-pesquisador.

Figura 6: Grupos 3 (à esquerda) e 4 (à direita) realizando a atividade prática.



Fonte: Autor (2025).

Prosseguindo com as atividades práticas, o grupo 3 demonstrou grande facilidade na utilização do multímetro, sendo capaz de determinar rapidamente quais escalas e grandezas utilizar na medição da tensão de entrada do circuito fotocondutor, da resistência do LDR com e sem incidência de luz e da tensão no LED durante seu funcionamento. Na oportunidade, explicaram de forma correta como o LDR atuava no controle da corrente elétrica que percorre o LED durante o funcionamento do circuito. De forma rápida e autônoma, foram capazes de conectar o gerador de sinais ao osciloscópio, caracterizando o sinal padrão da atividade. Assim, o grupo descreveu assertivamente um sinal do tipo dente de serra, com frequência igual a 1,02 kHz, com tensão pico a pico equivalente a 15,2V e valor médio 4,43V. Solicitados a determinar o período do sinal padrão observado, semelhantemente ao grupo 2, foram capazes de resgatar de forma objetiva a relação $f = 1/T$, calculando de forma correta o tempo gasto pelo sinal para uma oscilação completa. Com estes dados, e analisando as características do sinal na tela do osciloscópio, também foram capazes de calcular a velocidade do sinal analisado, semelhante ao grupo 2.

Ao conectar o circuito fotocondutor simultaneamente ao gerador de sinal e ao osciloscópio, mudando progressiva a frequência do sinal de entrada no intervalo multiplicativo de 10 kHz a 100 kHz, o grupo conseguiu visualizar mudanças na luminosidade do LED, o qual acompanhava a frequência do sinal de entrada. Nesta etapa da atividade, semelhante ao grupo 1, devido à pouca experiência e manejo das funções e ajustes específicos dos equipamentos, o grupo não conseguiu estabilizar o sinal nessa etapa da atividade, gerando uma distorção do sinal na faixa de variação considerada. Quando solicitados a variar a frequência do sinal padrão, também concluíram corretamente que o comprimento de onda do sinal diminui à medida que a frequência aumenta, permanecendo a amplitude constante durante a variação. De modo geral, o grupo conseguiu resgatar ideias e conceitos de séries anteriores, ao mesmo tempo consolidar

o aprendizado do seu próprio tema de apresentação no seminário de estudos e debates, facilitando a realização da atividade prática. Percebeu-se boa interação entre os membros do grupo, com pontuais episódios de atrito gerados pelo uso dos equipamentos, em que alguns integrantes usavam mais que os outros, sendo esta situação administrada pelo professor-pesquisador.

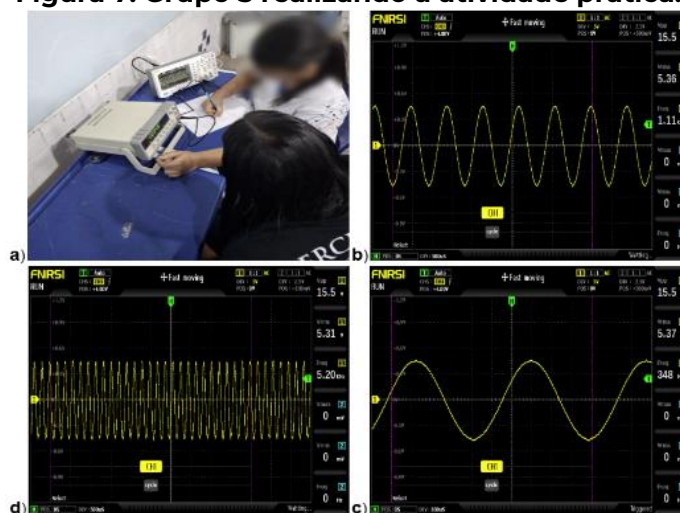
O grupo realizou a atividade em tempo hábil, porém com distribuição irregular do tempo de realização entre seus integrantes, sendo o uso dos equipamentos predominante para aqueles com maior manejo técnico, ficando os outros integrantes incumbidos de tarefas subjacentes. Apesar desta situação, o desempenho do grupo foi satisfatório, conseguindo solucionar todas as perguntas da atividade. O grupo 4 também demonstrou habilidade no uso do multímetro, medindo corretamente a tensão de entrada do circuito fotocondutor, a resistência do LDR quando exposto à luz e quando protegido dela, como também a tensão de operação do LED durante o funcionamento do circuito. No entanto, não foi capaz de explicar satisfatoriamente o comportamento elétrico do LDR. Diante do sinal padrão configurado para o grupo, observaram-se erros pontuais na sua caracterização, marcados pela falta de diferenciação entre tensão de pico a pico e seu valor médio, com momentos de intervenção pelo professor-pesquisador. O grupo visualizou um sinal do tipo onda quadrada com frequência igual a 1,31 kHz, com tensão pico a pico igual a 14,4V e valor médio 7,03V.

Quando perguntados acerca da velocidade e do período do sinal, demonstram extrema facilidade na sua determinação, apresentando domínio conceitual e matemático acerca da cinemática ondulatória. Com o prosseguimento da atividade o grupo, foi capaz de conectar o circuito fotocondutor simultaneamente ao gerador de sinais e ao osciloscópio, iniciando a análise do circuito segundo o regime funcional solicitado na atividade. Nessa etapa, o grupo conseguiu observar variações na intensidade luminosa do LED quando a frequência do sinal de entrada percorreu o intervalo multiplicativo de 10 kHz a 100 kHz, sendo capazes de estabilizar o sinal de maneira adequada para 359 Hz.

Quando perguntado sobre possíveis mudanças nas características do sinal quando modificada sua frequência, o grupo também conseguiu inferir corretamente a diminuição do comprimento de onda diante do aumento da frequência. O grupo conseguiu realizar a atividade dentro do tempo esperado, com grande interatividade dos seus integrantes e distribuição adequada de tarefas e manuseio dos equipamentos. De forma geral, o grupo demonstrou razoável domínio do ferramental matemático, quando solicitado a calcular certa grandeza relacionada ao sinal analisado. No entanto, apresentou dificuldades conceituais e operacionais importantes para a compreensão dinâmica do sinal observado na tela. Isso tende a dificultar a

compreensão dos aspectos qualitativos importantes no estudo de funções, geometria analítica e outros conteúdos de Matemática que abordam a dependência de uma grandeza com relação a outra, como reiteradamente observado também na Física. Assim, a atividade realizada reforçou este aspecto do aprendizado do grupo, evidenciando uma lacuna, em que os aspectos matemáticos se sobrepõem aos conceitos, sendo importante para seus integrantes reforçarem os aspectos qualitativos dos conteúdos.

Figura 7: Grupo 5 realizando a atividade prática.



Fonte: Autor (2025).

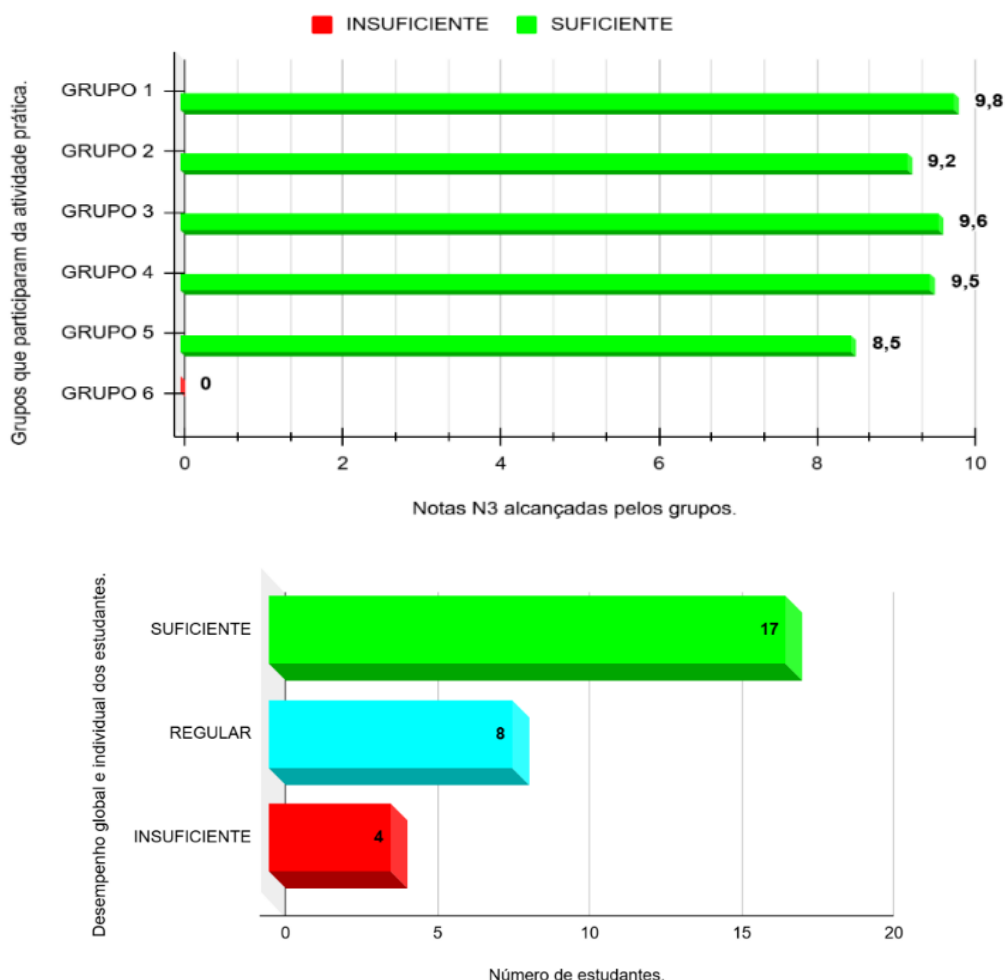
Finalizando as atividades práticas, o grupo 5 demonstrou dificuldades no uso do multímetro, principalmente a escolha do alcance das escalas e das grandezas a serem medidas. Esta dificuldade inicial deve-se ao primeiro contato dos integrantes do grupo, como também o tipo de aparelho usado, exigindo mais atenção dos estudantes. Após momento de orientação, o grupo conseguiu manusear o aparelho, medindo corretamente a tensão de entrada do circuito, a resistência do LDR sob ação da luz e protegido desta e a tensão no LED durante o funcionamento do circuito. Quando indagados sobre o sinal padrão visualizado na tela do osciloscópio, destacaram de maneira correta um sinal senoidal com frequência igual a 1,11 kHz, tensão de pico a pico de 15,5V e tensão média equivalente a 5,36V. Perguntados acerca da velocidade e do período do sinal, o grupo apresentou dificuldades para recordar os conceitos e leis da cinemática ondulatória importantes para a determinação destas grandezas, sendo necessária a intervenção do professor-pesquisador.

O grupo foi capaz de ligar o circuito fotocondutor no gerador de sinais e no osciloscópio, acionando o circuito mediante o sinal padrão observado. Nesta etapa, os estudantes também conseguiram observar variações na intensidade luminosa do LED quando a frequência do sinal variou no intervalo multiplicativo de 10 kHz a 100 kHz. O grupo conseguiu estabilizar a

frequência em 348 Hz. Também conseguiram analisar corretamente o comportamento do sinal quando a frequência era aumentada, consequentemente diminuindo o comprimento de onda e conservando a amplitude. De maneira geral, o grupo demonstrou várias dificuldades na execução da atividade, estas, diretamente relacionadas com manejo dos instrumentos, sendo os aspectos conceituais e matemáticos também pontos de fragilidade para o grupo. Vale destacar que a presença do professor-pesquisador orientando e mitigando dúvidas, consistiu em importante momento de aprendizado aliado à prática realizada, possibilitando melhor aproveitamento durante o processo.

Todos os grupos apresentaram aproveitamento na realização das atividades práticas, solucionando de maneira correta os diferentes problemas propostos. Verificou-se a viabilidade do uso didático dos instrumentos de medição diante do uso correto e assertividade das respostas apresentadas pelos grupos, sendo o multímetro, o gerador de sinais e o osciloscópio, valiosos recursos de transposição didática quando utilizados de maneira estratégica para o desenvolvimento de habilidades e competências paralelas ao estudo dos fenômenos elétricos. Nesta etapa, o grupo 6 optou por não realizar a atividade prática.

Gráficos 3a e 3b – a) (em primeiro) Resultado das notas N_3 obtidas pelos estudantes. b) (em segundo) Desempenho global/individual N_G dos estudantes ao final das atividades.



Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Observando o Gráfico 4 é possível concluir que a maioria dos estudantes obteve aproveitamento satisfatório, sendo 17 destes com notas ($8,0 \leq [N_G] \leq 10,0$) e 8 com notas ($5,0 \leq [N_G] \leq 7,9$). Ao todo, 25 estudantes conseguiram notas superiores a 5,0 demonstrando a viabilidade da proposta de ensino desenvolvida. Observa-se que apenas 4 estudantes apresentaram baixo aproveitamento, em virtude da não participação nos seminários e atividades práticas. De forma geral, a partir dos dados reunidos é possível inferir que o uso de instrumentos de medição como prática sistêmica no ensino da Eletrodinâmica proporcionou não apenas a experiência no aprendizado, mas seu significado de forma material. O uso do gerador de sinais, do osciloscópio e do multímetro, reforçou a prática para além da momentaneidade e complementaridade na resolução de problemas, tornando possível ao estudante analisar de forma dinâmica o funcionamento de circuitos eletrônicos, estimulando a técnica na interpretação de situações diversas no universo da eletricidade.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos dados e reflexões geradas nas diferentes etapas de ensino analisadas, é possível destacar que o uso de instrumentos de medição eletrônica no Ensino Médio, permite maior significado e aproximação do estudante junto aos conteúdos de eletricidade, explorando de maneira profícua conceitos e problemas, consequentemente favorecendo o aprendizado. Vale destacar que as diversas atividades antecessoras à atividade prática com os instrumentos permitiram maior facilidade e manejo pelos estudantes, sendo estes capazes de realizar medidas, interpretações e análises dentro do escopo da atividade proposta. Sendo assim, faz-se necessária uma preparação que permita ao estudante antever cenários nos quais o uso destes instrumentos se torna preponderante para a solução de problemas. A SD desenvolvida cumpriu esta tarefa, sendo capaz de abordar conteúdos, estimular o desenvolvimento de habilidades e competências e reforçar o aspecto conceitual e matemático de certos pontos determinantes para os objetivos de aprendizado. Destarte, os seminários de estudos e debates foram capazes de atenuar dúvidas e lacunas de aprendizado dos estudantes valorizando o aprendizado entre pares, como também estimular os participantes à prática docente.

Diante dos resultados observados, é possível inferir que o uso do gerador de sinais e do osciloscópio proporcionou melhor apreensão dos aspectos técnicos, importantes no estudo da Eletrodinâmica, revelou para o estudante o caráter dinâmico do funcionamento de circuitos DC e AC, rompeu com a problematização linear costumeiramente observada nos livros didáticos, baseada na resolução de circuitos planejados e aplicação direta das leis de Ohm e Kirchhoff, desconsiderando cenários mais elaborados, em que a prática experimental vai além da simples observação, para o monitoramento de grandezas elétricas, como também suas determinações de forma direta. Ademais, esta perspectiva corrobora com a aprendizagem voltada para o exercício do dia a dia, nas quais a utilização de um simples multímetro pode ajudar o usuário na solução de problemas de maneira autônoma. Assim, o professor pode explorar de forma estratégica o uso destes equipamentos em diferentes contextos, utilizando equipamentos físicos, virtuais ou produzindo interfaces com pequenos *kits* Arduino, observando quais possibilidades mais se adequam à sua realidade e objetivos.

É importante frisar que o uso destes instrumentos não se limita ao estudo da Eletrodinâmica, sendo possível estender sua usabilidade didática para a discussão de outros conteúdos e temas centrados na análise de funções e temas correlatos. Assim, o professor dispõe de ferramentas dinâmicas e de fácil uso pelos estudantes, sendo necessário apenas orientações prévias para o emprego das funções introdutórias, sendo possível analisar circuitos de diferentes

tipos e complexidade. Reiteramos que tal aplicação torna-se facilitada quando o professor possui conhecimento e experiência técnica no manuseio de tais equipamentos, sendo importante para o professor de Física realizar cursos voltados para área de eletrônica, enriquecendo seu aporte teórico e aprofundando suas práticas experimentais.

Agradecimentos

Expresso profundo agradecimento à fundação de amparo à pesquisa do estado de alagoas (fapeal) pelo apoio e incentivo financeiro sem os quais esta pesquisa não seria possível.

REFERÊNCIAS

ALAGOAS. **Governo do Estado de Alagoas. Laboratórios do - pALei - Ensino Médio.** 2025. Disponível em:

https://www.canva.com/design/DAGc17BvMX0/vRTFzSf0b418v7nFxUFwfg/view?utm_content=DAGc17BvMX0&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=uniquelinks&utlId=hc0b65e5e73. Acesso em: 14 dez. 2025.

ARAÚJO, Gilmar da Silva; CORREIA, Evandro de Sousa; SILVA, Wesley Barros da; SANTOS, Evando Pereira dos; XAVIER, José Victor Leite. Simulações computacionais no ensino de Física: desafios e potencialidades, **Revista LUMEN ET VIRTUS**, São José dos Pinhais, v. 16, n. 46, p. 2795-2805, 2025. Disponível em: <https://periodicos.newsciencepubl.com/LEV/article/download/4102/5417>. Acesso em: 12 dez. 2025.

CARDOSO, Lucas F.; SILVA, Verônica M. L.; SEGUNDO, Francisco, C. G. S. **Osciloscópio de baixo custo utilizando a plataforma arduino. In: ENCONTRO DE COMPUTAÇÃO DO OESTE POTIGUAR, ECOP-UFERSA, 2017, Pau dos Ferros. Artigo [anais], p. 183-190.** Disponível em: <https://revistacaatinga.com.br/ecop/article/download/7093/6548/33817>. Acesso em: 13 dez. 2025.

COSTA JÚNIOR, João Fernando. VIDA DIGITAL: como a tecnologia molda nossas relações e rotinas, **Revista Cadernos Zygmunt Bauman**, v. 14, n. 35, p. 39-61, 2024. Disponível em: <https://periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/bauman/article/download/25059/13247/80547>. Acesso em: 15 nov. 2025.

CUNHA, Fernando Icaro Jorge; SPOHR, Carla Beatriz. Prática Experimental em Eletromagnetismo e Ensino de Física: um Relato de Experiência no Curso de Licenciatura em Ciências da Natureza. **Revista Paideia@**, v. 16, n. 29, p. 28-48, 2024. Disponível em: <https://periodicos.unimesvirtual.com.br/index.php/paideia/index>. Acesso em: 15 nov. 2025.

FARIA, Victor Henrique da Cunha; RIBEIRO, Adriellen Loiane Medeiros; GONTIJO, Fábio de Brito. Implementação de um gerador de sinais virtual destinado aos laboratórios de engenharia elétrica do UNIPAM utilizando *LabVIEW*, **Revista Perquirere**, v. 17, n. 2, p. 131-145, 2020. Disponível em:

<https://revistas.unipam.edu.br/index.php/perquirere/article/download/2046/645/8188>. Acesso em: 13 de dez. 2025.

FERREIRA, Rafael F.; LINS, Zanoni D.; CAVALCANTI, Marcelo C. **Vitualização de instrumentos industriais utilizando o LabVIEW**. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE APLICAÇÕES INDUSTRIAIS, VIII-Induscon, 2008, Poços de Caldas. Artigo [anais], p. 1-5. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/267965547_VIRTUALIZACAO_DE_INSTRUMENTOS_INDUSTRIAIS_UTILIZANDO_O_LABVIEW. Acesso em: 13 dez. 2025.

MAGNO, Wictor C.; ARAUJO, Alberto E. P.; LUCENA, Marcos A.; MONTARROYOS, Erivaldo. Realizando experimentos didáticos com o sistema de som de um PC. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 26, n. 1, p. 117- 123, 2004. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbef/a/YFdhWTXQVYb9JxFYxDBbSpC/?lang=pt>. 13 dez. 2025.

MENDES, Alessandro Correa; MARTIN, Airton Abrahão; BARBOSA, Filipe Wiltgen. **Desenvolvimento de um osciloscópio digital portátil de fácil operação e de baixo custo**. In: ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, XII-INIC, 2008, Vale do Paraíba. Artigo [anais], p. 1-4. Disponível em:

https://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2008/anais/arquivosINIC/INIC0042_01_A.pdf. Acesso em: 13 dez. 2025.

SIQUEIRA, Kleber Saldanha de. Letramento digital no ensino médio como exercício da cidadania e inclusão social. **Revista Diversitas Journal**, Santana do Ipanema, v. 8, n. 3, p. 2600–2615, 2023b. Disponível em:

https://diversitasjournal.com.br/diversitas_journal/article/view/2641. Acesso em: 13 dez. 2025.

SIQUEIRA, Kleber Saldanha de. Desafios no ensino da Eletrodinâmica no Ensino Médio. **Revista Sítio Novo**, Palmas, v. 09, n. 01, p. 1-22, 2025. Disponível em:

<https://sitionovo.iftto.edu.br/index.php/sitionovo/article/view/1747>. Acesso em: 15 nov. 2025.

ZIADY, Hanna; HE, Laura. **Análise: Excesso de produtos chineses baratos aumenta tensões comerciais**. CNN Brasil. São Paulo, 29 mar. 2024. Disponível em:

<https://www.cnnbrasil.com.br/economia/macroeconomia/analise-excesso-de-produtos-chineses-baratos-aumenta-tensoes-comerciais/>. Acesso em: 13 dez. 2025.

Transição de carreira: um estudo comportamental com jovens adultos da baixada santista (SP)



Career Transition: a behavioral study with young adults from Baixada Santista (SP)

Paula Iañez de Lima Rocha 
Fatec Praia Grande
ianeypaula@gmail.com

Janara de Camargo Matos 
Fatec Praia Grande
janara.matos@fatec.sp.gov.br

Revista Processando o Saber

eISSN 2179-5150 · Vol 18, n. 01, 2026
Multidisciplinar · DOI · Revisão por pares

Faculdade de Tecnologia Praia Grande – FATEC
Perodicidade: Anual
revista@fatecpg.edu.br

Recebido: Jan 2026
Aceito: Mar 2026
Publicado: Jun 2026

URL: <https://www.fatecpg.edu.br/revista/index.php/ps/article/view/424>
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.19932817>



RESUMO

Em um mundo dinâmico e em constante transformação, as carreiras profissionais deixaram de ser lineares, e a transição de carreira passou a ser cada vez mais comum, tornando fundamental o estudo desse fenômeno. Considerou-se, neste artigo, os jovens adultos, grupo mais afetado pelas adversidades do mundo do trabalho e que compõem as gerações Y ou Z, marcadas pela priorização do alinhamento entre vida pessoal e profissional. O objetivo geral deste artigo é analisar os desafios e as perspectivas que os jovens adultos encontram durante a transição de carreira na Baixada Santista (SP). Para tanto, foi realizada pesquisa bibliográfica acompanhada de uma pesquisa quantitativa por meio de um formulário anônimo do Google Forms. A partir dos dados coletados, verificou-se que a transição de carreira é uma realidade entre os jovens adultos da região estudada, principalmente em razão da busca por melhor qualidade de vida. Esses indivíduos apontam, como entrave para a mudança de carreira, as dificuldades inerentes ao mundo do trabalho local e, 47% deles indicam a falta de experiência na nova área como principal desafio enfrentado, apesar de mais de 48,2% demonstrarem otimismo em relação à nova fase profissional. Portanto, é necessária a continuidade dos estudos sobre o tema, aprofundando a análise dos fatores subjetivos que motivam a transição de carreira.

PALAVRAS-CHAVE: Transição de carreira, jovens adultos, Baixada Santista.

ABSTRACT

In a dynamic and constantly changing world, professional careers are no longer linear, and career transitions have become increasingly common, making the study of this phenomenon essential. This article focuses on young adults, the group most affected by the adversities of the labor market and comprising Generations Y and Z, characterized by prioritizing alignment between personal and professional life. The main objective of this article is to analyze the challenges and perspectives that young adults face during career transitions in the Baixada Santista region of São Paulo. To this end, a literature review was conducted alongside a quantitative study using an anonymous Google Forms questionnaire. Based on the data collected, it was found that career transition is a reality among young adults in the studied region, mainly due to the pursuit of a better quality of life. These individuals identify local labor market difficulties as obstacles to changing careers, with 47% indicating lack of experience in the new field as the main challenge faced, despite more than 48.2% expressing optimism about the new professional phase. Therefore, further studies on the subject are necessary, deepening the analysis of the subjective factors that motivate career transitions.

KEY-WORDS: Career transition, young adults, Baixada Santista.

INTRODUÇÃO

Acompanhando a tendência mundial de constante transformação da sociedade, o mundo do trabalho também passa por inúmeras modificações ao longo do tempo. Apesar disso, a visão da economia clássica de Adam Smith, que deu as bases do capitalismo, ainda prevalece, negligenciando os aspectos sociais deste processo (Oliveira; Piccinini, 2011).

Consequentemente, o conceito de carreira é influenciado por tal dinamicidade. As definições mais tradicionais sobre carreira a trazem como uma simples relação entre empresa e empregado, enquanto as modernas, conforme mostra Silva *et al.* (2016), abordam a sociologia e os desejos individuais dos trabalhadores.

Apesar deste cenário dinâmico trazer oportunidades, pode se apresentar como um desafio, especialmente para os jovens adultos, já que esse grupo é o mais afetado pelas adversidades do mundo do trabalho (Rocha, 2008). Este público integra a transição entre as gerações Y e Z, caracterizadas por diferenças significativas em relação às anteriores, o que influencia a maneira como enxergam a vida profissional e o trabalho.

A geração Y foi a que passou a analisar questões relacionadas ao mercado de trabalho sob uma nova perspectiva, valorizando a criatividade, a flexibilidade e a capacidade de resolução de problemas. A geração Z vai ao encontro da Y no que diz respeito à preferência por trabalhar em ambientes flexíveis e com maior liberdade pessoal. Além disso, tal geração sofre grande influência da tecnologia, uma vez que nasceu em contato direto com o mundo digital (Furucho *et al.*, 2015).

Tais características influenciam os aspectos comportamentais referentes à carreira, bem como a entrada e a manutenção desses jovens adultos no mundo do trabalho. Isso pode acarretar empecilhos para a progressão profissional e a transição de carreira, especialmente em locais onde as oportunidades de emprego são mais restritas, como ocorre na Baixada Santista, estado de São Paulo (Prando, 2013).

O objetivo geral deste artigo é analisar os desafios e as perspectivas que os jovens adultos encontram durante a transição de carreira na Baixada Santista/SP, contribuindo para um possível desenvolvimento de estratégias de apoio e orientação.

Já os objetivos específicos são: a) avaliar as principais características e aspirações dos jovens adultos da Baixada Santista/SP em relação ao trabalho e à carreira; b) Identificar os empecilhos encontrados por esse público ao mudar de carreira na Baixada Santista/SP; c) Identificar estratégias adotadas por esses indivíduos a fim de adquirir novas habilidades e competências para suas novas carreiras.

A transição de carreira está se tornando cada vez mais comum. Cerca de 60% dos profissionais brasileiros estavam considerando mudar de emprego no momento da pesquisa. Entre os principais motivos apontados para essa mudança, a busca por autossatisfação e bem-estar foi o mais citado (Cerqueira, 2023).

Além disso, a instabilidade do mundo do trabalho e a exigência de adaptação às demandas fazem com que muitas pessoas realizem a transição de carreira por necessidade. O fato se torna ainda mais relevante quando se considera que apenas 1 em cada 10 graduados no ensino superior brasileiro ocupa emprego condizente com sua formação acadêmica. Isso demonstra que o mundo do trabalho não está absorvendo plenamente a mão-de-obra formada (Ramos, 2024).

Uma vez que há uma desconexão entre a escolha inicial de carreira e as oportunidades do mundo do trabalho, ou os anseios pessoais, estudos sobre transição de carreira são fundamentais. Isso é ainda mais relevante considerando os jovens, que é o grupo mais severamente afetado pelas adversidades do mercado de trabalho (Rocha, 2008).

Apesar da relevância do tema, poucos estudos abordam essa questão. Ao realizar uma busca com o termo “transição de carreira” na base de dados *SciELO*, encontram-se 19 artigos publicados nos últimos 5 anos. No entanto, se buscar por “transição de carreira” e “jovens”, não retorna nenhuma publicação. Já quando se realiza a mesma pesquisa na base *Spell*, a busca pelo termo “transição de carreira” retorna cinco resultados datados de 2019 a 2024.

Assim, a compreensão dos aspectos comportamentais que envolvem a transição de carreira se torna relevante, uma vez que carece de mais estudos específicos a fim de apoiar o jovem em sua trajetória de mudança profissional.

1. PROBLEMA DE PESQUISA E HIPÓTESES

A transição de carreira é um processo complexo e multifacetado que está se tornando cada vez mais comum, principalmente entre os jovens. Dessa forma, o problema de pesquisa deste artigo baseia-se no seguinte questionamento: que desafios e perspectivas os jovens adultos encontram durante a transição de carreira na Baixada Santista (SP)?

E as hipóteses consideradas são:

H1: Os jovens adultos encontram como desafio, na transição de carreira na Baixada Santista/SP, o fato de o mundo do trabalho ser restrito a algumas áreas, como o porto;

H2: Os jovens adultos possuem uma perspectiva pessimista em relação à nova carreira;

H3: Os jovens adultos não encontram apoio psicológico e financeiro para sustentar tal mudança.

2. CONCEITOS E EVOLUÇÃO DE CARREIRA

De acordo com Hall (2002), a carreira corresponde a uma sequência de atitudes e comportamentos associados a experiências profissionais, composta por aspectos subjetivos e objetivos. Os subjetivos referem-se aos valores e motivações, que surgem à medida que o indivíduo envelhece e ganha experiência, enquanto os objetivos dizem respeito às escolhas observáveis e às atividades realizadas, como, por exemplo, a aceitação ou a rejeição de uma oferta de emprego.

A definição tradicional de carreira a caracteriza apenas como uma relação entre empresa e empregado. No entanto, essa perspectiva não é suficiente para conceituar sua complexidade atual. Por outro lado, a definição moderna traz à tona a instabilidade e os processos de mudanças sociais vividos pelo mundo (Chanlat, 1995).

Nesse contexto, de acordo com Silva *et al.* (2016), surgiram outras nomenclaturas e formas de se definir o que é uma carreira, como a “carreira proteana”. Essa classificação diz respeito àquela regida pelo indivíduo, que pode ser modificada a qualquer momento, para atender às suas necessidades; assim, a pessoa assume o controle e se torna o centro de sua trajetória profissional (Cândido, 2020).

Há, ainda, a “carreira sem fronteiras”. Ela recebe esse nome por transmitir a ideia da necessidade e da busca constantes por aprendizado dentro e fora das empresas. Também retrata o desejo individual de trabalhar em diversas organizações ao longo da vida (Silva *et al.*, 2016).

Nota-se, então, que houve um declínio da definição puramente organizacional e engessada de carreira. Houve, portanto, o surgimento de outras tipologias, que são orientadas para os processos de mudança da sociedade e para os desejos do indivíduo.

Assim, as carreiras deixaram de ser estáveis e lineares, como aparentavam ser há algumas décadas (Chanlat, 1995). Conforme Veloso e Dutra (2011), no Brasil também ocorreu uma ampliação da compreensão para uma visão mais social de carreira, e até profissões

consideradas seguras, como a de funcionário público, passaram a não ser mais estáveis e inatingíveis.

2.1. A TRANSIÇÃO DE CARREIRA

A transição de carreira é um processo por meio do qual o indivíduo segue uma nova atividade ou profissão, redirecionando seus esforços e aspirações para um novo papel. Ela exige do sujeito capacidade de adaptação e resiliência para que consiga recomeçar e alinhar essas mudanças aos seus valores, interesses pessoais e momento de vida (Anderson; Tonato; Tavares, 2019).

Acredita-se que, ao longo dos próximos anos, a quantidade de pessoas realizando a transição de carreira aumentará. Isso porque o cenário organizacional tende a manter os processos de demissões em massa, chamados “*layoffs*”, e os investimentos congelados em pequenas empresas. Além disso, o *burnout* deve persistir entre os colaboradores, e o maior uso da inteligência artificial poderá acarretar o aumento das demissões (Ibarra; Smith; Courtis, 2023).

De acordo com os estudos de Ibarra, Smith e Courtis (2023), são cinco os fatores que podem servir de barreira para a realização da transição de carreira:

- a dificuldade para determinar o que fará em seguida e qual será o próximo passo;
- as mentalidades limitantes, que tendem a paralisar as pessoas e a diminuir sua autoestima;
- a dificuldade em estabelecer uma rede de contatos adequada, uma vez que, na maior parte dos casos, o indivíduo não sabe o que fará em seguida;
- as restrições financeiras, especialmente para quem sustenta uma família;
- a falta das habilidades que serão requeridas na próxima carreira.

Assim, uma vez que o trabalho se tornou precarizado e de curto prazo, e tanto as promoções quanto as demissões não possuem regras claras, há poucas chances de enraizamento de pessoas, que não se fixam mais em empregos ou em carreiras (Bauman, 2001).

3. PERFIL DO MUNDO DO TRABALHO NA BAIXADA SANTISTA/SP

Desde antes da colonização portuguesa no Brasil, a região da Baixada Santista, em São Paulo, já era considerada importante devido à sua proximidade com o mar e à relevância da navegação na época. A partir da década de 1850, a região ganhou ainda mais importância com as exportações do café, o que também atraiu imigrantes dos diversos países da Europa. Atualmente, a Baixada Santista é significativa nacionalmente por duas razões principais: possui o maior porto marítimo da América Latina e é a principal entrada e saída marítima do estado de São Paulo, que detém a economia mais forte do país (Andrade, 2021).

Entre os anos de 1980 e 1990, foi inaugurada a Via Anchieta junto ao desenvolvimento do Polo de Cubatão, o que atraiu muitos investimentos. Além disso, fortaleceu o comércio e a prestação de serviços em toda a região, uma vez que muitos indivíduos passaram a trabalhar nesses empreendimentos (Prando, 2013).

De acordo com os dados do IBGE de 2024, a Baixada Santista apresentou uma elevação no número de habitantes nos últimos dois anos. A região atingiu 1.862.976 indivíduos em julho de 2024, um crescimento de 3,18% em comparação com o Censo de 2022 (G1, 2024). Em consonância com essa situação, conforme os resultados mais recentes divulgados pela Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (Seade), no primeiro trimestre de 2024, a força de trabalho da região foi estimada em 1,1 milhão de pessoas, refletindo também uma variação positiva de 3 mil trabalhadores em relação ao mesmo período de 2023 (Seade, 2024).

Ainda segundo dados recentes, os setores econômicos que mais empregaram no ano de 2022 foram, por ordem decrescente, o Comércio Varejista, a Administração Pública, Defesa e Seguridade Social e Serviços para Edifícios e Atividades Paisagísticas. Tal fato vai ao encontro do histórico da região, devido ao fortalecimento das áreas de comércio e serviços (Data MPE Brasil, 2024).

Apesar disso, no cenário dinâmico e inconstante do mundo do trabalho, são os jovens os mais diretamente afetados por suas características adversas, com maior quantidade de desempregados (Rocha, 2008). Isso também se reflete na região estudada, uma vez que a faixa etária predominante entre os empregados é composta por pessoas dos 30 aos 49 anos de idade (Data MPE Brasil, 2024).

Sendo assim, nota-se que há um crescimento da Baixada Santista. Entretanto, a região enfrenta desafios, especialmente os relacionados ao mundo do trabalho. Isso ocorre porque não haverá postos de trabalho suficientes para atender a todos que são atraídos para a região. Além disso, os mercados mais notórios, como os relacionados ao porto, exportações e petróleo/gás,

exigem um certo nível de conhecimento técnico e especializado dos profissionais e aqueles que não o têm possuem dificuldade para se inserir nesse contexto (Prando, 2013).

4. ASPECTOS COMPORTAMENTAIS DOS JOVENS

O conceito de jovem passou, ao longo da história, por diversas modificações, sendo influenciado pelos momentos políticos, sociais e culturais de cada época.

No Brasil, de acordo com a Lei nº 12.852, de 5 de agosto de 2013, que institui o Estatuto da Juventude, são considerados jovens as pessoas com idade entre 15 e 29 anos. Por outro lado, o jovem adulto, de acordo com Borba, Lemos e Hayasida (2015), é definido como o indivíduo com idade entre 18 e 35 anos.

A média de idade dos alunos do ensino superior varia entre 18 e 24 anos, sendo que, a partir desta faixa etária, eles geralmente iniciam suas carreiras profissionais (Mariuzzo, 2023).

Dessa forma, neste estudo, consideram-se os jovens adultos a partir dos 24 anos de idade, quando já iniciaram uma carreira profissional e, geralmente, finalizaram o ensino superior, aos 35 anos de idade, limite máximo considerado pela literatura.

Como explicado por Melucci (2007), a juventude moderna está sujeita a uma quantidade maior de oportunidades do que as gerações anteriores. As incertezas desse grupo sobre o futuro dependiam de eventos incontrolláveis, como as guerras, e não da posição de cada indivíduo em sua própria vida. Sendo assim, a biografia do jovem depende muito mais de suas próprias escolhas autônomas frente às inúmeras possibilidades da sociedade moderna.

4.1. AS GERAÇÕES Y E Z

Convencionou-se dividir os indivíduos por gerações de acordo com a época e momento histórico que vivem, a fim de facilitar seu estudo e sua abordagem (Comazzeto *et al.*, 2016). Segundo Zaninelli, Caldeira e Fonseca (2022), as gerações são divididas em “*baby boomers*”, geração X, geração Y, geração Z e, mais recentemente, a geração *Alpha*, formada pelos filhos dos integrantes da geração Y (Quadro 1).

Quadro 1. Período de nascimento das gerações

GERAÇÃO	PERÍODO DE NASCIMENTO
<i>Baby Boomers</i>	1946 – 1964
Geração X	1965 – 1980
Geração Y	1981 – 1994
Geração Z	1995 – 2009
Geração <i>Alpha</i>	2010 em diante

Fonte: Souza e Alcará (2021)

As pessoas que compõem cada uma das gerações são caracterizadas por semelhanças não apenas com o momento histórico em que nasceram e se desenvolveram, mas também pela similaridade comportamental e de ações. Dessa forma, torna-se necessário compreender essas particularidades para que possam ser bem administradas, trazendo ganhos, inclusive, às organizações (Comazzeto *et al.*, 2016).

Como as gerações Y e Z contemplam os jovens adultos entre 24 e 35 anos de idade, considerados neste estudo, optou-se por analisá-las. A Geração Y nasceu no início das evoluções da tecnologia e, conseqüentemente, da globalização, o que influencia diretamente o comportamento desses indivíduos. Além disso, essa geração é, muitas vezes, caracterizada como “não domesticável”, além de ser inovadora, criativa e dotada de uma inteligência que visa o coletivo (Comazzetto *et al.*, 2016).

No mundo do trabalho, de acordo com Rudge *et al.* (2017), a Geração Y demanda uma maior flexibilidade. Isso ocorre pois entende que pode estar acessível ao trabalho mesmo à distância e prefere dar maior ênfase à vida pessoal do que as gerações anteriores davam.

Já entre as diversas características que a Geração Z apresenta estão a íntima relação com a tecnologia e a facilidade em lidar com as rápidas mudanças do mundo (Lacerda; Lencastre, 2022). Essa geração é dependente da tecnologia e está acostumada a ter controle do fluxo de informações. Essas pessoas descobrem, desde crianças, as inúmeras formas de se obter conhecimento, o que alerta para a necessidade de se desenvolver novos padrões de ensino e aprendizagem (Guerin; Priotto; Moura, 2018).

De acordo com Melo *et al.* (2019), algumas outras características inerentes à Geração Z são: o otimismo, o imediatismo, a capacidade de realizar várias tarefas ao mesmo tempo e a busca por satisfação na vida profissional, vendo os desafios da carreira como propulsores para o sucesso.

5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a elaboração deste artigo, realizou-se uma pesquisa bibliográfica combinada a uma pesquisa quantitativa.

A pesquisa bibliográfica pode ser entendida como a revisão sistemática da literatura sobre os temas do trabalho científico, a fim de buscar embasamento e sustentação para o estudo (Pizzani *et al.*, 2012). Foram consultadas as bases de dados SciELO e Google Acadêmico, sem delimitação temporal, por meio das palavras-chave, combinadas ou não: “carreira”, “transição de carreira”, “jovens adultos”, “gerações”, “mundo do trabalho na Baixada Santista” e “aspectos comportamentais dos jovens”.

Além disso, realizou-se um levantamento quantitativo por meio de um formulário anônimo elaborado no *Google Forms*. O instrumento foi distribuído por amostragem não probabilística, do tipo conveniência, pela Baixada Santista/SP, utilizando as redes sociais Instagram e LinkedIn entre 20/03/2024 e 16/06/2024. A coleta ocorreu em conformidade com a Lei Geral da Proteção de Dados, assegurando anonimato e voluntariedade dos participantes.

O formulário foi construído tendo como base os conceitos e definições presentes nos referenciais teóricos levantados no estudo, como forma de garantir a validade de seu conteúdo.

Após essa etapa, os dados obtidos foram planilhados no *software* Microsoft Excel para análise estatística. Foram adotados como critérios de inclusão na pesquisa: os indivíduos que residiam nos municípios da Baixada Santista/SP (Santos, São Vicente, Guarujá, Cubatão, Praia Grande, Mongaguá, Itanhaém, Peruíbe e Bertioga) e que possuíam entre 24 e 35 anos de idade.

Apesar disso, reconhece-se que há limitações no estudo, como o uso da amostragem por conveniência, que pode impactar a generalização dos resultados. Há também a possibilidade de viés de autorrelato, uma vez que as respostas dependem da percepção do indivíduo.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos dados coletados, chegou-se a uma amostra de 105 indivíduos, que se identificam com os gêneros feminino ou masculino, e que pertencem à faixa etária de 24 a 35 anos de idade, conforme estratificação evidenciada na Tabela 1. A média de idade dos entrevistados foi de $26,79 \pm 2,74$ anos. Essa amostra final revela, além do recorte etário, um grupo pertencente às gerações Y e Z, que anseiam por maior mobilidade profissional e têm menor tolerância a padrões rígidos de trabalho.

Tabela 1. Perfil dos jovens adultos residentes na Baixada Santista/SP que participaram da pesquisa

VARIÁVEL		n	%	
GÊNERO	FEMININO	72	69	
	MASCULINO	33	31	
IDADE	24	GERAÇÃO Z	17	16
	25		13	12
	26		24	23
	27		19	18
	28		4	4
	29		7	7
	30	GERAÇÃO Y	6	6
	31		6	6
	32		2	2
	33		3	3
	34		3	3
	35		1	1
TOTAL		105	100	

Fonte: As autoras (2024)

Esse perfil explica porque a maioria dos participantes da pesquisa já realizou (46%) ou considerou realizar (33%) uma transição de carreira (Tabela 2). Tal fato não é apenas um fenômeno numérico e vai ao encontro da literatura, visto que a tendência mundial é o aumento no número de pessoas que realizam esse processo em busca de maior alinhamento às ambições e desejos pessoais (Ibarra; Smith; Courtis, 2023). Dentre os motivos mais comuns para isso estão a busca por melhor qualidade de vida (35%), a maior oportunidade de crescimento em outras áreas (35%) e a insatisfação com o trabalho (22%), sendo que uma minoria afirma ser o interesse por uma nova área o grande motivador para realizar ou cogitar este processo (Tabela 2).

É possível notar uma mudança estrutural na forma como as carreiras são percebidas. Os indivíduos passaram a buscar por melhor qualidade de vida e satisfação com a profissão, destacando o protagonismo em suas próprias trajetórias profissionais, alinhadas às necessidades pessoais (Cândido, 2020). As carreiras, portanto, deixaram de ser lineares, sobretudo porque o mundo do trabalho se tornou precário e instável, não permitindo mais que as pessoas se mantenham em uma mesma atividade ou profissão (Bauman, 2001).

A predominância, na amostra, de jovens adultos enquadrados nas gerações Y e Z reforça ainda mais essa interpretação. Esse grupo possui similaridades como a estreita relação com a tecnologia, a maior valorização da vida pessoal e o anseio por flexibilidade profissional (Lacerda; Lencastre, 2022; Melo *et al.*, 2019; Rudge *et al.*, 2017). Esses valores moldam a forma como essas pessoas avaliam riscos e oportunidades, fazendo com que a transição de carreira deixe de ser uma exceção e torne-se um comportamento até esperado na sociedade.

Os principais desafios apontados - a falta de experiência na nova área (47%) e a incerteza quanto à escolha da nova carreira (31%), conforme Tabela 2 – refletem que o processo de transição exige mais do que força de vontade individual. Ele exige capacidade de adaptação e de lidar com a ansiedade pela nova carreira e o medo do desconhecido.

De acordo com Ibarra, Smith e Courtis (2023), todos esses são fatores que atuam como barreiras para a transição de carreira, podendo paralisar o indivíduo e dificultar o processo. Os autores destacam, ainda, que as restrições financeiras representam um impeditivo para a realização da transição, principalmente para aqueles que sustentam uma família. Entretanto, na presente pesquisa, houve uma baixa preocupação com a queda salarial (10%). Essa percepção pode estar relacionada ao fato de os participantes se enquadrarem na faixa etária dos 24 aos 35 anos e não estar na posição de chefes de família, o que os permite priorizar a realização pessoal.

Tabela 2. Frequência das respostas às perguntas relacionadas à transição de carreira

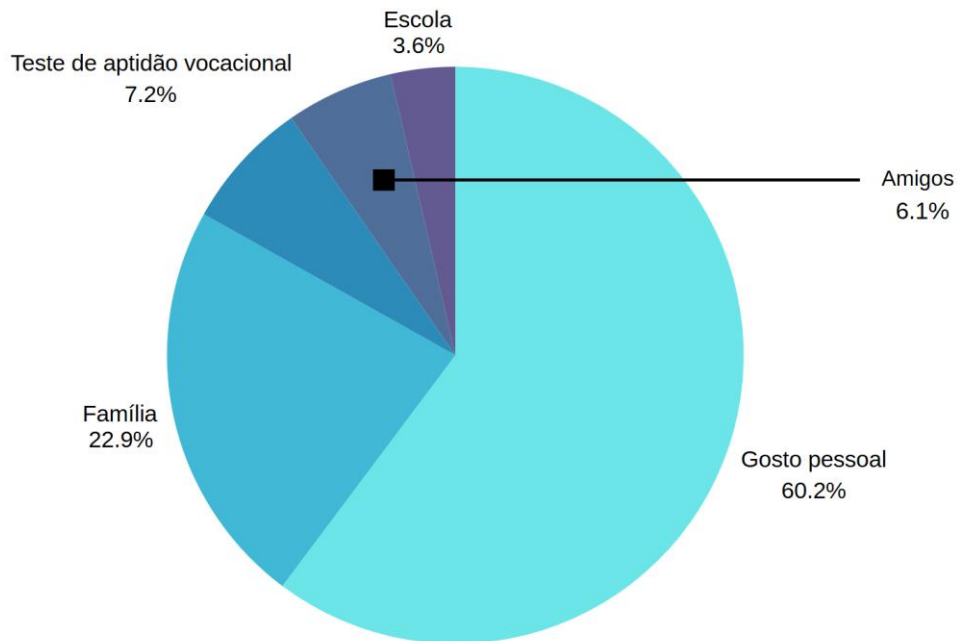
VARIÁVEL		TOTAL	
		n	%
Você já realizou ou pensou em realizar uma transição de carreira?	Não	22	21
	Sim, já realizei	48	46
	Sim, já pensei em realizar	35	33
O que mais te motivou a realizar ou a pensar em realizar uma transição de carreira?	Busca por melhor qualidade de vida	29	35
	Insatisfação no trabalho	18	22
	Interesse em uma nova área	7	8
	Maior oportunidade de crescimento em outra área	29	35
Qual o principal desafio que você enfrentou ou acredita que enfrentaria ao realizar a transição de carreira?	Alterações na faixa salarial	8	10
	Falta de apoio do convívio social	3	4
	Falta de experiência na nova área	39	47
	Falta de networking na nova área	7	8
	Incerteza sobre a escolha da nova carreira	26	31

Fonte: As autoras (2024)

Dentre os indivíduos que responderam que já realizaram ou pensaram em realizar uma transição de carreira, a maioria respondeu que a escolha da primeira profissão foi baseada em gosto pessoal (60,2%) ou na influência familiar (22,9%), conforme Gráfico 1. Essa constatação converge com a literatura, revelando que as primeiras decisões de carreira estão ancoradas no contexto social e nas predisposições subjetivas individuais e não na análise do mundo do trabalho.

Além disso, outro fator preponderante é o contexto familiar, que é destacado pela literatura como o fator de maior relevância para a escolha profissional, superando, inclusive, a situação socioeconômica (Levenfus; Nunes, 2016). Essa influência da família se mostrou, nesse estudo, como uma força ainda presente, apesar do jovem adulto estar cada vez mais buscando a sua individualidade.

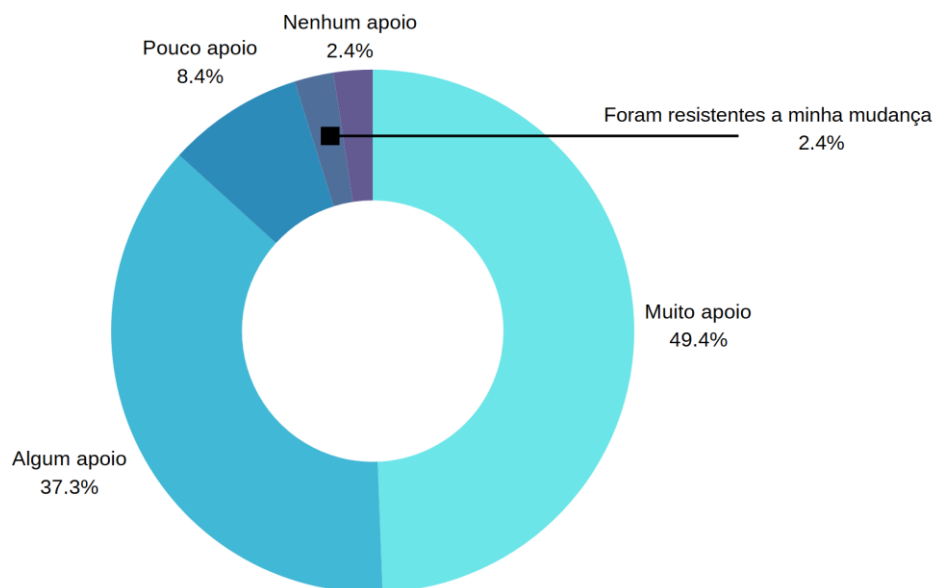
Gráfico 1. O que mais motivou a escolher sua primeira carreira?



Fonte: As autoras (2024)

Em relação ao apoio para realização da transição de carreira, a maioria respondeu que recebeu muito (49,4%) ou algum apoio (37,3%), e apenas 2,4% responderam que as pessoas do convívio social foram resistentes à mudança (Gráfico 2).

Gráfico 2. Qual o nível de apoio que você recebeu das pessoas do seu convívio social para realizar a transição de carreira?

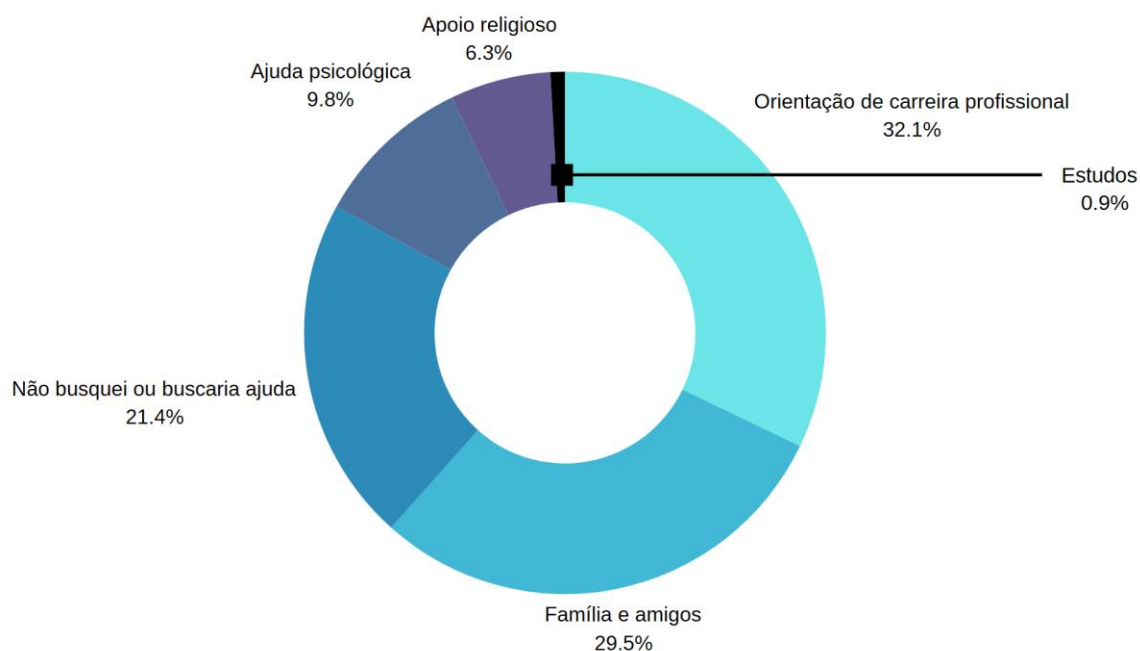


Fonte: As autoras (2024)

Essa percepção de apoio social sugere uma mudança cultural, com a maior aceitação das transições de carreira por parte da sociedade. A transição deixou de ser vista como uma instabilidade ou fracasso, passando a ser vislumbrada como um processo de reinvenção profissional. Isso indica uma flexibilização das normas sociais e a interpretação da carreira não mais como algo linear, conforme já demonstrado pela literatura (Chanlat, 1995).

No Gráfico 3, sobre o tipo de ajuda que buscariam para realizar a transição de carreira, vê-se que a maioria optou ou optaria pela orientação de carreira profissional (32,1%), revelando uma disposição para se autoconhecer e entender o mundo do trabalho. Tal orientação tem sido, conforme demonstrado pelo estudo, cada vez mais procurada, especialmente por jovens que veem nesse apoio psicológico uma forma de serem guiados profissionalmente, levando em conta suas funções cognitivas e sua personalidade (Levenfus, 2016). Apesar disso, 29,5% indicaram que se apoiariam na família e nos amigos, reforçando a relevância do convívio social e a força ainda presente da instituição familiar nas decisões sobre futuro.

Gráfico 3. Qual tipo de ajuda você buscou ou buscaria para realizar a transição de carreira?



Fonte: As autoras (2024)

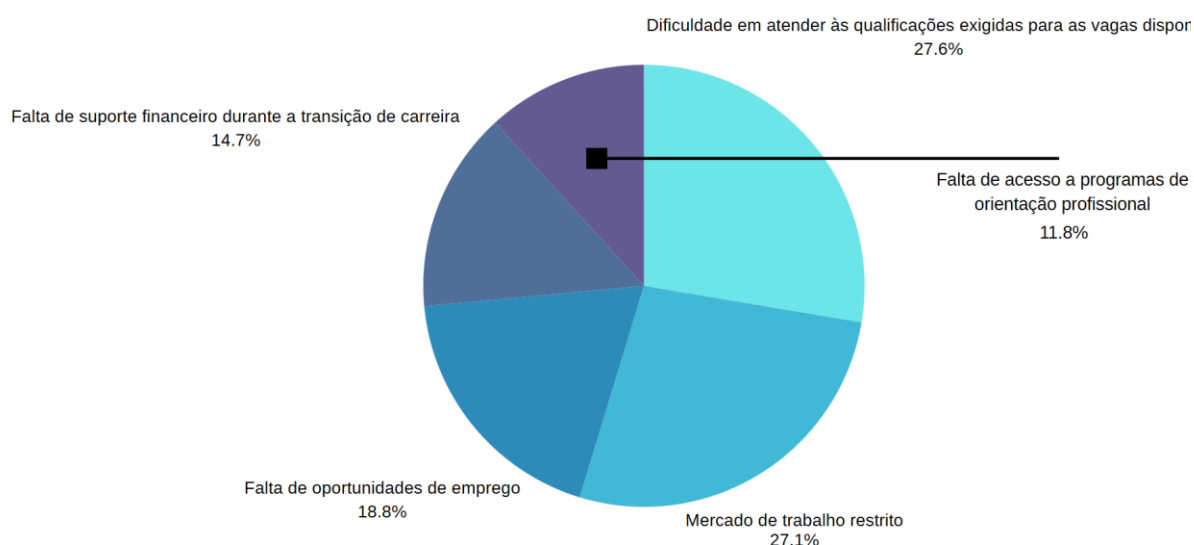
Em relação à principal ferramenta que foi ou poderia ser utilizada para adquirir as habilidades e competências requeridas na nova carreira, destaca-se a graduação (39,8%). Isso demonstra que ainda há uma valorização do diploma universitário como forma de qualificação profissional e como porta de entrada no mundo do trabalho. Em consonância, a literatura mostra

que o ato de ingressar no ensino superior é mais importante do que a identificação do indivíduo com a área escolhida (Freitas e Oliveira, 2017).

Verificou-se também uma significativa adesão a cursos online de curta duração (38,6%), demonstrando a influência da cultura digital na construção da aprendizagem dessas gerações, como já evidenciado por Guerin, Priotto e Moura (2018). Esses jovens adultos cresceram em íntimo contato com a tecnologia e os meios de comunicação, o que os fez aderir a modelos de educação alinhados à modernização e à informatização.

Já ao analisar os principais obstáculos encontrados pelos jovens na Baixada Santista/SP para a transição de carreira, observa-se que a dificuldade em atender às qualificações exigidas pelas vagas disponíveis (27,6%) e o mercado de trabalho restrito (27,1%), conforme Gráfico 4, refletem a estrutura econômica regional.

Gráfico 4. Na sua opinião, qual o principal obstáculo que os jovens encontram na Baixada Santista ao tentarem realizar a transição de carreira?



Fonte: As autoras (2024)

Esse cenário se alinha à realidade do mundo do trabalho na Baixada Santista, uma vez que a maior parte dos desempregados da localidade é jovem (Data MPE Brasil, 2024). Além disso, o forte peso de setores, como o de petróleo e gás, que exigem um certo nível de conhecimento técnico e especializado, limita a absorção de profissionais em transição de carreira (Prando, 2013).

Portanto, não é de surpreender que uma parte significativa dos entrevistados (59%) esteja empregada em somente três áreas, como o administrativo, comércio e saúde (Tabela 3).

Além disso, há também uma porção da amostra, 10%, que está desempregada, o que reforça a desigualdade entre demanda do mercado e competências disponíveis na região estudada.

Tabela 3. Área de atuação profissional dos entrevistados

Em que área você trabalha atualmente?	n	%
Administrativo	24	23
Comércio	22	21
Saúde	16	15
Porto	6	6
Educação	6	6
Comunicação e marketing	4	4
Beleza	3	3
Engenharia	3	3
Tecnologia da Informação	3	3
Direito	1	1
Atendimento ao cliente	2	2
Setor público	2	2
Doméstica	1	1
Fábrica	1	1
Desempregado	11	10

Fonte: As autoras (2024)

Por fim, a elevada expectativa dos participantes quanto à satisfação na nova carreira (48%), revela alto grau de otimismo em relação à mudança profissional, que é associado à busca por propósito e ao desejo de alinhar os anseios pessoais à carreira. Esse otimismo revela uma narrativa de carreira menos dependente da estabilidade profissional e mais alinhada à autossatisfação e qualidade de vida.

O cenário desse estudo sugere implicações práticas importantes, como a necessidade de políticas públicas que ampliam o acesso a programas de requalificação a fim de atender o crescente número de pessoas que buscam a transição de carreira. Revela, ainda, a necessidade de serviços de orientação profissional de forma mais acessível, para auxiliar o jovem na tomada de decisão sobre sua carreira. A ampliação desses serviços e as parcerias com instituições de ensino pode facilitar a escolha profissional, levando em conta os anseios e as aptidões individuais.

Assim, apesar do otimismo revelar uma postura proativa e madura, o crescimento do número de pessoas realizando a transição de carreira expõe quão necessário é coordenar ações entre Estado e instituições de ensino voltadas à formação dos novos profissionais.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises realizadas contribuíram para responder à questão levantada inicialmente, revelando uma intersecção de fatores geracionais, educacionais e regionais que influenciam as trajetórias profissionais dos jovens adultos da Baixada Santista/SP

A maioria dos jovens adultos realizou ou cogitou realizar uma transição de carreira, principalmente como estratégia para alinhar as vidas pessoal e profissional, buscando qualidade de vida e realização. Essa tendência faz sentido ao se considerar que esses indivíduos pertencem às gerações Y ou Z, que valorizam a liberdade pessoal.

No que diz respeito à Hipótese 1 (H1), os resultados confirmaram sua proposição. Embora uma parcela significativa dos jovens adultos tenha passado pela transição de carreira na região estudada, os desafios estruturais do mundo do trabalho local impactam negativamente o processo, especialmente quanto ao atendimento às qualificações exigidas pelas vagas de trabalho disponíveis. Isso ocorre porque os setores mais fortes da região, como o portuário e petróleo/gás, demandam um perfil mais técnico e especializado.

Quanto à Hipótese 2 (H2), os achados contrariaram a previsão. A maior parte dos participantes relatou alto nível de otimismo em relação à nova fase da carreira. No entanto, é necessário considerar possíveis vieses de percepção dos autorrelatos, uma vez que os dados refletem a visão subjetiva dos indivíduos, sofrendo influência, por exemplo, do desejo de validar a própria escolha.

Por fim, em relação à Hipótese 3 (H3), o estudo apresentou uma confirmação parcial. Verificou-se que uma parcela significativa teve apoio do convívio social e buscou orientação profissional de carreira como complemento para esse processo de transição. Apesar disso, uma minoria apontou a restrição financeira como um obstáculo para mudar de carreira, o que corrobora a hipótese parcialmente, especialmente ao se considerar que muitos ainda não são responsáveis pelas famílias, o que intensificaria essa limitação.

Sugere-se, portanto, dada a relevância e frequência da transição de carreira, a continuidade dos estudos sobre o tema com jovens adultos, aprofundando a análise dos fatores subjetivos, a fim de melhor compreender a dinâmica contemporânea do mundo do trabalho.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, M. M. M.; TONATO, R. M.; TAVARES, L. M. Transição de carreira: mudança profissional a partir dos 40 anos. **Revista de Carreiras e Pessoas**, v. 9, n. 1, p. 128-142, 2019. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/index.php/ReCaPe/article/view/40597>>. Acesso em: 28 fev. 2025.
- ANDRADE, W. T. F. Fronteiras transitórias: o processo da ocupação da Baixada Santista (6000 A.C. - 1996). **Revista Eletrônica Leopoldianum**, ano 47, n. 133, 2021. Disponível em: <<https://periodicos.unisantos.br/leopoldianum/article/view/1231>>. Acesso em: 27 out. 2024.
- BAUMAN, Z. **Modernidade Líquida**. Rio de Janeiro: Zahar, 2001. Disponível em: <https://lotuspsicanalise.com.br/biblioteca/Modernidade_liquida.pdf>. Acesso em: 19 out. 2024.
- BORBA, C. S.; LEMOS, I. G. S.; HAYASIDA, N. M. A. Epidemiologia e fatores de risco cardiovasculares em jovens adultos: revisão da literatura. **Saúde e Desenvolvimento Humano**, Editora Unilasalle, v. 3, n. 1, 2015. Disponível em: <https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/saude_desenvolvimento/article/view/2126>. Acesso em: 08 mar. 2025.
- BRASIL. Lei nº 12.852, de 5 de agosto de 2013. Dispõe sobre a juventude e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 6 ago. 2013. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/12852.htm>. Acesso em: 21 fev. 2025.
- CÂNDIDO, F. L. **A carreira nas startups: uma análise sobre a ótica das carreiras proteana e sem fronteiras**. Dissertação (Mestrado em Administração - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/217776>>. Acesso em: 28 fev. 2025.
- CERQUEIRA, M. **Transição de Carreira é tendência entre os profissionais, aponta pesquisa**. 2023. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/economia/macroeconomia/transicao-de-carreira-e-tendencia-entre-os-profissionais-aponta-pesquisa/>>. Acesso em: 23 set. 2024.
- CHANLAT, J. F. Quais carreiras e para qual sociedade? **Revista de Administração de Empresas**, v.35, n.6, p.67-75, São Paulo, 1995. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rae/a/9BSKB7zXvc4Gkkzjf6St6xc/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 29 fev. 2025.
- COMAZZETO, L. R.; PERRONE, C. M.; VASCONCELLOS, S. J. L.; GONÇALVES, J. A. geração Y no mercado de trabalho: um estudo comparativo entre gerações. **Psicologia: Ciência e Profissão**, v. 36, n. 1, p. 145-157, 2016. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/pcp/a/sMTpRhKxjvNjr7wQV9wFksH/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 05 mar. 2025.

DATA MPE BRASIL. **SP – Baixada Santista**. 2024. Disponível em: <<https://datampe.sebrae.com.br/profile/geo/sp-baixada-santista?selector159id=geo0008%2Cgeo0204%2Cgeo0195>>. Acesso em: 27 out. 2024.

FREITAS, O. A.; OLIVEIRA, M. C. Trajetória, projetos e expectativas de sucesso na carreira: estudo com universitários concluintes que não pretendem atuar na área de formação. **Revista Brasileira de Ensino Superior**, v. 3, n. 2, p. 58-78, 2017, Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/321451721_Trajectoria_projetos_e_expectativas_de_sucesso_na_carreira_estudo_com_universitarios_concluintes_que_nao_pretendem_atuar_na_area_de_formacao>. Acesso em: 23 abr. 2025.

FURUCHO, N. Y.; OSWALDO, Y. C.; GRAZIANO, G. O.; SPERS, V. R. E. Valores e características geracionais: um estudo em uma instituição de ensino superior. **Revista Brasileira de Marketing – ReMark**, v. 14, n. 4, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.uninove.br/remark/article/download/12107/5752>>. Acesso em: 08 mar. 2025.

G1 - Santos e Região. **IBGE aponta crescimento de cerca de 60 mil habitantes na Baixada Santista em dois anos**. 2024. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/santos-regiao/noticia/2024/08/31/ibge-aponta-crescimento-de-cerca-de-60-mil-habitantes-na-baixada-santista-em-dois-anos.ghtml>>. Acesso em: 27 out. 2024.

GUERIN, C. S.; PRIOTTO, E. M. T. P.; MOURA, F. C. Geração Z: a influência da tecnologia nos hábitos e características de adolescentes. **Revista Valore**, v. 3, 2018. Disponível em: <<https://revistavalore.emnuvens.com.br/valore/article/view/187>>. Acesso em: 13 mar. 2025.

HALL, D. T. **Careers in and out of organizations**. California: SAGE, 2002. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=tTQ5DQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Careers+In+and+Out+of+Organizations&ots=nyjQ144O5F&sig=BT6V5fjlunWuay2cGe8CERLS_mU#v=onepage&q=Careers%20In%20and%20Out%20of%20Organizations&f=false>. Acesso em: 17 out. 2024.

IBARRA, H.; SMITH, K.; COURTIS, N. 5 barriers to career change. **Harvard Business Review, Big Idea Series - Strategize your life**, 2023. Disponível em: <<https://hbr.org/2023/12/5-barriers-to-career-change-and-how-to-overcome-them>>. Acesso em: 19 out. 2024.

LACERDA, C.; LENCASTRE, J. **Estudo e análise de tendências da Geração Z - Novos modos de pensar e interagir**. AAPI – Associação Ação Para a Internacionalização, 2022. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/363296559>>. Acesso em: 05 mar. 2025.

LEVENFUS, R. S.; NUNES, M. L. T. A família e a construção de projetos vocacionais em adolescentes. In: LEVENFUS, R. S (org.). **Orientação vocacional e de carreira em contextos clínicos e educativos**. Porto Alegre: Artmed, p. 24-38, 2016.

MARIUZZO, P. Novas cores e contornos na Universidade: o perfil do estudante universitário brasileiro. **Ciência e Cultura**, v. 75, n. 1, 2023. Disponível em: <<http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v75n1/v75n1a12.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2025.

MELO, A. O.; TAVARES, M. V. B.; FELIX, B. S.; SANTOS, A. C. B. Identidade da Geração Z na gestão de startups. **Revista Alcance**, v. 26, n. 3, 2019. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/journal/4777/477761524005/477761524005.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2025.

MELUCCI, A. Juventude, Tempo e Movimentos Sociais. In: FÁVERO, O.; SPÓSITO, M. P.; CARRANO, P.; NOVAES, R. R (org.). Juventude e Contemporaneidade. **Coleção Educação para Todos**, UNESCO; MEC, 2007. Disponível em: <<https://web.eep.br/~phlbiblio/10018866.pdf#page=31>>. Acesso em: 27 fev. 2025.

OLIVEIRA, S. R.; PICCININI, V. C. Mercado de trabalho: múltiplos (des)entendimentos. **Revista de Administração Pública**, v. 45, n. 5, 2011. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rap/a/RRLDDQpJqcDMttw999HpDQS/>>. Acesso em: 28 fev. 2025.

PIZZANI, L.; SILVA, R. C.; BELLO, S. F.; HAYASHI, M. C. P. I. A arte da pesquisa bibliográfica na busca do conhecimento. **Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, v. 10, n. 1, p. 53-66, jul./dez. 2012. Disponível em: <http://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rdbci/article/view/1896/pdf_28>. Acesso em: 7 out. 2024.

PRANDO, G. **Potenciais impactos da cadeia produtiva de petróleo e gás na região metropolitana da Baixada Santista**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Paulista – UNIP, São Paulo, 2013. Disponível em: <<https://repositorio.unip.br/engenharia-dissertacoes-teses/potenciais-impactos-da-cadeia-produtiva-de-petroleo-e-gas-na-regiao-metropolitana-da-baixada-santista/>>. Acesso em: 28 fev. 2025.

RAMOS, M. **Um em cada 10 formados no ensino superior ocupa vaga equivalente a capacitação, diz pesquisa**. 2024. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/economia/macroeconomia/um-em-cada-10-formados-no-ensino-superior-ocupa-vaga-equivalente-a-capacitacao-diz-pesquisa/#:~:text=Um%20em%20cada%2010%20formados,capacita%C3%A7%C3%A3o%20diz%20pesquisa%20%7C%20CNN%20Brasil>>. Acesso em: 18 set. 2024.

ROCHA, S. A inserção dos jovens no mercado de trabalho. **Caderno CRH**, v. 21, n. 54, p. 533-550, 2008. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ccrh/a/T8BLxBwGfzYW8B99m9YYysG/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 28 fev. 2025.

RUDGE, M.; REIS, G. G.; NAKATA, L.; PICCHIAI, D. Geração Y: um estudo sobre suas movimentações, valores e expectativas. **Revista de Carreiras e Pessoas**, v. 7, n.1, 2017. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/ReCaPe/article/view/32653>>. Acesso em: 14 mar. 2025.

SEADE – Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. **Baixada Santista registra ligeiro aumento da ocupação**. 2024. Disponível em: <<https://www.seade.gov.br/baixada-santista-registra-ligeiro-aumento-da-ocupacao/>>. Acesso em: 27 out. 2024.

SILVA, R. C.; TREVISAN, L. N.; VELOSO, E. F. R.; DUTRA, J. S. Âncoras e valores sob diferentes perspectivas da gestão de carreira. **Revista Brasileira de Gestão de Negócios**,

v.18, n.59, p.145-162, jan./mar. 2016. Disponível em:
<<https://www.scielo.br/j/rbgn/a/JyhbhXZnNyMMXYyVvpNGh7b/abstract/?lang=pt>>.
Acesso em: 28 fev. 2025.

SOUZA, A. C. P.; ALCARÁ, A. R. Competência em informação e as diferentes gerações. **Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação**, v. 17, n. 2, 2021. Disponível em:
<<https://rbbd.febab.org.br/rbbd/article/view/1658>>. Acesso em: 13 mar. 2025.

VELOSO, Elza Fátima Rosa; DUTRA, Joel Souza. Carreiras sem fronteiras na gestão pessoal da transição profissional: um estudo com ex-funcionários de uma instituição privatizada. **Revista de Administração Contemporânea**, Curitiba, v. 15, n. 5, art. 3, p. 834-854, set./out. 2011.

ZANINELLI, T.; CALDEIRA, G.; FONSECA, D. L. S. Veteranos, Baby Boomers, Nativos Digitais, Gerações X, Y e Z, Geração Polegar e Geração Alfa: perfil geracional dos atuais e potenciais usuários das bibliotecas universitárias. **Brazilian Journal of Information Studies: Research trends**, publicação contínua, 2022. Disponível em:
<<https://revistas.marilia.unesp.br/index.php/bjis/article/view/12991/8744>>. Acesso em: 06 mar. 2025.

A inteligência artificial nas salas de aula e a reconfiguração do trabalho docente: entre automação pedagógica e os riscos de uberização do trabalho docente



Artificial intelligence in classrooms and the reconfiguration of teaching work: between pedagogical automation and the risks of the uberization of teaching labor

Douglas M. A. de Abreu Pestana dos Santos 

Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP
douglas.pestana@unifesp.br

Revista Processando o Saber

eISSN 2179-5150 · Vol 18, n. 01, 2026
Multidisciplinar · DOI · Revisão por pares

Faculdade de Tecnologia Praia Grande – FATEC

Períodicidade: Anual
revista@fatecpg.edu.br

Recebido: Jan 2026

Aceito: Mar 2026

Publicado: Jun 2026

URL: <https://www.fatecpg.edu.br/revista/index.php/ps/article/view/425>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.19932993>



RESUMO

O presente artigo examina as transformações profundas que a inteligência artificial (IA) está impondo ao trabalho docente nas salas de aula contemporâneas, analisando a tensão dialética entre os ganhos de eficiência proporcionados pela automação pedagógica e os riscos estruturais de precarização do trabalho inspirados no modelo de uberização específico da economia de plataformas. A investigação fundamenta-se em pesquisas recentes conduzidas por instituições como Gallup, Walton Family Foundation, RAND Corporation e Microsoft, cujos dados revelam que aproximadamente 60% dos professores da educação básica nos Estados Unidos utilizaram ferramentas de IA durante o ano letivo de 2024-2025, economizando em média 5,9 horas semanais em tarefas administrativas. Paralelamente, a expansão dos modelos de trabalho por plataformas digitais para o setor educacional apresenta contornos preocupantes de desregulamentação trabalhista, transferindo riscos empresariais para os trabalhadores e limitando conquistas históricas da categoria docente. O artigo argumenta que a integração da IA na educação requer um marco regulatório que preserve a centralidade do julgamento humano na prática pedagógica, garanta condições dignas de trabalho e impeça a transformação dos educadores em relação aos serviços precarizados subordinados a algoritmos.

PALAVRAS-CHAVE: Inteligência Artificial; Educação; Trabalho Docente; Automação Pedagógica; Uberização; Precarização do Trabalho.

ABSTRACT

This article examines the profound transformations that artificial intelligence AI is imposing on teaching work in contemporary classrooms, analyzing the dialectical tension between the efficiency gains provided by pedagogical automation and the structural risks of labor precarization inspired by the platform economy model of uberization. The investigation is grounded in recent research conducted by institutions such as Gallup, the Walton Family Foundation, the RAND Corporation, and Microsoft, whose data indicate that approximately 60 percent of K–12 teachers in the United States used AI tools during the 2024–2025 school year, saving an average of 5.9 hours per week on administrative tasks. At the same time, the expansion of digital platform labor models into the education sector presents troubling features of labor deregulation, transferring business risks to workers and eroding historic achievements of the teaching profession. The article argues that the integration of AI into education requires a regulatory framework that preserves the centrality of human judgment in pedagogical practice, ensures dignified working conditions, and prevents the transformation of educators into precarious service providers subordinated to algorithms.

KEY-WORDS: Artificial Intelligence; Education; Teaching Work; Pedagogical Automation; Uberization; Labor Precarization.

INTRODUÇÃO

Desde o lançamento do ChatGPT pela OpenAI em novembro de 2022, o panorama educacional global tem sido feito por intensos debates sobre os impactos dessa tecnologia na prática docente, na integridade acadêmica e na própria natureza do trabalho educativo. O que se apresenta como uma revolução promissora de personalização do aprendizado e ruptura das cargas administrativas dos educadores esconde, simultaneamente, potenciais dinâmicas de precarização do trabalho que merecem escrutínio crítico aprovado.

Os dados mais recentes indicam uma adoção acelerada das ferramentas de IA no setor educacional. Uma pesquisa conduzida pela Gallup e pela Walton Family Foundation em 2024 revelou que seis em cada dez professores de escolas públicas K-12 nos Estados Unidos usaram ferramentas de IA em seu trabalho durante o ano letivo de 2024-2025, representando um aumento significativo em relação aos anos anteriores (Gallup; Walton Family Foundation, 2024). Entre os professores que adotam essas ferramentas regularmente, os resultados são expressivos: a economia média de tempo foi de 5,9 horas semanais, equivalente a aproximadamente seis semanas de trabalho docente por ano letivo, conforme documento do relatório *Teaching for Tomorrow: Unlocking Six Weeks a Year With AI* (Edsurge, 2025).

Contudo, a mesma tecnologia que promove a libertação dos educadores das tarefas repetitivas para que possam se dedicar ao que há de mais essencial na prática pedagógica, a relação humana com os estudantes também carrega consigo o potencial de reconfigurar fundamentalmente a natureza do trabalho docente. A expansão dos modelos de economia de plataformas para o setor educacional, demonstrada na literatura e chamada de "uberização do trabalho", apresenta riscos concretos de desregulamentação trabalhista, fragmentação das relações de emprego e transferência dos riscos empresariais para os trabalhadores (Abílio, 2019; Parlamento Europeu, 2020).

Em novembro de 2025, o Estudo Setorial Inteligência Artificial na Educação: usos, oportunidades e riscos no cenário brasileiro, realizado pelo Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação, vinculado ao Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR, revelou que estudantes e professores já utilizam intensamente ferramentas baseadas em IA, ainda que esse uso ocorra de forma espontânea, desigual e sem diretrizes normativas consolidadas. O documento chama atenção para o descompasso entre a rápida disseminação tecnológica e a ausência de políticas educacionais estruturadas capazes de orientar práticas pedagógicas, garantir equidade de acesso e assegurar usos eticamente responsáveis. A Internacionalização da Educação para a América Latina conduziu, até janeiro

de 2026, uma ampla investigação junto a professores da rede pública de educação básica, buscando compreender como a IA vem reconfigurando práticas de ensino, rotinas laborais e percepções sobre riscos, benefícios e possíveis ameaças à estabilidade profissional.

O estudo também procura subsidiar políticas públicas, ações sindicais e propostas de regulação, reconhecendo que somente a partir de evidências concretas é possível defender direitos e orientar decisões, como salientou Guelda Cristina, secretária de Assuntos Educacionais da Confederação Nacional dos Trabalhadores em Educação. Em consonância com essa perspectiva, o relatório HP Futures 2025, liderado pelo Global Learning Council em parceria com T4 Education e a HP, recomenda uma adoção ética, segura e regulada da IA nas escolas. A escuta de 2,8 mil estudantes de 21 países revelou não apenas o uso cotidiano da tecnologia por mais de 60% dos respondentes, mas também uma postura crítica, já que 71% defendem limites claros para as capacidades da IA na educação, reforçando a necessidade de políticas que articulem inovação tecnológica, responsabilidade social e centralidade do trabalho docente.

O presente artigo propõe-se a analisar essa tensão dialética, investigando como a inteligência artificial nas salas de aula está reconfigurando o trabalho docente, pesando os benefícios da automação pedagógica contra os riscos da precariedade do trabalho inspirados em modelos de economia de plataforma. A questão central é que a integração da IA na educação, se não for acompanhada de marcos regulatórios adequados e de uma discussão coletiva sobre o futuro da profissão docente, pode levar a uma forma de uberização do trabalho educacional que comprometeria tanto a qualidade da educação quanto a dignidade dos profissionais que a produzem.

A relevância desta investigação justifica-se pela urgência de compreender as transformações em curso antes que se consolidem estruturas irreversíveis. Como alertou o relatório do Departamento de Educação dos Estados Unidos sobre IA e o futuro do ensino e da aprendizagem: as políticas são urgentemente necessárias para implementar a automação para avançar os resultados de aprendizagem, protegendo simultaneamente a tomada de decisão e julgamento humano (US Department of Education, 2024, p. 3). Este artigo busca contribuir para essa discussão oferecendo uma análise fundamentada das evidências empíricas disponíveis e das implicações teóricas e práticas dessas especificidades.

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 A AUTOMAÇÃO PEDAGÓGICA: CONCEITUAÇÃO E LIMITES

Segundo Santos (2025), a inserção da Inteligência Artificial no campo educacional vem produzindo inflexões paradigmáticas de elevada densidade teórica e política, na medida em que reconfigura, de forma simultânea, os modos de ensinar, os processos de aprendizagem e as racionalidades que atravessam a gestão educacional. Não se trata, portanto, de mera incorporação instrumental de artefatos tecnológicos ao cotidiano escolar, mas da emergência de um novo regime sociotécnico de mediação pedagógica, capaz de alterar a arquitetura do trabalho docente, os dispositivos de acompanhamento discente, as formas de regulação institucional e os próprios critérios de legitimação do saber escolar. Sob essa chave analítica, a IA tensiona fundamentos históricos da educação, uma vez que desloca a centralidade exclusiva da ação humana para sistemas algorítmicos que passam a operar sobre dados, desempenhos, perfis e previsões, instaurando novas formas de governamentalidade pedagógica.

Nessa direção, o conceito de *automação pedagógica* designa o emprego de sistemas de inteligência artificial destinados a executar, otimizar ou modular atividades tradicionalmente inscritas no escopo do fazer docente e da gestão pedagógica. Tal noção abrange, entre outras dimensões, a correção automatizada de avaliações, o planejamento de aulas, a produção de materiais didáticos, a personalização de itinerários formativos e a mediação comunicacional com estudantes e famílias. Contudo, a densidade dessa transformação não reside apenas na transferência técnica de tarefas, mas sobretudo na reconfiguração epistemológica e política do ato educativo, uma vez que a automação introduz critérios computacionais de seleção, classificação, recomendação e monitoramento que podem redesenhar os sentidos da formação.

Desse modo, a discussão sobre automação pedagógica exige ultrapassar leituras celebratórias ou estritamente funcionalistas, demandando uma problematização rigorosa acerca de seus efeitos sobre a autonomia docente, a intencionalidade pedagógica, a justiça curricular, a produção das diferenças e os modos pelos quais a educação passa a ser organizada sob a lógica da dataficação e da performatividade. Essa automação fundamenta-se em tecnologias de processamento de linguagem natural, aprendizado de máquina e análise preditiva que permitem aos sistemas computacionais funções cognitivas complexas com eficiência crescente.

A literatura especializada identifica múltiplas dimensões da automação pedagógica. Zawacki-Richter et al. (2019), em revisão sistemática sobre o impacto da IA na educação superior, distinguiram entre aplicações focadas em sistemas de tutoria inteligente, análise de aprendizagem, apoio a professores e avaliação automatizada. Cada uma dessas dimensões apresenta potencialidades e características próprias que precisam ser consideradas em qualquer análise crítica.

Do ponto de vista teórico, a automação pedagógica pode ser desenvolvida através da lente da teoria da atividade, que enfatiza a natureza mediada da ação humana. Nesse enquadramento, as ferramentas de IA funcionam como artefatos mediadores que transformam a relação entre o sujeito (o professor) e o objeto de sua atividade (a aprendizagem do estudante).

As pesquisas recentes demonstram que a automação pedagógica apresenta resultados diferenciados dependendo do contexto de aplicação. No âmbito da correção automática, por exemplo, estudos previstos pela RAND Corporation em 2025 revelaram que os sistemas de IA foram capazes de cobrir 92,2% do trabalho de avaliação nas salas de aula desenvolvidas, com mais de 75% das turmas tendo mais de 80% das avaliações corrigidas automaticamente (Rand Corporation, 2025). Contudo, essas mesmas pesquisas evidenciaram que a mediação docente permanente é essencial para interpretar e contextualizar os resultados da AI, indicando que a automação completa é, no mínimo, problemática.

O termo "uberização" deriva do nome da empresa Uber Technologies Inc., pioneira no modelo de transporte por aplicativo, e foi progressivamente expandido para designar um padrão mais amplo de organização do trabalho caracterizado pela digitalização da intermediação entre consultas de serviços e clientes, pela classificação dos trabalhadores como empreendedores independentes, pela ausência de vínculo empregatício formal e pela submissão a sistemas de gestão algorítmica (De Stefano, 2016; Abílio, 2021).

A literatura sobre economia de plataformas identifica características estruturais desse modelo de trabalho que o distinguem das formas tradicionais de emprego. Entre as principais, destacam-se: a fragmentação do trabalho em tarefas discretas e sob demanda; a eliminação ou redução significativa de proteções trabalhistas e benefícios sociais; a transferência de riscos empresariais (incluindo custos de equipamento, seguros e demanda variável) para os trabalhadores; a intensificação da competição entre trabalhadores através de sistemas de avaliação e ranqueamento; e a opacidade dos algoritmos que governam a alocação de trabalho e as remunerações (European Parliament, 2020; Human rights watch, 2025).

O relatório do Parlamento Europeu sobre a economia de plataformas e o trabalho precário foi enfático ao sinal de que "a ascensão das plataformas globais de trabalho apresenta

desafios significativos para os quadros legislativos existentes e para os incumbentes tradicionais" (European Parliament, 2020, p. 27). A ausência de definição clara do status jurídico dos trabalhadores de plataformas tem dificultado a aplicação de normas trabalhistas convencionais, criando um vazio regulador que beneficia as plataformas em detrimento dos trabalhadores.

No contexto específico do trabalho docente, a uberização assume contornos particulares que precisam ser compreendidos à luz das especificidades da profissão. Historicamente, o trabalho docente caracterizou-se por certa estabilidade empregatícia (especialmente no setor público), pela existência de carreiras com progressão funcional, pela proteção da estabilidade e por um ethos profissional baseado na vocação e no compromisso com o desenvolvimento integral dos estudantes (Gentili, 2011). A uberização do trabalho docente representaria uma ruptura radical com esse modelo histórico.

Uma análise do trabalho docente contemporâneo requer considerar as múltiplas dimensões que compõem a atividade profissional dos educadores. Ao contrário das representações simplistas que reduzem o ensino à entrega de conteúdos, a investigação em sociologia da educação há muito estabeleceu que o trabalho docente abrange um conjunto complexo de atividades, incluindo planejamento, instrução, avaliação, feedback, gestão de sala de aula, aconselhamento aos alunos, comunicação com os pais, tarefas burocráticas e desenvolvimento profissional (Tardif, 2000).

Essas diferentes dimensões do trabalho docente apresentam diversos graus de suscetibilidade à automação. Tarefas mais rotineiras e padronizáveis, como a correção de avaliações objetivas ou a elaboração de planos de aula convencionais, apresentam maior potencial de automação. Já dimensões que envolvem julgamento contextualizado, construção de relações interpessoais, mediação de conflitos e suporte socioemocional aos estudantes resistem mais fortemente à substituição por sistemas computacionais (Us Department of Education, 2024).

Uma pesquisa de 2025 da Microsoft sobre IA na educação, conduzida com 1.851 entrevistados de instituições de ensino K-12 e superior em seis países, revelou que 86% das organizações educacionais utilizam IA generativa, a maior taxa entre todos os setores pesquisados (Microsoft, 2025). Contudo, essa ampliação não significa substituições docentes, mas sim uma transformação das práticas que, segundo os próprios educadores pesquisados, tem se caracterizado pela complementação e não pelas substituições.

O relatório do Departamento de Educação dos EUA (2024) oferece uma formulação precisa dessa tensão: "Compreender que a IA aumenta a automação e permite que máquinas

realizem algumas tarefas que apenas pessoas fizeram no passado nos leva a um par de questões ousadas e centrais: Qual é a nossa visão coletiva de um sistema educacional deficiente e conseguível que aproveita a automação para avançar a aprendizagem, enquanto protege e centra a agência humana?" (pág. 3). Essa formulação captura a essência do desafio que este artigo busca investigar.

2. METODOLOGIA

A investigação apresentou uma abordagem de revisão sistemática da literatura combinada com análise de dados empíricos recentes provenientes de pesquisas realizadas por instituições de pesquisa reconhecidas. O período de análise concentrou-se nos anos de 2024-2025, com o objetivo de capturar as tendências mais atuais relacionadas à adoção de IA no contexto educacional e suas implicações para o trabalho docente.

A coleta de dados envolveu a consulta a relatórios de pesquisas de organizações como Gallup, Walton Family Foundation, RAND Corporation, Microsoft, Center for Democracy and Technology, European Parliament, Human Rights Watch, além de artigos acadêmicos publicados em periódicos indexados nas bases Scopus e Web of Science. Os critérios de inclusão priorizaram estudos empíricos com metodologias claras e amostras representativas, excluindo análises puramente especulativas ou baseadas em opiniões não fundamentadas.

A análise combinou elementos de análise temática, para identificar padrões e tendências nos dados encontrados, com reflexão teórica fundamentada nas categorias conceituais apresentadas na fundamentação. O objetivo foi produzir uma síntese interpretativa que integrasse as evidências empíricas disponíveis com o arcabouço teórico sobre automação do trabalho e uberização, contribuindo para uma compreensão mais abrangente das especificidades do estudo.

3. AMPLA DISCUSSÃO

Os dados mais recentes sobre a adoção de IA no contexto educacional revelam uma transformação acelerada que desafia as expectativas de muitos analistas. De acordo com pesquisa do EdWeek Research Center, um percentual de professores que afirmaram uso de IA em suas práticas docentes praticamente dobrou entre 2023 e 2025, passando de 34% para 61%

(Edweek Research Center, 2026). Esse crescimento exponencial ocorreu apesar das preocupações iniciais com integridade acadêmica e da ausência de políticas institucionais claras para orientar o uso dessas tecnologias. Uma pesquisa realizada pelo Center for Democracy and Technology em 2025 revelou dados ainda mais expressivos: 85% dos professores e 86% dos estudantes afirmaram uso de IA durante o ano letivo de 2024-2025 (Center for Democracy and Technology, 2025).

Esses números sugerem que a tecnologia já atravessa de forma significativa a experiência educacional de ambos os grupos, ainda que os padrões de uso e as percepções sobre seus impactos possam divergir. Entre os professores que utilizam IA regularmente, os benefícios percebidos são benéficos. Uma pesquisa da Walton Family Foundation e Gallup documentou que 84% dos professores que utilizaram ferramentas como ChatGPT relataram impacto positivo em suas práticas de ensino (Walton Family Foundation, 2023). As aplicações mais comuns incluem criação de materiais didáticos (44% dos usuários), elaboração de planos de aula (38%), resumo de informações (38%) e geração de recursos para a sala de aula (37%) (Engageli, 2025). No âmbito específico da avaliação, as ferramentas de IA demonstraram capacidade crescente de automação. Uma pesquisa da RAND Corporation sobre correção automática por IA em salas de aula K-12 revelou que, em mais de 75% das turmas científicas, mais de 80% do trabalho submetido pelos estudantes recebeu notas geradas por IA (Rand Corporation, 2025).

A mediana de cobertura de correção por IA foi de 92,2%. Contudo, é fundamental notar que a automação desse processo não implica a eliminação do papel docente. Como observou a mesma pesquisa da RAND Corporation: "Os professores não simplesmente implantaram a automação, em vez disso, eles a integraram em suas práticas de sala de aula para equilibrar a velocidade com a prática pedagógica. Os professores exerceram discricão, editando feedback, esclarecendo notas e recontextualizando comentários para manter a integridade pedagógica" (Rand Corporation, 2025, p. 4). Esse achado sugere que a relação entre IA e trabalho docente é mais complexa do que uma simples narrativa de substituições sugere.

Os ganhos de eficiência proporcionados pela automação pedagógica específica são um dos argumentos mais frequentemente invocados para explicar a adoção de ferramentas de IA no contexto educacional. Uma pesquisa da Gallup documentou que professores que utilizam IA semanalmente economizam em média 5,9 horas por semana, o que equivale a aproximadamente seis semanas de trabalho docente ao longo de um ano letivo (Edsurge, 2025). Esse "dividendo da IA", conforme denominado pelo relatório, representa um potencial significativo de transformação das condições de trabalho docente. A economia de tempo se manifesta em

diferentes dimensões do trabalho docente. A pesquisa da Microsoft indica que os professores utilizam IA para uma variedade de tarefas, incluindo o planejamento de aulas, seleção de materiais educacionais, a comunicação com famílias, a elaboração de planos de educação individualizada (IEPs) e a preparação de materiais para estudantes com necessidades especiais (Microsoft, 2025).

Uma professora entrevistada no relatório da EdSurge relatou que utilizou IA "para ajudar no planejamento de aulas, na diferenciação de materiais, na escrita de partes de IEPs, na comunicação com famílias, e tudo isso se acumula em um dia inteiro de planejamento que eu recupero" (Edsurge, 2025). Além da economia quantificável de tempo, os professores relatam melhorias qualitativas em suas práticas. Uma pesquisa do Center for Democracy and Technology revelou que 69% dos professores afirmaram que as ferramentas de IA melhoraram seus métodos/habilidades de ensino, 59% disseram que a IA permitiu aprendizagem mais personalizada, e 55% disseram que a IA proporcionou mais tempo para interação direta com estudantes (Center for Democracy and Technology, 2025). Esses dados sugerem que, quando bem renovados, a IA pode potencializar dimensões centrais da prática pedagógica.

A percepção dos próprios educadores sobre a tecnologia evoluiu significativamente desde o lançamento do ChatGPT. Uma pesquisa realizada pela Study.com em 2023 revelou que 43% dos educadores sentiam que o programa tornaria seus empregos mais difíceis, enquanto quase seis em cada dez previam que facilitaria suas vidas (NEA, 2023). Essa evolução nas percepções reflete tanto a familiarização progressiva com as ferramentas quanto o acúmulo de evidências sobre seus efeitos práticos. A experiência de uma professora de estudos sociais do ensino médio na região de Houston, citada em reportagens recentes, é ilustrativa: "A IA transformou como eu ensino. Também transformou meus fins de semana e me proporcionou um melhor equilíbrio entre vida pessoal e profissional" (COURTHOUSE NEWS, 2025). Esse depoimento sugere que os ganhos de eficiência podem ter implicações positivas para o bem-estar docente e, conseqüentemente, para a qualidade do ensino.

A análise dos impactos da IA no trabalho docente não pode se limitar aos ganhos de eficiência, sendo necessário considerar também os riscos de precarização que acompanham a transformação em curso. A literatura sobre economia de plataformas oferece ferramentas conceituais importantes para compreender esses riscos, que se manifestam tanto no setor privado quanto, progressivamente, no setor público. O conceito de uberização do trabalho docente refere-se à aplicação dos modelos de trabalho por plataformas digitais ao setor educacional, resultando em condições que incluem: classificação dos educadores como trabalhadores independentes ou autônomos, sem vínculo empregatício formal; ausência de

proteções trabalhistas convencionais como seguro-desemprego, aposentadoria e licença remunerada; submissão a sistemas de avaliação algorítmica que determinam acesso a trabalho e remunerações; fragmentação do trabalho em tarefas discretas e sob demanda; e intensificação da competição entre trabalhadores (Abílio, 2021; Parlamento Europeu, 2020).

Uma pesquisa de Abílio (2021) sobre uberização no Brasil demonstrou que esse modelo não se limita ao setor de transporte, tendo se expandido para categorias profissionais diversas, incluindo educadores. O estudo revelou que “a uberização está se expandindo para várias categorias profissionais, tais como motoristas de aplicativos, profissionais da educação, policiais, médicos, advogados, recrutadores e treinadores” (Abílio, 2021, p. 12). Essa expansão para o setor educacional representa uma ameaça potencial significativa às conquistas históricas da categoria docente. Os riscos de precarização são particularmente evidentes em plataformas educacionais que conectam professores a estudantes para aulas particulares ou tutoria. Nessas plataformas, os educadores são tipicamente classificados como particulares autônomos, sendo responsáveis por seus próprios equipamentos, espaços de trabalho e contribuições previdenciárias, enquanto as plataformas retêm parcela substancial do valor produzido pelo trabalho docente (Rosalux, 2024).

A ausência de regulação específica para esse modelo de trabalho permitiu que as plataformas maximizassem seus lucros ao custo dos trabalhadores. Além da precarização direta nas relações de trabalho, há riscos de precarização mais difusa com a transformação das condições de trabalho mesmo em contextos tradicionais. O relatório da Human Rights Watch sobre exploração laboral em plataformas digitais argumentou que “o trabalho em plataformas digitais está se espalhando por múltiplos setores da economia, desde transporte por aplicativo e entrega de refeições até cuidados, pesquisa, moderação de conteúdo e rotulagem de dados que ajuda a desenvolver sistemas de inteligência artificial” (Human Rights Watch, 2025, p. 3). Essa expansão generalizada do modelo de plataformas tem implicações para todos os setores, incluindo a educação.

Essa tensão não é meramente acidental, mas reflete contradições estruturais mais profundas do capitalismo contemporâneo e de sua manifestação específica no setor educacional. De um lado, a automação pedagógica oferece o potencial de liberar os docentes das tarefas mais mecânicas e repetitivas, permitindo-lhes concentrar-se nas dimensões mais propriamente humanas da prática pedagógica: a construção de relações significativas com os estudantes, a mediação de conflitos socioemocionais, o estímulo ao pensamento crítico e criativo e a adaptação sensível às necessidades individuais de aprendizagem. Essa liberação

poderia, teoricamente, contribuir para um trabalho docente digno e para uma educação de melhor qualidade.

Por outro lado, os mesmos processos de automação podem ser instrumentalizados para fragmentar, precarizar e subordinar o trabalho docente a lógicas algorítmicas que desconsideram a complexidade da prática educacional e as necessidades dos educadores como trabalhadores. A economia de plataformas demonstra que a automação não conduz necessariamente às melhores condições de trabalho; ao contrário, em contextos desregulamentados, ela pode ser utilizada para intensificar a exploração e erodir conquistas históricas dos trabalhadores. O relatório do Parlamento Europeu (2020) ofereceu uma formulação precisa dessa contradição: "O aumento das plataformas globais de trabalho representa uma ameaça significativa aos quadros regulatórios existentes" (p. 27). No contexto educacional, essa ameaça se manifesta tanto na emergência de plataformas de ensino que operam com trabalhadores precarizados quanto na possibilidade de que sistemas de IA sejam usados para monitorar, avaliar e controlar professores em contextos tradicionais de trabalho. Uma análise dialética dessa situação sugere que o destino da IA na educação não está predeterminado, mas dependerá das lutas sociais e das escolhas políticas que foram feitas. A tecnologia em si é neutra; seus efeitos são mediados pelas estruturas sociais e pelas relações de poder que a implementam.

Embora os sistemas de IA demonstrem capacidades impressionantes em tarefas específicas, a investigação mostra consistentemente que os educadores continuam a ser essenciais para o processo educativo de forma que resistem à fácil substituição.

O relatório do Departamento de Educação dos EUA (2024) foi enfático ao afirmar a necessidade de "proteger a tomada de decisão e o julgamento humano" na implementação de IA na educação (p. 3). Essa proteção não é meramente uma questão de preferência ideológica, mas deriva do reconhecimento de que a educação é uma prática fundamentalmente humana que envolve dimensões éticas, relacionais e contextuais que escapam à capacidade atual (e possivelmente futura) de sistemas computacionais. A pesquisa sobre correção automatizada por IA fornece evidências importantes sobre essa questão. Apesar dos avanços técnicos documentados, os estudos revelam limitações específicas dos sistemas de IA na avaliação de tarefas complexas que envolvem criatividade, nuance e pensamento crítico (Wetzler *et al.*, 2024; Flodén, 2025).

Além das limitações técnicas dos sistemas de IA, há considerações éticas fundamentais sobre o papel da avaliação na educação. A correção dos trabalhos estudantis não é meramente uma operação técnica de verificação de respostas corretas; é uma prática pedagógica que

envolve comunicação, orientação e construção de relações. Como argumentou um professor em análise crítica recente: “Quando a IA é usada para avaliar a aprendizagem docente, os professores usam a tecnologia para reduzir sua carga de trabalho, e os estudantes naturalmente buscam meios de manipular esses sistemas através de técnicas como injeção de prompt” (Watkins, 2025). Essa dinâmica sugere que a automação da avaliação pode corromper a própria relação pedagógica que ela pretende facilitar.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise desenvolvida neste artigo demonstra que a inteligência artificial nas salas de aula reconfigura de forma eficaz o trabalho docente, no entanto, essa reconfiguração não segue uma lógica de substituição ou de simples complementaridade.

Os ganhos de eficiência documentados pelas pesquisas são reais e significativos. A economia média de 5,9 horas semanais que os professores obtêm através do uso de IA não é trivial; ela pode representar a diferença entre um trabalho docente insustentável e um trabalho que permite equilíbrio entre vida profissional e pessoal, bem como entre burnout e satisfação profissional. Esses ganhos justificam uma postura de abertura em relação às potencialidades da tecnologia.

Contudo, uma análise também revela que a automação pedagógica não é intrinsecamente benéfica; seus efeitos dependem das condições em que é implementada e das estruturas de governança que a orientam. Quando a IA é utilizada para intensificar o controle sobre professores, para fragmentar e precarizar suas condições de trabalho, ou para substituir o julgamento humano em situações que o excluem, ela se torna uma força negativa que compromete tanto a qualidade do trabalho docente quanto a qualidade da educação.

As implicações para políticas públicas e práticas institucionais são significativas. Este artigo sugere as seguintes recomendações:

- I. é urgente a elaboração de marcos regulatórios específicos para o uso de IA na educação que protejam os direitos dos trabalhadores docentes e garantam a centralidade do julgamento humano na prática pedagógica. A regulação deve impedir a classificação de professores como trabalhadores autônomos em plataformas educacionais que efetivamente controlam as condições de seu trabalho.
- II. as instituições educacionais devem desenvolver políticas claras sobre o uso de IA que orientem os educadores quanto às aplicações apropriadas e inapropriadas da tecnologia, evitando tanto sua exclusão quanto a adoção acrítica. Essas políticas devem ser elaboradas com a participação efetiva dos docentes, não apenas como implementadores, mas como agentes de decisão.
- III. a formação docente deve incorporar competências relacionadas à alfabetização em IA preparando os educadores para utilizarem essas ferramentas de forma crítica e reflexiva, compreendendo tanto suas potencialidades quanto suas limitações e riscos. Essa formação deve enfatizar a manutenção do julgamento crítico como competência central da prática docente.
- IV. é necessário promover o debate público sobre o futuro do trabalho docente em um contexto de crescente automação, envolvendo não apenas educadores e gestores educacionais, mas também estudantes, famílias e a sociedade em geral. A democracia exige que decisões com implicações tão significativas para a educação sejam tomadas de forma coletiva e transparente.

Em última análise, o futuro do trabalho docente em um mundo com IA não está predeterminado. Ele será moldado pelas escolhas políticas, pelas lutas sociais e pelas decisões institucionais que serão tomadas nos próximos anos. O desafio é garantir que a tecnologia sirva aos objetivos de uma educação de qualidade e à promoção de condições de trabalho dignas para os educadores, e não o contrário.

Uma reflexão proposta por um professor em reportagem recente captura bem esse desafio: "Se eu estou no púlpito de que 'IA é ruim e as crianças vão ficar burras', bem, sim, se não ensinarmos a eles como usar a ferramenta. Parece minha responsabilidade como adulto na sala ajudar a descobrir como navegar esse futuro" (Courthouse News, 2025).

REFERÊNCIAS

ABÍLIO, L. C. **Uberização: uma era do trabalho mediado por plataformas digitais.** Sociologias, v. 37, p. 1-15, 2021.

CENTRE FOR DEMOCRACY AND TECHNOLOGY. **Adoção de IA pelas escolas está ligada ao aumento dos riscos para os alunos.** Washington, DC: CDT, 2025.

DE STEFANO, V. **A ascensão da força de trabalho sob demanda: trabalho sob demanda, crowdwork e proteção trabalhista na economia gig.** Documento de Trabalho da Organização Internacional do Trabalho, n. 71, 2016.

DEPARTMENT OF EDUCATION OF THE UNITED STATES. **Inteligência artificial e o futuro do ensino e da aprendizagem.** Washington, DC: Office of Planning, Evaluation and Policy Development, 2024.

EDSURGE. **Os professores tentam recuperar o tempo usando ferramentas de IA.** 2025. Disponível em: <https://www.edsurge.com/news/2025-08-25-teachers-try-to-take-time-back-using-ai-tools>. Acesso em: jan. 2026.

EDWEEK RESEARCH CENTER. **Mais professores estão usando IA em suas salas de aula. Aqui está o porquê.** 2026. Disponível em: <https://www.edweek.org/technology/more-teachers-are-using-ai-in-their-classrooms-heres-why/2026/01>. Acesso em: jan. 2026.

ENGAGELI. **20 estatísticas sobre IA na educação para orientar sua estratégia de aprendizagem em 2025.** 2025. Disponível em: <https://www.engageli.com/blog/ai-in-education-statistics>. Acesso em: jan. 2026.

ENGESTRÖM, Y. **Learning by expanding: an activity-theoretical approach to developmental research.** Helsinki: Orienta-Konsultit, 1987.

EUROPEAN PARLIAMENT. **A economia das plataformas e o trabalho precário.** Bruxelas: Parlamento Europeu, 2020. (PE 652.734).

FLODÉN, J. **Avaliação de provas dissertativas por IA: comparável à avaliação humana, mas ainda existem preocupações.** Assessment & Evaluation in Higher Education, 2025.
FOUNDATION WALTON FAMILY; GALLUP. **Teaching for tomorrow: unlocking six weeks a year with AI.** 2024.

FUNDAÇÃO FAMÍLIA WALTON. **Professores e pais relatam impacto positivo do ChatGPT no ensino e na aprendizagem.** 2023. Disponível em: <https://www.waltonfamilyfoundation.org/learning/teachers-parents-report-positive-impact-of-chatgpt-on-teaching-and-learning>. Acesso em: jan. 2026.

GAO, Y. **IA e avaliação automática no ensino superior: capacidades, ética e o papel em evolução dos educadores.** Ohio: Ohio State University, 2025.

GENTILI, P. **A década da exclusão: um olhar sobre os desafios da democratização do ensino médio no Brasil.** Educação & Sociedade, n. 115, p. 371-390, 2011.

HUMAN RIGHTS WATCH. **A armadilha do trabalho temporário: salários algorítmicos e exploração do trabalho em plataformas nos EUA.** Nova York: HRW, 2025.

MICROSOFT. **IA na educação em 2025: um relatório especial da Microsoft**. Redmond: Microsoft, 2025.

NATIONAL EDUCATION ASSOCIATION. **Com a entrada do ChatGPT na sala de aula, professores avaliam prós e contras**. Washington, DC: NEA, 2023.

NOTÍCIAS DO TRIBUNAL. **Como o ChatGPT e outras ferramentas de IA estão mudando a profissão docente**. 2025. Disponível em: <https://www.courthousenews.com/how-chatgpt-and-other-ai-tools-are-change-the-teaching-profession/>. Acesso em: jan. 2026.

RAND CORPORATION. **O uso de IA nas escolas está aumentando rapidamente, mas as diretrizes estão atrasadas**. Santa Monica: RAND, 2025.

ROSALUX. **Da uberização à economia digital solidária**. 2024. Disponível em: <https://www.rosalux.de/en/news/id/53259/from-uberization-to-the-digital-solidarity-economy>. Acesso em: jan. 2026.

SANTOS, D. M. A. de A. P. **Inteligência artificial na educação contemporânea**. Revista Processando o Saber, [s. l.], v. 17, n. 1, p. 51-73, 6 jun. 2025. DOI: 10.5281/zenodo.15477436. Disponível em: <https://www.fatecpg.edu.br/revista/index.php/ps/article/view/381>.

TARDIF, M. **Saberes profissionais dos professores e conhecimentos universitários**. Revista Brasileira de Educação, n. 13, p. 5-24, 2000.

VALLAS, S. P.; KOVALAINEN, A. **Fazendo um balanço da revolução digital, trabalho e labor na era digital**. In: VALLAS, S. P.; KOVALAINEN, A. (org.). Trabalho e labor na era digital. Bingley: Emerald Publishing, 2019. p. 1-32.

WATKINS, M. **Os perigos de usar IA para avaliar**. Substack, 2025. Disponível em: <https://marcwatkins.substack.com/p/the-dangers-of-using-ai-to-grade>. Acesso em: jan. 2026.
WETZLER, E. et al. **A avaliação por IA apresenta viés consistente**. Educational Assessment, 2024.

ZAWACKI-RICHTER, O. et al. **Revisão sistemática da pesquisa sobre aplicações de inteligência artificial no ensino superior**. International Journal of Educational Technology in Higher Education, v. 16, n. 39, 2019.

Teoria das equações diferenciais ordinárias: desafios na formação de professores de matemática numa universidade pública alagoana



Theory of ordinary differential equations: challenges in the training of mathematics teachers at a public university in alagoas

Kleber Saldanha de Siqueira 

Universidade Federal de Alagoas - UFAL
kleber.siqueira@cedu.ufal.br

PALAVRAS-CHAVE: Formação de professores; Ensino superior; Matemática aplicada.

Revista Processando o Saber

eISSN 2179-5150 · Vol 18, n. 01, 2026
Multidisciplinar · DOI · Revisão por pares

Faculdade de Tecnologia Praia Grande – FATEC

Periodicidade: Anual
revista@fatecpg.edu.br

Recebido: Jan 2026

Aceito: Mar 2026

Publicado: Jun 2026

URL: <https://www.fatecpg.edu.br/revista/index.php/ps/article/view/428>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.19933977>



ABSTRACT

The training of mathematics teachers involves mastering important fields of pure and applied mathematics, alongside pedagogical training for teaching in basic education. In this sense, guiding pre-service teachers towards knowledge acquisition requires techniques, strategies, and methodologies capable of giving meaning to the content related to their training, enabling them to visualize its scientific, practical, and educational scope. In this formative process, the theory of ordinary differential equations plays an important role in teacher training, integrating the disciplines of Calculus and enabling the analysis and solution of important physical problems, reflecting its theoretical and applied character. Therefore, this article, configured as a narrative-descriptive experience report, aims to critically and reflectively describe the pedagogical experiences of the author (teacher-researcher) during the teaching of the subject Differential Equations for undergraduate students in the Mathematics Licenciature program at a public university in Alagoas. The organizational elements of the discipline, its formative objectives, teaching strategies and assessments adopted, and the main challenges related to the student's acquisition of knowledge, focused on the theoretical and applied understanding of these mathematical objects, are presented. Therefore, the relevance of this topic in the training of mathematics teachers is evident, given the depth and profusion of the theory of differential equations in solving problems in different areas of knowledge, expanding the algebraic tools of the teacher in training, while ensuring the assimilation of mathematical techniques endowed with complexity and theoretical arrangement.

KEY-WORDS: Teacher training; Higher education; Applied mathematics.

RESUMO

A formação do professor de Matemática perpassa o domínio de importantes campos da Matemática pura e aplicada, paralelamente à formação pedagógica para o exercício da atividade docente no Ensino Básico. Nesse sentido, levar o professor em formação à apropriação do conhecimento exige técnicas, estratégias e metodologias capazes de significar os conteúdos ligados à sua formação, tornando-o capaz de visualizar seu alcance científico, prático e educativo. Nesse percurso formativo, a teoria das equações diferenciais ordinárias cumpre importante etapa na formação do professor, integralizando as disciplinas de Cálculo e possibilitando a análise e solução de importantes problemas físicos, reverberando seu caráter teórico e aplicado. Sendo assim, este artigo, configurado num relato de experiência de natureza narrativa-descritiva, tem por objetivo descrever, crítico-reflexivamente, as experiências pedagógicas do autor (professor-pesquisador) durante a ministração da disciplina Equações Diferenciais para Licenciandos no curso de Licenciatura em Matemática de uma universidade pública alagoana. São apresentados os elementos organizacionais da disciplina, seus objetivos formativos, estratégias de ensino e avaliações adotadas e os principais desafios relacionados à aquisição do conhecimento pelo estudante, voltados para a compreensão teórica e aplicada destes objetos matemáticos. Desta feita, fica evidenciada a relevância deste tema na formação dos professores de Matemática, dada a profundidade e profusão da teoria das equações diferenciais na resolução de problemas em diferentes áreas do conhecimento, ampliando o ferramental algébrico do professor em formação, ao mesmo tempo garantindo a assimilação de técnicas matemáticas dotadas de complexidade e arranjo teórico.

INTRODUÇÃO

A Matemática ocupa lugar de destaque como linguagem fundamental para a quantificação de fenômenos dos mais variados tipos e campos científicos. Para Pontes (2019, p. 186), “não existe área de atividade humana, em maior ou menor grau, onde a matemática não esteja presente”. Sua abrangência e precisão na modelagem de eventos mensuráveis permitem estudar e prever situações em diversos cenários decisórios e analíticos. Diante disso, a formação Matemática do sujeito deve ser vista como fator diferencial na sociedade, principalmente em face da sua relação com as várias tecnologias presentes no dia a dia das pessoas, representando fenômeno antropológico como destaca Silveira (2020).

Desde regras de contagem, resolução de equações, cálculo de áreas, perímetros e volumes, passando pelo cálculo estrutural de prédios e edificações de grande porte, controle de processos industriais e análise financeira, dentre outras aplicações, a Matemática com seus métodos e linguagem torna possível não apenas a viabilidade material destes processos, mas também aprimorar o próprio ferramental algébrico utilizado, “sendo todo o conhecimento matemático criação e invenção do sujeito humano” como afirma Becker (2019, p. 966). Para o professor de Matemática, dominar seus princípios e técnicas representa importante momento para compreender a extensão e usabilidade dos seus conteúdos na resolução de problemas aplicados, reforçando sua importância no entendimento dos seus conceitos e mecanismos algébricos diante de diferentes cenários tecnológicos.

Dominar o conhecimento matemático e aplicá-lo de forma assertiva reflete uma formação ativa e substanciada na teoria, estimulando no futuro professor de Matemática habilidades e competências essenciais para a sala de aula, tornando sua prática efetiva para a resolução interpretativa dos problemas, afastando-se da mecanicidade do ensino baseada na memorização de fórmulas e problemas famigerados. Seguindo este percurso, o estudo das Equações Diferenciais Ordinárias (EDOs) no currículo formativo do professor de Matemática cumpre importante função como elemento integrativo das disciplinas de Cálculo, Álgebra Linear, Cálculo Vetorial e disciplinas subjacentes, reunindo importantes resultados do Cálculo Diferencial e Integral para a modelagem de problemas gerais envolvendo todas as áreas das Ciências Exatas e Tecnologias. Esse aporte teórico deve ser construído de maneira adequada, estimulando o professor ao exercício conceitual e operativo, sendo este capaz de analisar e resolver problemas utilizando a teoria das EDOs.

Assim, considerando a importância deste campo da Matemática para a significação dos conteúdos e estímulo à postura analítica do futuro professor de Matemática, este artigo,

configurado num relato de experiência de natureza narrativa-descritiva, buscou refletir sobre as experiências pedagógicas vivenciadas pelo autor (professor-pesquisador) durante a ministração da disciplina Equações Diferenciais para Licenciandos no curso de Licenciatura em Matemática de uma Universidade pública alagoana.

Para isso, são apresentados e discutidos aspectos organizacionais da disciplina em conjunto com aspectos de ensino, objetivos, sua dinâmica e intencionalidade docente, levando à análise crítico-reflexiva do processo diante dos fenômenos de aprendizagem. De forma geral, objetivou-se delimitar a importância da disciplina e seus impactos na formação dos estudantes, considerando as metodologias de ensino empregadas e os instrumentos de avaliação utilizados, permitindo inferir não apenas o aproveitamento dos estudantes, mas dimensionar, ao final da disciplina, as percepções destes diante do alcance e sofisticação das EDOs na modelagem e solução de problemas encontrados nas ciências e tecnologia.

Este artigo está dividido em seis seções, incluindo esta introdução, reunindo os objetivos e motivações da pesquisa em tela, seguida da seção dois, onde são apresentados os métodos e aspectos organizacionais da pesquisa. A importância do estudo das EDOs é discutida de maneira generalista na seção três, focalizando o alcance destes entes matemáticos na modelagem e solução de problemas complexos, com especial atenção para a fenomenologia física e processos tecnológicos.

Na seção quatro, os aspectos pedagógicos voltados para a formação de professores se interseccionam com o espectro teórico e aplicado das EDOs, sendo possível analisar como estas últimas favorecem o desenvolvimento de habilidades e competência para o exercício docente. Complementando a seção anterior, a seção cinco delimita alguns pontos desafiadores no ensino da teoria das EDOs, estes últimos apresentados a partir das experiências vividas pelo professor-pesquisador, sendo traçado um perfil fenomenológico do processo de ensino e aprendizagem diante do cenário caracterizado.

A seção cinco reúne todas as discussões e reflexões produzidas ao longo da pesquisa, permitindo destacar o trajeto de ensino do professor-pesquisador, incluindo suas experiências, intervenções, recondução do trabalho de ensino e processos avaliativos com vistas à manutenção da aprendizagem. A seção seis apresenta as principais conclusões, reflexões e aprendizados do professor-pesquisador, permitindo estimar um melhor cenário para o ensino das EDOs, capaz de favorecer a concepção conceitual e operativa das técnicas de modelagem e resolução de problemas usando estas equações.

1. TRAJETO METODOLÓGICO

Esta pesquisa está configurada num relato de experiência no qual o professor-pesquisador destaca pontos importantes do percurso de ensino com vista ao debate crítico-reflexivo diante dos desafios pedagógicos da disciplina Equações Diferenciais Ordinárias para Licenciandos, voltada para a formação de professores Licenciados em Matemática. A disciplina foi ministrada em uma universidade pública alagoana no período 2024.1, contando com 36 estudantes matriculados. Ela constitui requisito obrigatório para a integralização curricular do licenciando, constituindo importante passo para a compreensão e resolução de problemas aplicados na Matemática, sendo possível correlacionar situações nos diversos campos científicos.

Possui carga horária de 80 h, ofertada de forma regular no 6º período do curso, contando com a seguinte ementa: (1) Equações Diferenciais Ordinárias de Primeira Ordem e Segunda Ordem; (2) Equações Lineares; (3) Equações de Ordem Superior; (4) Soluções em Séries; (5) Sistemas de Equações Lineares de Primeira Ordem; e (6) Aplicações. Como referência bibliográfica, são utilizados os principais livros da área, todos enfatizando as aplicações das equações diferenciais, permitindo ao licenciado ir além da teorização, sendo capaz de modelar matematicamente fenômenos naturais importantes. Nesse sentido, a disciplina também permite o resgate de conteúdos estudados em disciplinas anteriores, tornando possível para o professor reforçar aprendizados ao mesmo tempo complexificá-los.

A exposição dos conteúdos se baseou no dialogismo, antecedida pela aplicação de um teste de conhecimentos prévios contendo 10 perguntas sobre a teoria de limites, derivadas e integrais. Contemplou o uso de instrumentos clássicos de ensino (quadro e marcador) e tecnológicos, como projetor e TV digital para a visualização de gráficos em duas e três dimensões e outras estruturas. Ao longo do trajeto de ensino foram aplicados os seguintes instrumentos avaliativos: (1) Problemas aplicados; (2) Seminários temáticos; (3) Oficina de resolução de equações; (4) Oficina de resolução de problemas; e (5) Prova. Totalizando cinco instrumentos, os problemas aplicados consistiram em problemas variados das áreas de ciências e tecnologia, solucionados e apresentados pelos estudantes organizados em grupos, em que cada um destes escolhia aleatoriamente um problema. Os seminários temáticos reuniam os estudantes em grupos na apresentação e debate (no formato de aula) de tópicos específicos dos conteúdos da disciplina, sendo exigidos organização, planejamento e exposição didática do tema, além de atividades para a fixação do tema trabalhado. A oficina de resolução de equações buscou estimular os estudantes ao trabalho colaborativo, no qual grupos deveriam se reunir para

solucionar uma equação diferencial específica, escolhida aleatoriamente, apresentando os detalhes da resolução para os outros grupos.

A oficina de resolução de problemas consistiu em um momento no qual os estudantes, também reunidos em grupos, foram orientados a elaborar de forma autônoma, um problema aplicado envolvendo um tipo de EDO e sua respectiva técnica de resolução. Após este momento, os estudantes foram orientados a entregar para o professor-pesquisador os problemas elaborados, seguido da redistribuição aleatória destes aos grupos, de modo que cada grupo ficou responsável por solucionar o problema elaborado pelo outro, com subsequente apresentação e socialização. Concluindo a disciplina e o processo, foi aplicada uma prova discursiva, objetivando a integralização dos conteúdos e verificação geral da aprendizagem. O quadro 1 destaca os parâmetros qualitativos relacionados com cada instrumento avaliativo empregado.

Quadro 1 - Instrumentos avaliativos implementados e elementos qualitativos associados.

Instrumento	Aspecto qualitativo observados
Problemas aplicados	• Capacidade de atuar em grupo na interpretação e solução do problema, reconhecendo as principais conexões do conteúdo com o problema; • Apropriação da teoria e técnicas de resolução, contornando possíveis problemas ou situações imprevistas, como a realização de aproximações numéricas, obtenção de resultados paralelos e realização de definições e demonstrações auxiliares; • Organização na solução apresentada do problema, com encadeamento lógico de ideias, didaticidade e clareza na resolução;
Seminários temáticos	• Organização do tempo e didaticidade; • Utilização dos recursos digitais disponíveis; • Emprego de metodologias ativas; • Assertividade e domínio teórico/matemático do tema desenvolvido;
Oficina de resolução de equações	• Organização do tempo e didaticidade; • Domínio teórico/matemático; • Clareza e capacidade de inter-relacionar diferentes conteúdos; • Capacidade de desenvolver soluções alternativas;
Oficina de resolução de problemas	• Organização do tempo e didaticidade; • Utilização dos recursos digitais disponíveis; • Criatividade na elaboração dos problemas; • Nível de relação dos problemas elaborados com os conteúdos; • Clareza na apresentação dos problemas; • Relação com aspectos tecnológicos aplicados;
Prova	• Assertividade e domínio teórico/matemático dos temas abordados; • Capacidade de analisar e interpretar problemas tecnológicos; • Capacidade de expressar ideias de forma clara e organizada; • Completude nas soluções dos problemas;

Fonte: Autor (2026)

Para cada instrumento avaliativo foi associada à nota $0 \leq N_i \leq 10,0$, sendo a média geral associada ao aproveitamento dos estudantes, equivalente à média aritmética $N_G = \frac{\sum_{i=1}^4 N_i}{4}$ das notas individuais, sendo necessário $N_G \geq 7,0$ para aprovação na disciplina. No que tange aos aspectos éticos, este relato de experiência se limita à apresentação de informações qualitativas e dados numéricos estritamente relacionados com o desempenho da turma analisada, sendo desconsideradas quaisquer informações ligadas à identidade dos estudantes ou às suas imagens, uma vez que esta pesquisa focaliza a prática do professor-pesquisador, sendo os dados de forma geral, reflexões, discussões e posicionamentos deste, voltados exclusivamente para a pesquisa educacional.

2. POR QUE ESTUDAR EQUAÇÕES DIFERENCIAIS ORDINÁRIAS?

Os fenômenos observados na natureza se relacionam com fatores diversos, sendo seu mapeamento e estudo localizados nas dimensões espaço-temporais, permitindo observar e prever comportamentos específicos destes fenômenos. As EDOs são resultado direto dos esforços de vários cientistas, incluindo Pierre de Fermat (1601-1665), Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) e Sir Isaac Newton (1643-1727). Este último dedicou-se a descrever de modo preciso o movimento de objetos considerando as possíveis forças agindo sobre eles, levando inicialmente ao desenvolvimento do Cálculo Diferencial e Integral, reforçados por problemas e inquietações de origem geométrica, permitindo analisar o movimento de qualquer objeto no âmbito da Mecânica.

Sendo assim, ao isolar as forças que atuam sobre um objeto pontual de massa m , a força resultante, equivalente à soma vetorial das diversas forças atuando no objeto, converge para uma equação diferencial de segunda ordem tipo $f(\mathbf{r}'', \mathbf{r}', \mathbf{r}) = c$, onde $c \in \mathbb{R}$ e $\mathbf{r}$ representando o vetor posição do objeto, enquanto $\mathbf{r}'', \mathbf{r}'$ denotando as derivadas de segunda e primeira ordens de $\mathbf{r}$, respectivamente, quando aplicada a 2º lei de Newton ($\mathbf{F}_R = m \cdot \mathbf{a}$). Assim, dependendo do sistema analisado, das forças intervenientes, origem e comportamento dessas forças, a modelagem recairá numa EDO de segunda ordem, sendo necessário o emprego de técnicas de resolução apropriadas.

Apesar das suas origens no estudo da Mecânica, as EDOs de primeira ordem do tipo $f(y', y, x) = c$, onde $c \in \mathbb{R}$ desempenham papel fundamental na descrição de importantes fenômenos, muitos destes ligados à diluição de substâncias, crescimento de populações,

decaimento radioativo, dinâmica de resíduos, comportamento biológico de espécies da fauna e flora, dinâmica climática, dentre outros cenários nos quais a determinação do comportamento de uma variável em função de outra leva à previsibilidade e tomada de decisão diante do fenômeno (Boyce; DiPrima, 2015).

As EDOs de primeira ordem, de modo geral, apresentam técnicas de resolução bastante acessíveis, na maioria das vezes limitadas à separação de variáveis, com posterior integração membro a membro da equação, fator integrante ou mudança de variável, todas exigindo conhecimentos de cálculo integral e diferencial básicos (Kreyszig, 1988). Além disso, quando a equação se mostra linear, de coeficientes constantes e homogênea, a sua resolução costuma ser bastante facilitada, incorrendo em integrações diretas capazes de determinar $y(x)$ de maneira rápida. Diante disso, as EDOs foram ganhando maior extensão e usabilidade não só na Física, mas na própria Matemática, levando a novas descobertas e estudos, voltados para modelagem e resolução de equações cada vez mais complexas.

Essa possibilidade logo foi estendida para outros tipos de problemas, principalmente aqueles cujo caráter técnico envolvia a predileção de eventos importantes no setor industrial. Dessa forma, as EDOs constituem elemento basilar na análise de situações em que diversas variáveis intervêm na dinâmica de certo processo, exigindo compreensão e manejo matemático de projetistas e controladores. Dessa forma, ao longo da história, o estudo das EDOs ganhou espaço nos diversos cursos de Ciências e Engenharia, refletindo a importância de uma formação direcionada para a dinamicidade e interpretação de eventos complexos, marcados pela dependência multifatorial (Zill, 2003).

Cabe aos profissionais destas áreas dominar de maneira adequada a teoria das EDOs com vistas às suas aplicações, não deixando de lado os aspectos formais que estruturam seus fundamentos. Isso demanda domínio dos rudimentos do Cálculo Diferencial e Integral, estes últimos congregando aspectos importantes da própria teoria e técnicas de resolução. O aprendizado torna-se então voltado para a prática, uma vez que estas equações possuem forte viés usual, estimulando cientistas e engenheiros aos seus métodos e aplicabilidades.

Para situações ou fenômenos cujas EDOs assumem derivadas de ordens superiores a dois, ou seja, as técnicas de resolução da maioria destas equações recaem naquelas utilizadas para as equações de segunda ordem, guardadas certas aproximações e condições. Aliado a isso, técnicas numéricas também são utilizadas com certa frequência na solução de equações, principalmente de ordens elevadas, muitas destas associadas aos estudos cosmológicos ligados à Gravidade Modificada, Inflação Cósmica e Gravidade de Horndeski. É factível que a teoria das EDOs reverbera aspectos preponderantes da formação técnica do profissional capaz de

conceber e gerir diferentes sistemas e mecanismos tecnológicos importantes para o nosso dia a dia, permitindo de forma concomitante o aperfeiçoamento destes ambientes em função de seu conhecimento. Além disso, o estudo das EDOs no campo da Matemática pura sustenta novas teorias e aplicações diante do contínuo avanço da tecnologia, como também aqueles presenciados na Física, especialmente a Física Quântica, Ciência dos Materiais e Engenharia de Reatores, dentre outros.

3. EQUAÇÕES DIFERENCIAIS ORDINÁRIAS PARA O PROFESSOR DE MATEMÁTICA

A Matemática apresenta conceitos e estruturas algébricas preponderantes para a vida e materialização de ações concretas no campo tecnológico. Isso incorre nas práticas docentes voltadas para o domínio teórico e operacional do estudante, este devendo ser capaz de (1) interpretar um problema; (2) localizar o objeto de conhecimento/conteúdo relacionado com o problema; (3) executar operações lógico-matemáticas assertivas para a resolução do problema; (4) interpretar a solução, analisando sua consistência; e (5) sugerir outras possíveis formas de resolução. As cinco competências anteriormente elencadas representam uma pequena parcela daquelas que o professor de Matemática deve desenvolver ao longo de sua formação para a efetividade do seu processo formativo, sendo elas constantemente solicitadas no seu cotidiano profissional.

No tocante à teoria das EDOs, o professor encontra um cenário favorável para desenvolver certas habilidades e competências, ambas centradas na aplicabilidade destes objetos matemáticos. Mesmo diante de abordagens que priorizem a teoria em detrimento das aplicações, o conteúdo voltado aos estudos das EDOs vem acompanhado de problemas e exercícios com aplicações, reforçando o caráter didático.

Para Araújo, Reis e Laudaes (2022, p. 2) esse contexto deve ser focalizado durante o trajeto formativo dos professores de Matemática, uma vez que a memorização e aplicação linear de fórmulas e técnicas desprovidas de significação ainda são recorrentes nos cursos de Matemática, de modo que:

Observamos que grande parte dos estudantes manipulam algebricamente suas soluções, mas não sabem identificar aplicações para suas soluções. Assim, seu foco parece ficar restrito à aplicação das regras de solução, sem que sejam utilizados alguns conceitos matemáticos e sendo possível observar que eles não se preocupam em significar os resultados obtidos, em semelhança com os problemas de aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral (CDI).

Tamanha a importância das EDOs no contexto formativo do professor de Matemática, diversas pesquisas vêm apontando a necessidade de compreender as principais dificuldades demonstradas pelos licenciandos neste estágio de aprendizado, sendo apontadas novas metodologias e abordagens para a significação dos conteúdos, saberes e práticas diante da teoria das EDOs. Nesse sentido, Xavier *et al.* (2021) destacam que a aprendizagem baseada em problemas representa uma importante abordagem para o ensino das EDOs, permitindo a materialização dos conceitos e estruturas algébricas a partir da interação entre os estudantes, estes intervindo em situações que resgatem os conteúdos estudados. Ao mesmo tempo, Santos e Elias (2023, p. 378) destacam que “a modelagem matemática é a abordagem de ensino mais utilizada” nos cursos superiores de Ciência e Tecnologia.

Isso reflete práticas voltadas para o uso de *softwares* e tecnologias digitais capazes de mitigar a abstração, principalmente para a visualização de campos de solução. A exploração de ferramentas computacionais no ensino das EDOs permite não só estimular o pensamento computacional do futuro professor de Matemática, mas também estabelecer intervenções didáticas nas quais os problemas podem ser solucionados considerando a integralidade dos fatores intervenientes, melhorando a percepção do estudante sobre o “*real*” e “*ideal*” na solução de problemas que, na sala de aula, são resolvidos a partir de idealizações e aproximações da realidade com o uso de *softwares*. A partir desse contexto é possível solucionar e analisar problemas considerando todos os parâmetros reais, o que conduz a interpretações mais precisas.

No que se refere às várias metodologias ativas ou potencialmente ativas passíveis de emprego pelo professor na disciplina de EDO, Dullius, Veit e Araújo (2013, p. 225) enfatizam a predominância de técnicas generalistas de ensino voltadas para a solução de equações com emprego direto em exercícios de fixação representando “um grande problema, pois a modificação da atuação docente requer uma ação coletiva dos professores para que os alunos disponham de melhores condições para se adaptarem a uma nova metodologia”.

Outrossim, a reflexão docente é o primeiro passo para a mudança metodológica, incorrendo na mudança do percurso de ensino com vistas à melhoria dos aspectos de aprendizagem, estimulando a capacidade dos estudantes de organizar conceitos e ideias na resolução de situações instigadoras. A manutenção de práticas focadas na resolução de equações sem a devida interpretação/significação, antecedidas por demonstrações capazes de evidenciar as origens do pensamento matemático, induz o licenciando à mecanicidade, sendo esta transferida para o estudante do Ensino Básico, desfigurando a Matemática quando da sua futura atuação docente.

Assim, o futuro professor de matemática deve ser estimulado a desenvolver uma aprendizagem questionadora, preservando o rigor algébrico, os conceitos e representações matemáticas, importantes para a construção da disciplina como meio estruturante do pensamento. É importante a valorização de práticas capazes de promover percepções mais profundas acerca da Matemática, nas quais “o estudante tem a chance de compreender a origem do pensamento matemático, superando a percepção de ‘ciência pronta’ na qual os resultados são obtidos de forma objetiva para a simples solução de problemas” (Siqueira *et al.* 2025, p. 29). Essa visão pedagógica deve ser acompanhada de ações capazes de ajustar os conteúdos, atividades e instrumentos avaliativos aos objetivos de ensino da disciplina.

4. DESAFIOS PEDAGÓGICOS NO ENSINO DAS EQUAÇÕES DIFERENCIAIS ORDINÁRIAS

O ensino da Matemática enseja o exercício do pensamento abstrato, que, por sua vez, é moldado segundo o alcance e conhecimento operativo do estudante, devendo este ser capaz de dominar adequadamente as operações e relações fundamentais da álgebra e geometria para a apreensão do conhecimento matemático. Conciliar assertivamente o pensamento e a operacionalização matemática permitem ao estudante solucionar problemas condizentes com suas competências atuais, sendo necessário aperfeiçoar ou desenvolver novas competências diante de novos problemas ou conteúdos mais complexos, criando assim um cenário de aprendizado contínuo.

Essa conjuntura se mostra válida em todos os segmentos da educação matemática, sendo importante o mapeamento dos fatores que dificultam a concretização deste processo. Para o ensino da teoria das EDOs é importante que o professor realize o mapeamento dos conhecimentos prévios dos estudantes com vistas à determinação do grau de domínio destes elementos de Cálculo Diferencial e Integral.

Diante desta informação, o professor pode planejar suas ações de ensino, processos avaliativos e prioridades em relação ao conteúdo. Nesse contexto, os tópicos introdutórios, geralmente relacionados à resolução de equações diferenciais de primeira ordem por separação de variáveis, configuram-se como um momento adequado para dirimir ou revisar assuntos relacionados às bases do Cálculo. Um dado preocupante que impacta diretamente o ensino da Matemática em nossas universidades indica que “70% dos estudantes são aptos apenas a responder perguntas que apresentem contextos familiares nos quais toda a informação relevante está presente e as perguntas estão claramente definidas” (Menez; Lima, 2021, p. 4).

Isso revela a dificuldade dos estudantes em abstrair problemas matemáticos e resolvê-los com base nos conhecimentos acumulados ao longo do Ensino Básico. O desenvolvimento do raciocínio lógico-matemático é fundamental para a apropriação conceitual e abstração de problemas, além de favorecer o pensamento e a abstração reflexionante, essenciais para o aprendizado e complexificação de conceitos.

Nesse sentido, as EDOs são frequentemente vistas pelo estudante como equações pouco tangíveis, uma vez que não é possível observar claramente quais relações de equipartição entre seus membros, como é intuitivo nas equações algébricas, em que parcelas podem ser somadas, subtraídas, multiplicadas ou divididas na busca pela determinação de uma variável. Assim, a construção de significados constitui um dos problemas nucleares no ensino das EDOs. A significação no ensino da Matemática é analisada por Barbosa e Maltempi (2024, p. 3), afirmando que “o propósito de uma educação pela experiência é ensinar a pensar, e o fator central do pensamento é a construção de significados para o que se percebe quando diante de uma situação problemática”.

Construir o significado das EDOs representa um desafio inicial para o professor uma vez que, sendo estas equações dotadas de diferentes formas, tipos e técnicas de solução, os estudantes acabam por fragmentar os aspectos conceituais dos operacionais, muitas vezes compreendendo o contexto dos problemas aplicados, mas sendo incapazes de reconhecer o percurso teórico que os leva à solução do problema. Esse cenário é analisado por Oliveira e Iglioni (2013, p. 2), que destacam como a teorização deve estar atrelada à operacionalização, ambas constituindo elementos fundantes do pensamento e da abstração reflexionante:

Essas dificuldades se evidenciam principalmente no momento em que são estudadas as aplicações em problemas contextualizados, envolvendo a Física, a Química, a Engenharia etc. Em muitas situações, os alunos dominam as técnicas de resolução, porém têm dificuldade em identificar como aplicar as Equações Diferenciais na resolução de problemas.

Diante disso, Gazire, Laudares e Alves (2006, p. 1.464) afirmam que a aplicabilidade é importante estratégia didática principalmente a partir da “modelagem de fenômenos físicos que envolvam Equações Diferenciais Ordinárias e Parciais, buscando a criatividade e o senso de pesquisador no graduando de engenharia, tornando-o um modelador matemático”. Transpor esta dificuldade remete à diversidade de práticas e atividades voltadas para a fixação dos conteúdos, exigindo do professor o reforço das habilidades e competências já adquiridas pelo estudante.

Assim, estimular o estudante ao exercício do pensamento docente diante de situações concretas, nas quais os conteúdos sejam continuamente visitados por meio de problemas aplicados em diferentes níveis de complexidade, tende a condicionar o estudante não apenas à interpretação, mas ao manejo das técnicas de solução de forma reflexiva. Desse modo, o estudante torna-se capaz de reconhecer o tipo de equação a ser modelada e resolvida, bem como o percurso e suas possíveis dificuldades, permitindo a este organizar estratégias viáveis para a solução.

Não obstante, atividades colaborativas tendem a facilitar o aprendizado entre pares, sendo uma opção para o professor que busca diminuir lacunas ou falhas de aprendizado dos estudantes nas disciplinas do ciclo inicial dos cursos de Licenciatura em Matemática. Oportunizar para o estudante a discussão da teoria em contextos participativos, reduzindo os métodos formais de ensino, muitas vezes baseados na unidirecionalidade da ação docente e na passividade do estudante. Em face das possibilidades dos conteúdos relativos à teoria das EDOs, sua organização pedagógica deve reforçar a capacidade de abstração reflexionante para a significação dos conteúdos, facilitando a compreensão conceitual necessária para a interpretação e resolução de problemas aplicados.

5. PERCEPÇÕES, EXPERIÊNCIAS E EXPERIENCIAÇÕES DIDÁTICAS DO PROFESSOR-PESQUISADOR

Ensinar leva ao aprendizado daquele que ensina, tendo em vista que o processo de ensino e aprendizagem incorre no desenvolvimento de ambos, estudante e professor. Esse processo envolve as várias experiências e vivências dos atores envolvidos, cada qual evoluindo dentro do seu limite participativo. Dessa forma, ao ministrar a disciplina Equações Diferenciais para Licenciandos em uma universidade pública do estado de Alagoas, oportunizou-se não apenas a ministração de um curso, mas a chance de aperfeiçoamento do próprio professor-pesquisador por meio do planejamento, reflexão e manejo das múltiplas situações e eventos relacionados aos fenômenos de aprendizagem dos estudantes.

Sendo assim, a disciplina foi ministrada seguindo rigorosamente a ementa proposta, dividida em seis tópicos principais. Cada tópico foi trabalhado de forma dialógica, com exposição da teoria, baseada na demonstração de resultados, exercícios básicos de fixação, seguidos da resolução de problemas aplicados, buscando a operacionalização dos conteúdos de modo a significá-los.

Antecedendo a prática docente, foi realizado momento de enquadramento da disciplina, contemplando sua estrutura, ementa, processos avaliativos e bibliografia utilizada. A partir dessa explanação, foi aplicado um teste de conhecimentos prévios, contendo questões destinadas ao dimensionamento da prática pedagógica. Nesse teste, realizado por 34 estudantes, 21 obtiveram notas entre 5,0 e 7,5, enquanto 13 alcançaram notas superiores a 7,5. Esse cenário sinaliza a dificuldade que muitos estudantes do ensino superior têm de assimilar os princípios básicos do Cálculo, o que constitui um fator preocupante na sua formação, principalmente por se tratar de um curso de Licenciatura em Matemática. Assim, 4 horas-aula iniciais da disciplina foram dedicadas às revisões, focalizando conceitos e operações do Cálculo básico.

Transcorrida esta fase inicial, os conteúdos da disciplina foram iniciados, seguindo o planejamento do professor-pesquisador. A cada 16 horas-aula ministradas, foram realizadas atividades em grupo, com o objetivo de promover o debate e a discussão coletiva dos conteúdos, estimulando o aprendizado entre pares e o exercício da docência pelos estudantes.

A primeira atividade, baseada na resolução de problemas aplicados, consistiu na escolha e na solução de um problema envolvendo EDOs de primeira ordem, por meio do método da separação de variáveis. O problema foi elaborado pelo professor e escolhido de forma aleatória pelos estudantes reunidos em grupos. De modo geral, a atividade logrou êxito em sua proposta pedagógica, estimulando a cooperação entre os membros dos grupos formados, a troca de saberes e o aprofundamento das discussões teóricas antecedentes à atividade.

Todos os grupos conseguiram solucionar seus problemas, havendo, por parte de alguns, sugestões, acerca da forma de resolução, indicando mais de uma possibilidade. A atividade permitiu não apenas reforçar o caráter aplicado das EDOs, mas também reforçar conteúdos básicos de álgebra e Cálculo, servindo de elemento de fixação da aprendizagem das aulas de revisão.

A análise do desempenho dos estudantes nessa atividade, de forma geral, indicou que 75% destes apresentaram domínio satisfatório dos elementos fundamentais do Cálculo (conceito de derivada, integral e suas aplicações) preponderantes para a compreensão dos conteúdos subsequentes da disciplina. Finalizado o primeiro tópico da disciplina, Equações Diferenciais Ordinárias de primeira ordem e segunda ordem, verificou-se que 77,8% dos estudantes assimilaram de forma substantiva os conteúdos desenvolvidos, em especial os elementos da teoria, demonstrações e resultados importantes para a resolução dos diferentes tipos de equações diferenciais até então, apresentando engajamento e participação durante as aulas.

Com relação à assiduidade, observou-se declínio na frequência de 5,6% dos estudantes, que relataram problemas de natureza diversa (problemas de saúde, deslocamento, situações do dia a dia, dentre outras). Nesse sentido, considerando as normativas da instituição universitária, foram utilizadas listas de frequência, contendo as assinaturas dos estudantes presentes em cada aula. Este procedimento visou atender às normas regimentais da universidade, além de criar uma atmosfera de organização para desenvolvimento da disciplina.

No que se refere à regência de sala de aula, alguns desafios iniciais foram transpostos, principalmente no que diz respeito à organização, apresentação e discussão dos conteúdos em cada aula. Considerando as nuances do ensino da Matemática, caracterizado pela operacionalização de resultados teóricos, a apresentação da teoria das EDOs aliada à problematização na Física permitiu enfatizar a teoria por meio da resolução de problemas, estimulando o pensamento crítico-reflexivo dos estudantes e, ao mesmo tempo, facilitando o desenvolvimento dos conteúdos.

Um ponto que deve ser destacado reside na formalização dos conteúdos durante as aulas, por meio de linguagem didático-matemática, o que exige melhor organização do quadro e cuidados conceituais, visando à precisão da teoria discutida, a construção de significados claros sobre as EDOs, de modo a evitar inconsistências. O estudo das Equações Lineares representou o segundo tópico de estudo da disciplina, exigindo dos estudantes maior profundidade algébrica diante das técnicas de solução. Nessa fase do decurso da disciplina, os mesmos grupos da atividade anteriormente descrita foram incumbidos de apresentar, no formato de aula, tópicos relativos ao estudo dessas equações, sendo avaliados quanto ao domínio teórico, didático e operacional.

Sendo assim, todos os grupos seguiram as orientações estabelecidas, confeccionando planos de aula e ministrando seus conteúdos de forma didática, com especial atenção para a resolução de problemas aplicados, juntamente com o uso de recursos digitais, reforçando os aspectos didáticos das apresentações. Além de contribuir para a formação do futuro professor de Matemática, este tipo de atividade busca promover a aprendizagem colaborativa a partir das diferentes formas de apresentação típicas de cada grupo. Essa diversidade favorece e estimula a discussão dos conteúdos, principalmente em função das várias compreensões dos estudantes e sua complementaridade.

Nessa atividade, 89,6% dos estudantes conseguiram expressar adequadamente os principais conceitos de suas temáticas de apresentação, enquanto 94% demonstraram didaticidade nas discussões e apresentações, evidenciando preparo e capacidade no emprego de equações lineares na solução de problemas envolvendo EDOs. A terceira etapa da disciplina

abordou os tópicos Equações de Ordem Superior e Soluções em Séries, permitindo a integralização das técnicas de solução de EDOs até então. Para estimular o aprendizado, os estudantes, ainda organizados em grupos, foram levados a resolver EDOs de ordem superior por meio de séries. Nessa atividade, o professor-pesquisador realizou um sorteio com diversas possibilidades de equações, sendo entregue a cada grupo uma equação sorteada.

Muitos grupos demonstraram dificuldades iniciais na resolução das equações, levando o professor-pesquisador a mitigar dúvidas, relembrar resultados, conteúdos e sugerir percursos de solução. Mesmo diante das dificuldades, os grupos conseguiram solucionar suas equações, com mínimas incorreções, todos socializando seus resultados de maneira organizada, gerando um ambiente de discussão e análise, permitindo o adensamento dos conteúdos.

Durante a atividade, 61,3% dos estudantes apresentaram dificuldades na resolução das equações, decorrentes, principalmente, de fragilidades de aprendizado conceitual acerca das EDOs de ordem superior, sobretudo em razão da dificuldade de visibilização e interpretação prática dessas equações. Nenhum grupo conseguiu inferir novas possibilidades de solução ou estabelecer maneiras mais simples de solução, buscando apenas a aplicação de técnicas que levassem à resposta correta. Finalizando a disciplina, foram trabalhados os tópicos Sistemas de Equações Lineares de Primeira Ordem e Aplicações, permitindo a integração de boa parte dos conteúdos abordados e suas aplicações, exigindo razoável capacidade algébrica dos estudantes no tratamento de sistemas de EDOs.

Objetivando estimular a criatividade dos estudantes, ao mesmo tempo, o exercício da teoria, ainda reunidos em grupos, estes foram orientados a criar um problema aplicado, com sua respectiva solução e entregar ao professor-pesquisador. Concluída a elaboração dos problemas, foi realizado um sorteio onde cada problema foi entregue para um grupo, que deveria apresentar e solucionar o problema diante dos outros grupos. Essa atividade logrou êxito em seu propósito pedagógico, uma vez que 92,3% dos estudantes conseguiram elaborar e solucionar os problemas discutidos, além de criar um ambiente especialmente voltado para a discussão da teoria, elevando o nível de compreensão dos conteúdos.

Paralelamente, as apresentações realizadas ganharam contínuo caráter didático, evidenciando a melhoria na postura dos estudantes quanto ao exercício docente. Assim, o aproveitamento na aprendizagem dessa fase se mostrou satisfatório, principalmente com o reforço da teoria através das discussões coletivas, problemas aplicados e estímulo à docência. Fechando o ciclo avaliativo, foi realizada uma prova discursiva com quatro perguntas discursivas, contemplando os conteúdos da disciplina. As questões faziam menção a situações

do campo tecnológico, exigindo diferentes modelagens com EDOs e técnicas de solução específicas, incluindo a utilização de regras básicas de Cálculo.

Participaram da prova todos os 36 estudantes regularmente matriculados, sendo 25 destes obtendo notas entre 5,2 e 8,0. Outros 11 obtiveram notas entre 8,3 e 9,4. Isso demonstra o desenvolvimento de habilidades e competências para a resolução de problemas envolvendo EDOs no sentido teórico e prático. Os estudantes foram capazes de interpretar, modelar matematicamente e compreender a dinâmica dos fenômenos ou processos tecnológicos abordados nas questões e resolver os problemas propostos, aplicando as técnicas aprendidas, como também princípios fundamentais de outras disciplinas da grade do curso. De modo geral, constatou-se o bom aproveitamento dos estudantes, tendo em vista que, dos 36 estudantes matriculados, 28 foram aprovados por média, 5 foram aprovados após realização de exame final e 3 foram reprovados por inassiduidade habitual/abandono e desempenho acadêmico insuficiente.

Diante dos resultados e aspectos qualitativos, é possível inferir que o domínio dos conceitos básicos de Cálculo foi fator limitante no desempenho dos estudantes ao longo da disciplina, sendo importante a realização de mapeamentos e revisões desses conteúdos. É perceptível a diminuição do caráter abstrato da teoria das EDOs quando problemas aplicados são trabalhados de forma adequada, em articulação com metodologias de aprendizagem ativa, promovendo momentos de debates e discussões centrados nos principais pontos dos conteúdos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando os dados qualitativos e os indicativos numéricos de desempenho dos estudantes ao longo da disciplina, juntamente com os instrumentos avaliativos utilizados e suas especificidades, é possível concluir que a disciplina Equações Diferenciais Ordinárias para Licenciandos constitui um importante estágio na formação do futuro professor de Matemática, permitindo a integração dos vários conteúdos das disciplinas dos ciclos iniciais do curso, com vistas à resolução de problemas nos campos da ciência e tecnologia. Em face da necessidade de abstração reflexionante dos conteúdos por parte do estudante e do estímulo à significação das EDOs como objetos matemáticos diretamente relacionados à dinamicidade de fenômenos multifatorialmente dependentes, a adoção de estratégias voltadas à aprendizagem ativa configura-se como ponto singular para o aprendizado substantivo dos seus conteúdos.

Assim, estimular o estudante na busca pelo aprendizado autônomo a partir do exercício da docência, de atividades em grupo e da elaboração de questões e problemas para discussão coletiva favorece formas diferenciadas e atrativas no processo de ensino e aprendizagem no ensino superior, afastando métodos centrados exclusivamente na unidirecionalidade da ação docente.

Promover o aprendizado entre pares e, o professor atuando como mediador do processo, acompanhando e balizando as possibilidades pedagógicas advindas desse processo, torna não apenas a aprendizagem mais significativa, mas também seguida de sentido prático para o futuro professor, este último sendo capaz de visualizar as extensões teórico-práticas do conteúdo, construindo assim uma percepção material da teoria. Outrossim, a exposição dos conteúdos baseada na formalização dos conceitos e princípios atinentes às EDOs, seguindo o rigor e organização destes na apresentação das suas origens, quando bem executada pelo professor, permite aproximar a teoria das aplicações subsequentes, uma vez que, dadas as origens do pensamento matemático, encaminham-se espontaneamente as aplicações, reforçando o aprendizado teórico.

Agradecimentos

Expresso profundo agradecimento à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (FAPEAL) pelo apoio e incentivo financeiro sem os quais esta pesquisa não seria possível.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Sebastião Aparecido de; REIS, Frederico da Silva; LAUDARES, João Bosco. Considerações sobre o ensino de equações diferenciais ordinárias a partir de algumas pesquisas, **Revista Brazilian Journal of Development**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 1938–1949, 2022. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/42437>. Acesso em: 23 jan. 2026.

BARBOSA, Luciana Leal; MALTEMPI, Marcus Vinícius. O percurso do concreto ao abstrato na Educação Matemática: uma ressignificação de acordo com John Dewey. **Revista Catarinense de Educação Matemática**, Florianópolis, v. 3, n. 4, p. 1–14, 2024. Disponível em: <https://www.sbemrasil.org.br/periodicos/index.php/recem/article/view/4331>. Acesso em: 23 jan. 2026.

BECKER, Fernando. Construção do Conhecimento Matemático: natureza, transmissão e gênese, **Revista Bolema**, Rio Claro, v. 33, n. 65, p. 963-987, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bolema/a/bDwTTSw6KjFrrHgWMpnjhQv/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 22 jan. 2026.

BOYCE, William E.; DIPRIMA, Richard C. **Equações diferenciais elementares e problemas de valores de contorno**. 10. ed. Rio de Janeiro, RJ: Livros Técnicos e Científicos, 2015.

DULLIUS, Maria Madalena; VEIT, Eliane Angela; ARAÚJO, Ives Solano. Dificuldades dos Alunos na Aprendizagem de Equações Diferenciais Ordinárias, **Revista Alexandria**, Florianópolis, v. 6, n. 2, p. 207-228, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37999>. Acesso em: 22 jan. 2026.

ELIAS, Henrique Rizek; SANTOS, Taís Mara dos. Equações Diferenciais Ordinárias em cursos de Engenharia: um levantamento bibliográfico. **Revista Brasileira de Educação em Ciências e Educação Matemática**, v. 7, n. 3, p. 363–381, 2023. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/rebecem/article/view/31014>. Acesso em: 23 jan. 2026.

GAZIRE, Eliane Scheid; LAUDARES, João Bosco; ALVES, Murilo Barros. Resolução de problemas com equações diferenciais em cursos de engenharia, **In: COBENGE 2006 - Ensino de Engenharia | Empreender e Preservar**, XXXIV, Passo Fundo, [Anais], 2006, p. 1464-1474. Disponível em: https://www.abenge.org.br/cobenge/legado/arquivos/13/artigos/1_142_601.pdf. Acesso em: 23 jan. 2026.

KREYSZIG, E. **Advanced Engineering Mathematics**. 6. ed. John Wiley, New York, 1988.

MENEZ, Mikaele Pereira Medeiros de; LIMA, Thiago Amaral Melo. As dificuldades de aprendizagem da Matemática na Educação Básica e seus reflexos no Curso de Licenciatura em Física do IFCE - Campus Tianguá. **REMAT: Revista Eletrônica da Matemática**, Bento Gonçalves, v. 7, n. 2, p. e2001, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/REMAT/article/view/4560>. Acesso em: 23 jan. 2026.

SILVEIRA, Marisa Rosâni Abreu da. Linguagem como Ferramenta para a Compreensão de Conceitos Matemáticos. **Revista Perspectivas da Educação Matemática**, Campo Grande, v. 13, n. 32, p. 1–14, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufms.br/index.php/pedmat/article/view/9954>. Acesso em: 22 jan. 2026.

SIQUEIRA, Kleber Saldanha de; NUNES, Ana Paula da Silva; COUTINHO, Gilson Santos; SILVA, Gabriel Rodrigues da. Filosofia da matemática no ensino médio: caminhos para o aprendizado concreto. **Revista Educação Matemática Sem Fronteiras: Pesquisas em Educação Matemática**, Brasil, v. 7, n. 1, p. 27–48, 2025. Disponível em: <https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/EMSF/article/view/periodicos.uffs.edu.br>. Acesso em: 23 jan. 2026.

OLIVEIRA, Eliane Alves de; IGLIORI, Sonia Barbosa Camargo. Ensino e aprendizagem de equações diferenciais: um levantamento preliminar da produção científica. **Em Teia | Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana**, Recife, v. 4, n. 2, 2013.

Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/emteia/article/view/2231>. Acesso em: 23 jan. 2026.

PONTES, Edel Alexandre Silva. A LINGUAGEM UNIVERSAL: Matemática suas origens, símbolos e atributos. **Revista Psicologia & Saberes**, v. 8, n. 12, p. 181–192, 2019.

Disponível em: <https://revistas.cesmac.edu.br/psicologia/article/view/1085>. Acesso em: 22 jan. 2026.

XAVIER, Paulo Henrique; SAMPAIO, Renelson Ribeiro; SANTOS, José Vicente Cardoso; MONTEIRO, Vanessa Nascimento; CARVALHO, Gilson Amorim. Aprendizagem baseada em problemas no ensino de simulações computacionais de equações diferenciais ordinárias em cursos de engenharia. **Revista Olhares**, Salvador, v. 1, n. 11, p. 167–175, 2021.

Disponível em: <https://publicacoes.unijorge.com.br/revistaolhares/article/view/42>. Acesso em: 22 jan. 2026.

ZILL, D. G. **Equações Diferenciais com aplicações em modelagem**. Pioneira Thomson Learning, São Paulo, 2003.

Fatores determinantes da variação de receitas nos clubes de futebol em Moçambique



Key Factors Affecting Revenue Variation in Mozambican Football Clubs

Carlos Mafumissa 

Universidade Lúrio

carlosmafumissa27@gmail.com

Revista Processando o Saber

eISSN 2179-5150 · Vol 18, n. 01, 2026

Multidisciplinar · DOI · Revisão por pares

Faculdade de Tecnologia Praia Grande – FATEC

Periodicidade: Anual

revista@fatecpg.edu.br

Recebido: Jan 2026

Aceito: Mar 2026

Publicado: Jun 2026

URL: <https://www.fatecpg.edu.br/revista/index.php/ps/article/view/434>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.19934296>



RESUMO

O deficit financeiro e falta de receitas são problemas reportados recorrentemente nos clubes de Futebol em Moçambique. Este artigo, analisa os fatores determinantes da variação das receitas nos clubes de futebol, com enfoque para o clube de futebol Y. Para tal, estabeleceu-se três (3) objetivos operacionais: (i) apresentar a estrutura de receita dos clubes de futebol em Moçambique; (ii) descrever o comportamento das Receitas do clube de futebol Y em Moçambique; e (iii) analisar as determinantes da Variação das Receitas no clube de futebol Y em Moçambique. Em termos de metodologia, adotou-se uma abordagem quantitativa, através de duas técnicas de recolha de dados, a pesquisa documental e o inquérito por questionário aplicado 15 participantes composto por gestor desportivos, financeiros, treinadores, atletas e adeptos do clube, e a análise de dados ocorreu através do Excel- X Real Stats. Concluiu-se que o clube de futebol Y é excessivamente dependente do patrocinador em detrimento das receitas próprias, que apresentam oscilações constantes e fortes variações negativas. Esta instabilidade impede o clube de cobrir os seus custos desportivos e compromete a sua autonomia de gestão perante o investidor.

PALAVRAS-CHAVE: Fatores; Variação; Receitas; Clube de Futebol.

ABSTRACT

Financial deficits and lack of revenue are problems frequently reported in football clubs in Mozambique. This article analyzes the determining factors of revenue variation in football clubs, focusing on football club Y. To this end, three (3) operational objectives were established: (i) to present the revenue structure of football clubs in Mozambique; (ii) to describe the revenue behavior of football club Y in Mozambique; and (iii) to analyze the determinants of revenue variation in football club Y in Mozambique. In terms of methodology, a quantitative approach was adopted, using two data collection techniques: documentary research and a questionnaire survey applied to 15 participants composed of sports and financial managers, coaches, athletes, and club supporters. Data analysis was performed using Excel-X RealStat. It was concluded that football club Y is excessively dependent on sponsors to the detriment of its own revenues, which show constant fluctuations and strong negative variations. This instability prevents the club from covering its sporting costs and compromises its management autonomy in relation to the investor.

KEY-WORDS: Factors; Variation; Revenue; and Football Club.

INTRODUÇÃO

A falta de receitas dos clubes de futebol é um problema reportado recorrentemente em Moçambique, por exemplo, a Verdade (2013); Desafio (2025), caracteriza a gestão de fundos nos clubes desportivos da seguinte forma:

“Em Moçambique os clubes estão numa situação precária. Muitos não tem campos, não tem balneários e até sofrem com a falta de bolas. Podemos falar do caso do Maxaquene que, em plena competição africana, não tinha uma simples bola para treinar”.

Deste modo, as limitações financeiras dos clubes acima exposto, resulta de diversos motivos incluindo a variação das receitas.

De acordo com Guerra, Rocha e Corrar (2006), as circunstâncias em que determinadas variações na receita podem provocar impacto maior ou menor no lucro das empresas, dependendo da composição da sua estrutura de custos.

Sobre os determinantes da variação de receitas, estudo de Pires, Gomes, Alves e Rosado (2021), apontam como fatores mais relevantes na determinação do comportamento de receita, o preço, as mudanças estruturais do mercado, preferência dos consumidores, concorrência, taxa de câmbio, as importações, exportações e as políticas governamentais sobre um determinado sector de atividade, como o caso do futebol em Moçambique.

A respeito disso, a Federação Moçambicana de Futebol (FMF) diz que ainda é difícil gerir bem o dinheiro no futebol moçambicano. O problema é que muitos gestores de clubes ainda têm dificuldades com finanças e marketing, e isso preocupa a Federação, mesmo com as melhorias que já se viram (O País, 2023).

Ainda sobre isso, Borges (2020) afirma que a maioria destes entes (empresas, clubes, ONG's, etc.) não estavam preparados para uma queda na arrecadação de receita devido à COVID-19, pois funcionam sempre com deficit nas contas.

No caso do clube de futebol Y, a variação de receitas é um problema recorrente derivado de multifatores operacionais, organizacionais e estruturais. No entanto, a alteração das receitas dos clubes de futebol, particularmente provenientes dos jogos desportivos do principal campeonato nacional de futebol (Moçombola) não tem até então sido abordado cientificamente.

Além disso, as dificuldades financeiras que caracterizam os clubes de futebol em Moçambique, incluindo o caso de estudo, leva a sua excessiva dependência financeira e até de gestão as empresas patrocinadoras, colocando em causa a sua sustentabilidade desportiva.

Dentro desta problemática, levanta-se a seguinte questão de pesquisa: quais são os fatores determinantes da variação de receitas no clube de futebol Y?

No que tange aos objetivos da pesquisa, na perspectiva de Piletti (2006), “os objetivos consistem numa inscrição clara dos resultados que desejamos chegar”, (p.80). No entanto, constitui o objetivo geral da pesquisa analisar os fatores determinantes da variação de receita nos clubes de futebol em Moçambique, com enfoque no clube de futebol Y na época desportiva 2022.

Deste modo, os objetivos específicos que nortearam a pesquisa são: (i) apresentar a estrutura de receita dos clubes de futebol em Moçambique; (ii) descrever o comportamento das Receitas do clube de futebol Y em Moçambique; e (iii) analisar as determinantes da Variação das Receitas no clube de futebol Y em Moçambique.

Em termos organizativos, a primeira parte foi destinado à apresentação da Introdução, onde estão incluídos a problemática, o problema e objetivos da pesquisa; a segunda parte expôs a Revisão de literatura, onde menciona os achados sobre a temática; e a terceira, e última parte, corresponde a etapa prática, onde foram apresentados os Resultados, as Conclusões e as Referências Bibliográficas.

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 RECEITAS: NOÇÃO E SUA FINALIDADE

Contabilisticamente, “as receitas decorrem da venda de bens ou da prestação de serviços”, Ribeiro (2007, p. 266).

Assim, a receita representa aquilo que efetivamente a empresa produz, por isso, a receita está ligada com a riqueza da empresa.

Santos (2005, p.23) afirma que “o coração está para a vida do corpo, assim como o controlo de receitas para a vida da empresa”. Este autor, destaca não somente o papel que a receita tem na empresa, sobretudo a relevância do controlo da receita, que inclui verificar as suas variações positivas e negativas.

Na área empresarial, também chamamos essas várias entradas de recursos como “Receitas”, isto é, o total das somas de dinheiro que uma pessoa natural ou jurídica recebe em certo espaço de tempo, relativamente aos seus negócios, proventos ou rendas. Resultado das vendas à vista realizadas em determinado período financeiro (dia, mês ou ano), ou seja, a quantia recebida, (Salanek Filho, 2012).

Portanto, a receita é a fonte principal e vital na vida de qualquer empresa. A sua variação é sempre impactante no desenrolar das atividades da mesma, podendo ser positiva assim como negativa, e o clube de futebol Y não é exceção.

1.2 TIPOLOGIA DE RECEITAS

Cientificamente as receitas têm recebido diversas e novas classificações, em função de critérios concretos. Deste modo, Santos (2008) apresenta uma das classificações mais comuns de receitas:

Quadro 1 – Classificação de receitas

N.º	Critérios	Tipos
01	Natureza económica	• Receitas correntes • Receitas de capital
02	Efetividade	• Receitas Efetivas ou com carácter definitivo • Receitas não Efetivas
03	Coercividade	• De carácter obrigatório • Facultativo/voluntário
04	Captação	• Receitas próprias • Receitas de transferência.

Fonte: Adaptado de Silva (2008)

Assim, a estrutura de receitas dos clubes de futebol, assim como outras e qualquer empresa deve ter esses tipos de receitas comuns nas organizações.

A respeito das receitas, Silva (2008) alerta que as receitas próprias são provenientes de pagamentos, por outros órgãos e instituições do Estado ou por entidades privadas, por serviços prestados no âmbito das suas atribuições legais.

Não são consideradas receitas próprias, os recursos provenientes das transferências correntes e de capital, dos orçamentos de Segurança Social, de quaisquer outros órgãos e instituições do Estado dotados ou não de autonomia administrativa, financeira e as receitas provenientes de legados ou donativos.

1.3 FACTORES DETERMINANTES NA VARIAÇÃO DE RECEITAS NAS EMPRESAS

O ritmo de arrecadação de receitas é impactado por diversos fatores tais como: (i) crescimento da economia, (ii) fatores temporários ou extraordinários, e (iii) alterações na legislação tributária como uma elevação ou redução (temporária ou permanente) de alíquotas, (Casalecchi & Barros, 2018).

Numa abordagem recente, Borges (2020) afirma que a crise económica decorrente da pandemia Covid-19 provocou uma drástica redução das receitas das empresas, cuja proporção depende da gravidade e da duração da pandemia e a sua consequente crise económica.

Deste modo, as capacidades de cada empresa é crucial para saber como lidou com a questão de arrecadação de receitas no contexto de crise estrutura imposta da COVID-19, onde, por exemplo no caso do futebol em Moçambique houve o encerramento dos jogos desportivos numa primeira instância e mais tarde o funcionamento condicionado dos recintos desportivos que tenha certamente impactado nas receitas dos clubes e consequentemente nas suas capacidades de realização despesas nos últimos anos.

De acordo com Pires, *et al.* (2021), os resultados permitem verificar que a variável preço é a mais relevante na determinação do comportamento da receita e em menor intensidade as outras variáveis, dando como, por exemplo neste estudo que na última década do século XX, houve aumento da produção de café nos países asiáticos e africanos, o que resultou no acirramento da competição entre os países produtores e consequentemente nas receitas obtidas.

Nesta senda, no caso dos clubes de futebol, a produção financeira nos recintos desportivos ainda é condicionada pelo número limitado de cliente que aderem os jogos desportivos e os preços praticados (bilhete por jogo) podem estar a impactar nas receitas dos clubes no país.

Na ótica de Pereira e Guerreiro (2019), existem diversas causas que podem levar a variações na receita de uma empresa, tais como:

- Flutuações no mercado: mudanças na demanda, concorrência, tendências de consumo, entre outros fatores podem afetar diretamente a receita de uma empresa.
- Problemas internos: falhas na gestão financeira, problemas de produção, falta de planeamento estratégico, entre outros fatores internos podem afetar a receita.
- Mudanças na economia: oscilações na economia do país ou do mundo podem afetar receita das empresas.
- Mudanças na legislação: mudanças nas leis tributárias ou regulatórias podem afetar a receita das empresas.

Portanto, esses são apenas alguns exemplos, mas existem muitos outros fatores que podem afetar a receita de uma empresa.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa enquadra-se na lógica da pesquisa quantitativa e paradigma positivista, pois os dados colhidos foram sintetizados em forma de gráficos e tabelas, e forma de número e percentagens, de modo a analisar os fatores determinantes da variação de receita nos clubes de futebol em Moçambique, com enfoque no clube de futebol Y na época desportiva 2022.

De acordo com Predanov e de Freitas (2013), a pesquisa quantitativa considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las.

Para a recolha de dados no clube de futebol Y, combinou-se duas (2) técnicas, nomeadamente o inquérito por questionário dirigidos essencialmente para gestores desportivos e financeiros, bem como profissionais e atletas do clube, e uma pesquisa documental que ocorreu através de consulta de documentos financeiros e/ou contabilísticos do clube referente as receitas da época desportiva 2022.

O inquérito por questionário foi aplicado através de um formulário físico e individual contendo questões que respondem cabalmente os objetivos definidos.

Devido os objetivos e os dados brutos obtidos, a análise ocorreu através do Microsoft Excel, onde se aplicou a estatística descritiva, que refere um conjunto de medidas de tendência central e de dispersão e representações gráficas, (Martins, 2011; Brites, 2007), onde os resultados foram apresentados em gráficos e tabelas, de forma numérica e percentual.

Relativamente à população desta pesquisa são os trabalhadores do clube de futebol Y na cidade de Nampula, cujo tamanho é de 43 colaboradores. Deste modo, com recurso a amostragem aleatória simples, que consiste em:

“Consiste em atribuir a cada elemento da população um número único para depois selecionar alguns desses elementos de forma casual. Para se garantir que a escolha dessa amostra seja devida realmente ao acaso, podem-se utilizar tábuas de números aleatórios. Estas tábuas são constituídas por números apresentados em colunas, em páginas consecutivas”, (Gil, 2008, p. 91).

Portanto, observado os procedimentos acima expostos, selecionou-se aleatoriamente uma amostra de 15 participantes, subsequentemente distribuídos da seguinte forma:

Tabela 1: Distribuição da amostra

N.º	Informantes chaves	Quantidade
01	Presidente do clube	1
02	Gestores financeiros	2
03	Treinador	1
04	Atletas	5
05	Adeptos e/ou Sócios	5
Total		15

Fonte: Autor

Devido ao pedido de privacidade e anonimato efetuado pelos gestores do clube em estudo, a designação da instituição na pesquisa é apresentada sob o pseudónimo “clube de futebol Y”. No entanto, a utilização de um nome fictício não impacta o acesso aos dados, nem a análise apresentada a seguir.

3. RESULTADOS & DISCUSSÃO

3.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL DO ESTUDO: CLUBE DE FUTEBOL Y

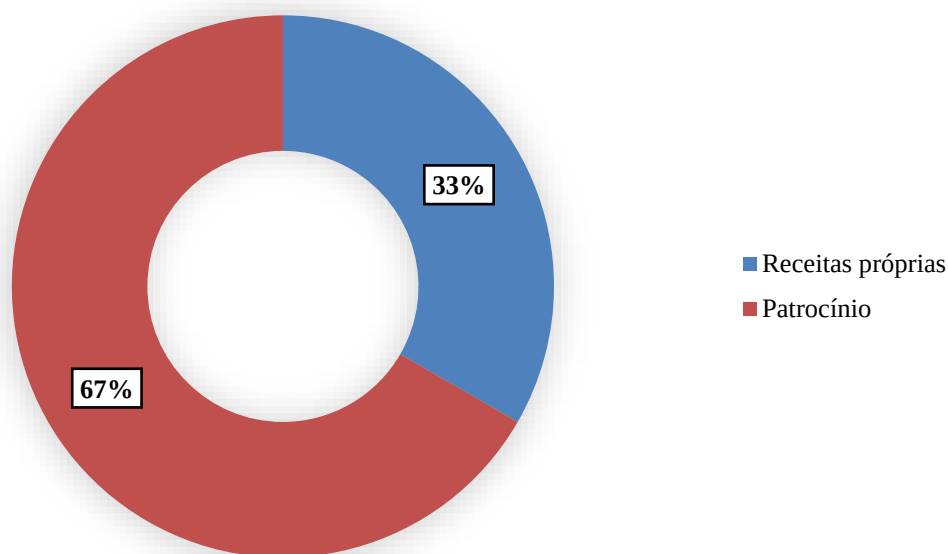
O clube de futebol Y é uma equipe do principal campeonato de Futebol de Moçambique, conhecido popularmente de “Moçambola”.

Em termos geográficos, Moçambique faz fronteira com a Tanzânia, Malawi, Zâmbia, Zimbabué, África do Sul e Eswatini. A sua longa costa do Oceano Índico, com 2.700 quilómetros. Este clube tem sede em Nampula e compete no Campeonato Moçambicano de Futebol e joga no Estádio 25 de junho.

4. ESTRUTURA DE RECEITAS DO CLUBE DE FUTEBOL Y EM MOÇAMBIQUE

Os clubes de futebol, assim como outras empresas têm diversas fontes de receitas tais como receitas próprias, consignadas, transferências, doações, empréstimos, etc. No caso concreto, do clube de futebol Y os dados obtidos evidenciam a seguinte estrutura de receita:

Gráfico 1 – Estrutura de receita do clube de futebol Y



Fonte: Adaptado das informações do clube de futebol Y

O gráfico 1, evidencia que o clube de futebol Y tem atualmente duas (2) principais fontes de receitas, com peso de 67% o patrocínio e com 33% as receitas próprias. Salientar que as outras fontes comuns de receitas das empresas apontado pela literatura como Santos (2008); Guerra, Rocha e Corrar (2006), tais como doações, receitas consignadas, empréstimos não foram apontados pelos participantes de pesquisa.

Relativamente às receitas do patrocínio, constitui atualmente a principal fonte de arrecadação de receitas do clube de futebol Y, e esta fonte é histórica, que advém do período de independência (1975), altura em que as empresas públicas, tais como Eletricidade de Moçambique (EDM), Fundo de Abastecimento e Apoio às Águas (FIPAG), Cahora Bassa, entre outras decidiram, por iniciativa governamental, patrocinar financeiramente os principais clubes de futebol em Moçambique, para garantir o desenvolvimento do futebol, e do desporto em geral.

No caso concreto do clube de futebol Y, a receita de patrocínio advém dos Caminhos de Ferro de Moçambique (CFM), uma empresa pública que fornece serviços de transporte e

logística ferroviária em todo o país, incluindo no corredor de desenvolvimento do Norte, onde está localizado o clube de futebol Y.

Em relação às receitas próprias, encontram-se subdivididas em duas (2) categorias: (i) receitas de jogos; e (ii) receitas de fornecimentos de serviços. As receitas de jogos são provenientes da cobrança de bilhetes para assistência aos jogos, e as receitas de fornecimento de serviços resultam de serviços prestados pelo clube, tais como aluguer de instalações para eventos públicos e culturais (ex.: pavilhão de desporto do clube), arrendamento de restaurantes e bar do clube para exploração de entidades externas e outros patrimônios do clube.

4.1 COMPORTAMENTO DAS RECEITAS DO CLUBE DE FUTEBOL Y EM MOÇAMBIQUE

As alterações significativas das receitas são um problema que pode afetar qualquer empresa, incluindo as do ramo desportivo. Os dados obtidos e patentes na tabela 2 mostram o comportamento das receitas do clube de futebol Y:

Tabela 2: Variação de receitas no clube de Futebol – época desportiva 2022 em meticais (MZN)

Variavel	Janeiro	Fevereiro	Marco	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Patrocinio	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	6,700,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00
Receitas Proprias	187,787.34	316,468.10	284,451.00	867,226.00	1,007,839.57	270,550.11	344,386.00	392,611.00	319,301.00	355,501.00	284,601.00	419,566.70
Total	5,187,787.34	5,316,468.10	5,284,451.00	5,867,226.00	6,007,839.57	5,270,550.11	5,344,386.00	5,392,611.00	5,319,301.00	7,055,501.00	5,284,601.00	5,419,566.70
Variação percentual		2.48%	-0.06%	11.30%	2%	-12.27%	1.40%	0.90%	-0.47%	13.84%	-25.10%	2.55%

Fonte: Adaptado das informações do clube de futebol Y

De forma genérica, a tabela 2 exhibe que as receitas de patrocínio são constantes e superiores às receitas próprias geradas pelo clube de futebol Y em todos os meses, evidenciando a relevância e dependência que o clube tem do patrocinador para garantir o seu funcionamento pleno e efetivo.

A constância das receitas do patrocínio evidencia também que o valor canalizado pelo patrocinador (CFM) ao clube de futebol Y não depende necessariamente dos resultados desportivos do clube durante a época desportiva.

Além disso, a tabela ilustra que, em todos os meses da época desportiva 2022, as receitas próprias do clube de futebol Y tiveram oscilações ou variações que podem condicionar a organização e funcionamento do clube ao longo da época desportiva.

De forma específica, a maior variação positiva de receita em 2022 no clube de futebol Y ocorreu no mês de outubro, com 13,84%, e a maior variação negativa foi de -25,10% no mês de novembro, o que nos leva à percepção de que houve mais variação negativa em detrimento da variação positiva.

Aplicando a estatística descritiva nas receitas patente na Tabela 1, foram obtidos os seguintes resultados estatísticos:

Tabela 3: Estatística descritiva sobre as receitas do clube de futebol Y

Descriptive Statistics	Results
Mean	420857.4017
Standard Error	72300.35883
Median	331843.5
Mode	#N/A
Standard Deviation	250455.7898
Sample Variance	62728102650
Kurtosis	2.487937329
Skewness	1.854834188
Range	820052.23
Minimum	187787.34
Maximum	1007839.57
Sum	5050288.82
Count	12
Confidence Level (95.0%)	159132.0169

Fonte: Adaptado das informações do clube de futebol Y

A tabela 3 expõe que a receita média anual do clube de futebol Y na época desportiva de 2022 é de 420.857,00 meticais. No entanto, da observação empírica das despesas do clube, nomeadamente pagamento dos salários dos atletas, manutenção das infraestruturas desportivas, entre outras despesas, a receita média anual atual não permite facilmente um equilíbrio orçamental.

Para além disso, os dados patentes na tabela 2 mostram que as receitas do clube de futebol Y não repetem nenhum mês do ano, isto é, não existe um valor modal nas receitas deste clube.

Portanto, essa variação constante das receitas em todos os meses do ano pode dificultar o processo de planificação financeira do clube de futebol Y, fazendo com que em alguns períodos da época desportiva não tenha disponibilidade financeira para cobrir os custos.

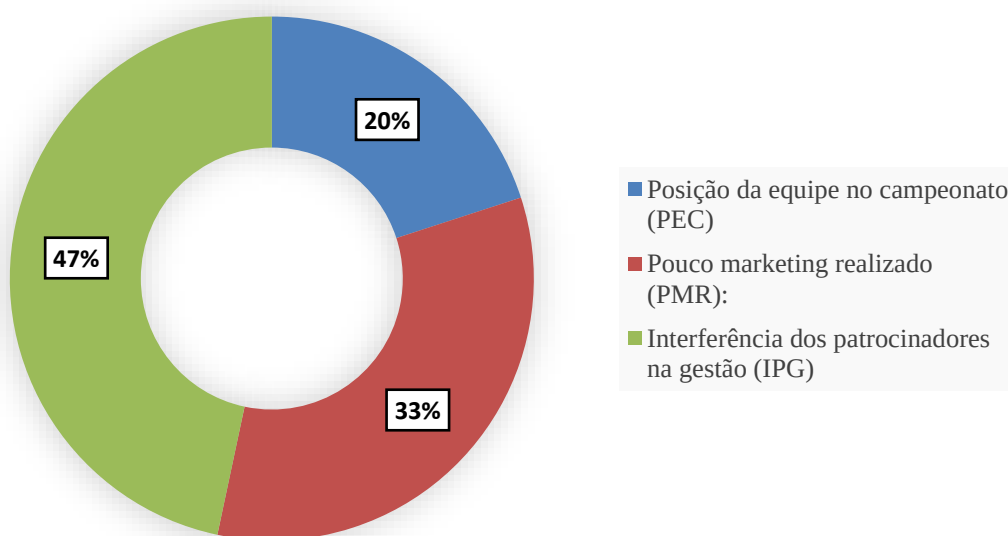
Um outro aspeto relevante patente na tabela 2 é referente às receitas mínima e máxima, em que os dados apontam que o clube de futebol Y arrecada mensalmente no mínimo 187.787,34 (MZN) meticais e no máximo 1.007.839,57 MZN (meticais).

Estes valores mínimos e máximos arrecadados pelo clube de futebol Y são extremamente baixos face à carteira de despesas de um clube de futebol do principal campeonato nacional em Moçambique, que ronda mensalmente os 5 milhões de meticais.

4.2 DETERMINANTES DA VARIAÇÃO DAS RECEITAS NO CLUBE DE FUTEBOL Y

Conforme a tabela 2, a variação constante das receitas dos clubes de futebol em Moçambique é efetivamente uma realidade, e este fenómeno financeiro pode condicionar a organização, funcionamento, desempenho económico-financeiro e desportivo dos clubes. Assim, foram identificados os seguintes fatores que determinam a variação de receitas neste clube:

Gráfico 2 - Determinantes da Variação das Receitas no clube de futebol Y



Fonte: Adaptado das informações do clube de futebol Y

Os dados patentes no gráfico 2 mostram que gestores desportivos, financeiros, treinadores, jogadores e adeptos participantes da pesquisa apontam que existem três (3) principais fatores que afetam as variações constantes das receitas do clube de futebol Y ao longo da época desportiva, nomeadamente: (i) interferência dos patrocinadores na gestão (IPG); (ii) pouco marketing realizado (PMR); e (iii) posição da equipe no campeonato (PEC).

Em termos de peso, o fator mais determinante é a IPG, com valor percentual de 47%, e essa interferência dos patrocinadores ocorre desde a eleição do presidente do clube, nomeação

dos órgãos colegiais de direção, fiscalização e de execução financeira, na escolha do treinador, bem como no processo de contratação dos jogadores, entre outros aspectos específicos, condicionando de certa forma o processo de definição de estratégia de arrecadação e diversificação das fontes de receitas do clube.

O segundo fator mais determinante é o PMR equivalente a 33%, pois, na ótica dos participantes da pesquisa, existe pouca divulgação das atividades nas mídias convencionais e digitais, afirmando que os jogos não são divulgados nas mídias locais, fazendo com que muitos adeptos e simpatizantes não adiram aos jogos, comprometendo as receitas próprias resultantes de cobrança de bilhetes nos jogos.

Por fim, 20% dos participantes acreditam que o PEC do clube futebol Y no campeonato nacional de Moçambique durante a época desportiva tem sido extremamente determinante para adesão dos adeptos e simpatizantes aos jogos e outros eventos desportivos promovidos pelo clube, garantindo deste modo maior arrecadação de receitas. No entanto, o clube de futebol Y está há mais de 10 anos sem se tornar campeão nacional e isso tem afetado o processo de arrecadação de receitas próprias e a sua variação.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo concluiu que, nos clubes de futebol em Moçambique, as receitas fixas provenientes de patrocinadores possuem um peso superior às receitas próprias. Consequentemente, estas instituições detêm menor autonomia na tomada de decisões estratégicas e desportivas como a contratação de jogadores e treinadores ou a realização de investimentos relevantes, ficando limitadas na sua gestão institucional.

Desta forma, os patrocinadores desportivos em Moçambique são, maioritariamente, grandes empresas públicas. Estas detêm um elevado poder decisório, influenciando, por exemplo, a nomeação de gestores desportivos, como se verifica no caso do Clube de Futebol Y.

Por sua vez, as receitas próprias do clube provêm de duas vias principais: as receitas de bilheteira (venda de ingressos para os jogos) e a prestação de serviços a terceiros. Esta última inclui, concretamente, o aluguer das instalações para eventos culturais e sociais, a exploração do bar, entre outros serviços.

O Clube de Futebol Y enfrenta uma instabilidade crónica de receitas, com oscilações acentuadas e um impacto negativo severo no exercício de 2026. A receita média anual é

insuficiente para assegurar o equilíbrio orçamental, impossibilitando a cobertura integral dos custos operacionais e dos investimentos necessários à sustentabilidade da agremiação.

Em última análise, a comunidade do Clube de Futebol Y que integra gestores, técnicos, atletas e adeptos sustenta que a instabilidade das receitas deriva de três fatores críticos: a interferência direta dos patrocinadores na gestão, a reduzida aposta em marketing e o desempenho desportivo da equipa no campeonato.

Face a estes fatores, o Clube de Futebol Y deve priorizar dois aspetos fundamentais para potenciar as suas receitas próprias: a dinamização da comunicação nos meios locais, visando atrair mais adeptos e simpatizantes aos recintos desportivos; e a obtenção de melhores resultados em campo. Este último ponto é crucial, dado que a afluência aos estádios está diretamente correlacionada com a performance desportiva e a posição do clube na tabela classificativa.

REFERÊNCIAS

- BRITES, Rui. **Manual de técnicas e métodos quantitativos Tomo-1**. INA–Instituto Nacional de Administração. Lisboa, 2007.
- CRUZ, Roberto Moraes et al. **COVID-19: emergência e impactos na saúde e no trabalho**. Revista Psicologia Organizações e Trabalho, v. 20, n. 2, p. I-III, 2020.
- DE MOURA PIRES, Mônica et al. Fatores de crescimento das receitas das exportações brasileiras de café. **Informe Gepec**, v. 9, n. 2, 2005.
- GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. Editora Atlas SA, 2008.
- GUERRA, Almir Rogério; ROCHA, Welington; CORRAR, Luiz João. Análise do impacto das variações de receitas nos lucros das empresas com diferentes estruturas de custos. **Revista de Administração-RAUSP**, v. 42, n. 2, p. 227-238, 2007.
- KAPLAN, Robert S.; COOPER, Robin. **Custo e desempenho: administre seus custos para ser mais competitivo**. Futura, 1998.
- MÃO caridosa dos sócios está a mudar o campo do Maxaquene. **Jornal Desafio**, Maputo, 28 fev. 2025. Disponível em: www.jornaldesafio.co.mz . Acesso em: 20 out. 2025.
- MARTINS, Carla. Manual de análise de dados quantitativos com recurso ao IBM SPSS: Saber decidir, fazer, interpretar e redigir. **Braga: Psiquilíbrios Edições**, 2011.
- O PAÍS. **Clubes já têm ferramentas para fazer crescer Moçambola**. Disponível em: <https://opais.co.mz/clubes-ja-tem-ferramentas-para-fazer-crescer-mocambola/>, acedido em 08/01/2026, as 6h e 25 minutos.

PILETTI, S. C. (2006). **Projectos e Relatórios de Pesquisa em Administração** (3. Ed). São Paulo: Atlas.

PRODANOV, Cleber Cristiano; DE FREITAS, Ernani Cesar. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico-2ª Edição**. Editora Feevale, 2013.

RIBEIRO, Osni. Moura. (2007). **Contabilidade Geral** (6ª ed). São Paulo: Saraiva Actualizada.

SALANEK FILHO, Pedro. (2012). **Administração financeira [recurso eletrônico]**. Curitiba: Instituto Federal do Paraná.

SANTOS, Joel José. **Análise de custos: remoldado com ênfase para sistema de custeio marginal, relatórios e estudo de casos**. Atlas, 2005.

SILVA, Edson Cordeiro da. Contabilidade empresarial para gestão de negócios: guia de orientação fácil e objetivo para apoio e consulta de executivos. **São Paulo: Atlas**, 2008.

VERDADE. **O problema do nosso futebol é profundo**. Disponível em: <https://verdade.co.mz/o-problema-do-nosso-futebol-e-profundo/>, acedido no dia 20 de outubro de 2025, as 9:52 minutos.

Aplicação de jogos digitais educativos com agentes conversacionais no processo de ensino e aprendizagem



Application of educational digital games with chatbots in the teaching-learning process

Carla Regina de Moura Andrade 
Universidade de Taubaté
mouraandrade@prof.educacao.sp.gov.br

Marcello Pereira Benevides 
Faculdade Senai de Taubaté
marcello.benevides@sp.senai.br

Márcia Regina de Oliveira 
Universidade de Taubaté
oliveira.marcia@unitau.br

Roque Antônio Moura 
Universidade Federal de Alagoas - UFAL
Fatec São José dos Campos

Revista Processando o Saber

eISSN 2179-5150 · Vol 18, n. 01, 2026
Multidisciplinar · DOI · Revisão por pares

Faculdade de Tecnologia Praia Grande – FATEC
Períodicidade: Anual
revista@fatecpg.edu.br

Recebido: Jan 2026
Aceito: Mar 2026
Publicado: Jun 2026

URL: <https://www.fatecpg.edu.br/revista/index.php/ps/article/view/431>
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.19934525>



RESUMO

A educação contemporânea enfrenta o desafio de engajar alunos nativos digitais em ambientes escolares ainda predominantemente analógicos. Esta pesquisa revisa a convergência entre jogos digitais educativos e agentes conversacionais (chatbots) como uma estratégia inovadora para superar esse descompasso e auxiliar na transição do analógico para o digital. O objetivo desta pesquisa foi analisar como a integração dessas tecnologias pode potencializar metodologias ativas de aprendizagem no processo de ensino da matemática, oferecendo personalização e tecnologia assistiva imediata. A metodologia baseou-se em uma revisão bibliográfica articulando conceitos das áreas dos jogos digitais (imersão, interatividade) potencializadas pelas capacidades dos agentes conversacionais na simulação de um ecossistema de aprendizagem. Os resultados mostram que o contexto lúdico e imersivo dos jogos digitais, equipados com chatbots, atua como tutor virtual mediando a aprendizagem de forma personalizada e com feedback em tempo real.

Conclui-se que a transição do analógico para o digital, por meio da integração de jogos digitais e agentes conversacionais, não visa a substituição do docente, mas sim a criação de um ecossistema de aprendizagem digital, onde a tecnologia é um recurso cognitivo facilitador para um ensino de qualidade mais responsivo, interativo e estimulador para o professor em formação, ao mesmo tempo garantindo a assimilação de técnicas matemáticas dotadas de complexidade e arranjo teórico.

PALAVRAS-CHAVE: Agentes conversacionais; educação personalizada; jogos educativos; metodologia ativa; tecnologia assistiva

ABSTRACT

Contemporary education faces the challenge of engaging digital native students in predominantly analog school environments. This research reviews the convergence between educational digital games and conversational agents (chatbots) as an innovative strategy to overcome this mismatch and assist in the transition from analog to digital. The objective of this research was to analyze how the integration of these technologies can enhance active learning methodologies in the mathematics teaching process, offering personalization and immediate assistive technology. The methodology was based on a literature review articulating concepts from the areas of digital games (immersion, interactivity) enhanced by the capabilities of conversational agents in the simulation of a learning ecosystem. The results show that the playful and immersive context of digital games equipped with chatbots acts as virtual tutors, mediating learning in a personalized way and with real-time feedback. It can be concluded that the transition from analog to digital, through the integration of digital games and conversational agents, does not aim to replace the teacher, but rather to create a digital learning ecosystem where technology is a facilitating cognitive resource for a more responsive, interactive, and stimulating quality education.

KEY-WORDS: Chatbots; personalized education; educational games; active methodology; assistive technology.

INTRODUÇÃO

A sociedade vivencia uma profunda transformação impulsionada pelas tecnologias digitais, alterando formas de comunicação, trabalho e aprendizagem. As crianças que ingressam hoje no sistema de ensino infantil são, em sua maioria, também conhecidas como nativos digitais por serem indivíduos que cresceram imersos na linguagem dos computadores, videogames e *internet* (Rufino *et al.*, 2025).

Contudo, a estrutura escolar tradicional permanece ainda na sua maioria com práticas analógicas, ou seja, centradas na transmissão unidirecional de informação e em materiais estáticos, o que cria um descompasso cognitivo e motivacional significativo (Benevides *et al.*, 2025).

Nesse sentido, comumente se observa nas comunidades acadêmicas que os gestores escolares e o corpo docente enfrentam problemas relativos ao desinteresse e à desmotivação dos alunos que acabam impactando negativamente no processo de ensino e aprendizagem, ou seja, só a transposição de conteúdos analógicos para telas digitais não se configura como uma inovação pedagógica eficaz, pois ainda falta colocar o indivíduo como agente ativo e protagonista do seu aprendizado (Costa *et al.*, 2025).

Dessa forma, os jogos digitais educativos (JDE) podem ser usados como recursos didáticos capazes de aproveitar o caráter lúdico intrínseco para fins pedagógicos e mediação com *feedback* em tempo real por meio de agentes virtuais conversacionais (*chatbots*) no momento exato da dúvida discente e assim possibilita que o aluno avance em seu desenvolvimento cognitivo de forma engajada e autônoma, o que por si só, já supera as limitações do modelo analógico tradicional (Goulart *et al.*, 2024; Fernandes *et al.*, 2025).

1. REVISÃO DA LITERATURA

Os jogos digitais educativos (JDE) configuram-se como uma solução para revitalizar o interesse e o engajamento dos estudantes, convertendo elementos de jogos e *chatbots* em contextos educacionais, o que impacta positivamente no desempenho acadêmico. No cenário contemporâneo digital, o jogar expandiu-se para o domínio da educação personalizada e inclusiva (Rufino *et al.*, 2025).

1.1 AGENTES CONVERSACIONAIS (CHATBOTS)

Agentes conversacionais ou *chatbots* são baseados em Inteligência Artificial e seus algoritmos criados para simular conversas humanas via texto, sinais ou voz. Embora inicialmente populares no atendimento ao cliente, sua aplicação na educação tem evoluído, como por exemplo, no ensino da matemática, em que os *chatbots* deixam de ser meros respondedores de perguntas frequentes para se tornarem agentes pedagógicos conversacionais e mostrar onde está o erro (Benevides *et al.*, 2025).

Uma das vantagens dos agentes conversacionais no processo de ensino-aprendizagem é a sua capacidade de oferecer atendimento assistivo e inclusivo, ao considerar as necessidades individuais de cada estudante de forma personalizada. Além disso, fornecem retornos imediatos sobre cada acerto e correção, tornando o próprio aluno responsável no processo de aprendizagem (Rufino *et al.*, 2025).

Em uma sala de aula analógica com vinte alunos, um único professor não consegue oferecer mediação individualizada simultânea para todos (Goulart *et al.*, 2024) e nesse sentido, os agentes conversacionais interagem com cada aluno individualmente, identificando suas dificuldades específicas e oferecendo dicas adaptadas ao seu nível de proficiência. A fase do aprendizado é um período crítico do desenvolvimento. Os JDE não devem ser vistos como um passatempo, mas como uma linguagem lúdica para se compreender conceitos complexos, como, por exemplo, as leis da matemática envolvendo seno e cosseno (De Moura *et al.*, 2025).

Costa *et al.* (2025), contudo, destacam que um obstáculo atual está relacionado ao comportamento dos indivíduos, uma vez que há confusão entre gerações quanto ao que é necessário e ao que é inadequado, em função das diferentes formas de pensar, agir, decidir e, principalmente, de aprender em sala de aula e se sentirem estimulados (Silva *et al.*, 2024; Smith, 2017).

Implementar um formato digital de ensino como os JDE pode melhorar a participação discente além da coleta de dados reais sobre o entendimento em diferentes ambientes analisando-se o impacto do aprendizado (Costa *et al.*, 2025; Benevides *et al.*, 2025).

Os jogos educativos digitais podem ser criados em cenários ricos em desafios, *feedback* imediato e narrativas imersivas que mantêm o aluno engajado, pois bons jogos são máquinas de aprendizagem por excelência, porque ensinam a resolver problemas complexos em um ambiente seguro, onde o erro é parte natural do processo educacional (Gu *et al.*, 2022; Dicheva *et al.*, 2015; Hamari, 2014; Dicheva *et al.*, 2015).

De forma geral, jogos educacionais despertam o entusiasmo dos usuários e, por serem geralmente coletivos, agradam a várias faixas etárias como forma de passatempo. Trata-se de uma trajetória dinâmica e mecânica que torna o processo mais divertido, transformando cliques e ações em um aprendizado com interação física e mental (Bair; Bair, 2014; Benders, 2011).

Quanto ao engajamento e à participação, a introdução de jogos apresenta-se como uma maneira dinâmica de ensino que impacta positivamente na aprendizagem, no engajamento e no comportamento coletivo e participativo dos alunos (Rodrigues *et al.*, 2020).

Morris (2013) entende que os indivíduos consideram estudar um dever e muitas vezes sem ânimo realizam essa pseudo-obrigação. Os docentes, visando despertar a participação e o engajamento, buscam que o estudo seja prazeroso, o que pode ser proporcionado por meio de desafios e de avanço de níveis contidos nos jogos (Jiang, 2016; Gerasimova, 2021).

1.2 ENGAJAMENTO E APATIA

A indiferença durante o aprendizado impacta diretamente na construção do conhecimento. A apatia estudantil representa um risco significativo para a educação, pois a falta de engajamento dos alunos pode comprometer seriamente o desempenho acadêmico e a qualidade da aprendizagem (Benders, 2011; Requies *et al.*, 2018).

Ao se usar jogos com elementos desafiadores, mudança de nível e *feedback* instantâneos pelos agentes conversacionais, educadores e educandos vivenciam experiências dinâmicas e interativas, tornando todo o processo de ensino-aprendizagem mais dinâmico e estimulador além de atingir metas de ensino e desenvolvimento de habilidades essenciais (Deterding *et al.*, 2011; Hamari; Koivisto; Sarsa, 2014).

A revisão realizada forneceu uma base acadêmica para trabalhos futuros e contribui para o desenvolvimento cidadão e profissional voltado para a indústria digital com interação humano-máquina e seu mapeamento virtual em um ambiente acadêmico (Wettstein; Schneider, 2021).

Fatores como abordagem, tempo de estudos, metodologia de ensino, vocação e suporte são altamente influentes na forma como o conhecimento atingirá o aluno. Contudo, a maneira como o ensino é conduzido faz a diferença. Uma boa metodologia, participação e engajamento são imprescindíveis para melhorar o desempenho na construção do conhecimento com motivação (Gu *et al.*, 2022).

Países como a Índia possuem nas tecnologias digitais seu principal aliado alcançando a popularização das linguagens de máquinas e seu portfólio de automação que facilitam e flexibilizam com larga aplicabilidade se a gestão educacional prevê um controle remoto e simultâneo durante o uso, tornando as interações humanos-máquinas mais confiáveis (Requies *et al.*, 2018; Moura *et al.*, 2024; Oliveira *et al.*, 2025).

Moura e Moura (2019) comentam que a interação humano-máquina tem sido fundamental para reduzir tempo de aprendizagem em ambientes compartilhados por máquinas e humanos. A sinergia entre humanos e máquinas pode simular a forma como a sociedade executa suas atividades hodiernas e como aprende e reproduz o conhecimento por meio de ambientes simulados jogando (Hamari; Koivisto; Sarsa, 2014).

Contudo, a relação será diretamente proporcional ao período de atenção dedicado em sala de aula à absorção do conteúdo transmitido. A dispersão e a perda de foco podem ocorrer por motivos estruturais ou conjecturais na vida do discente (De Moura *et al.*, 2025; Oliveira *et al.*, 2025).

O rendimento discente será positivo se os alunos entenderem a missão dos jogos educativos como uma estratégia educacional alternativa para ampliar o engajamento, a participação. Por outro lado, como já discutido, foi realizada uma análise SWOT alertando sobre a dependência de dados realizados em pesquisa, observando-se o número de cliques e permanência estudantil em cada ambiente (Benevides *et al.*, 2025; Rufino *et al.*, 2025).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

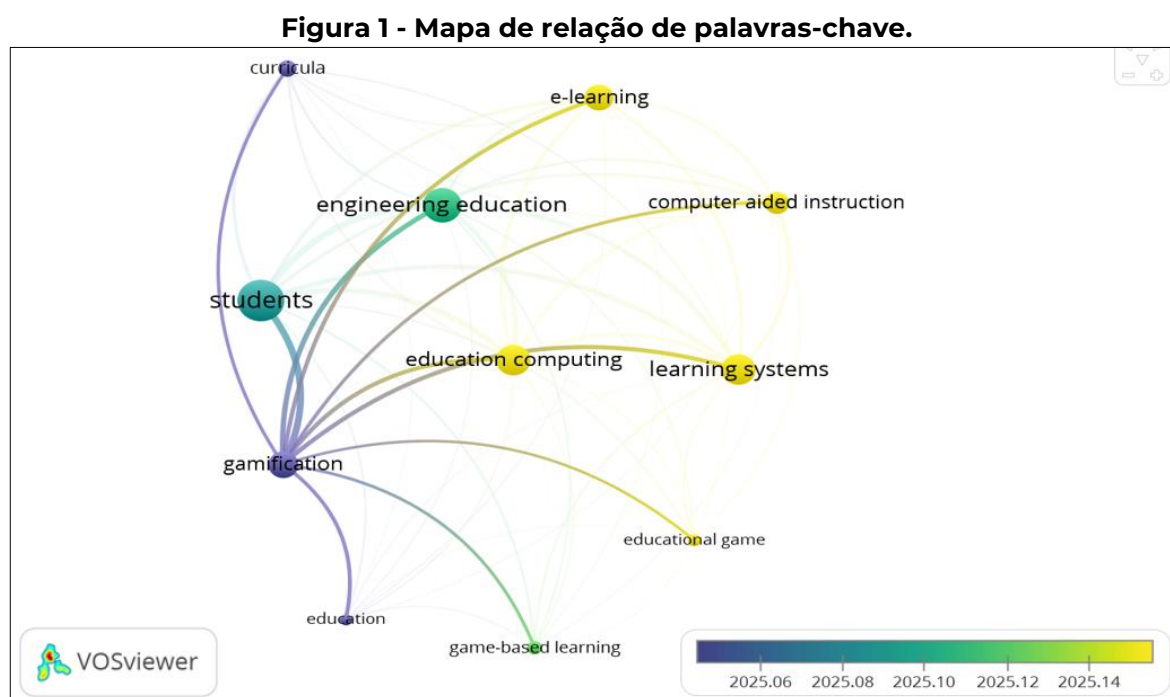
Este estudo configurou-se como um artigo de revisão, fundamentado em uma revisão bibliográfica narrativa, articulando conceitos das áreas de jogos digitais potencializados por agentes conversacionais (personalização e diálogo) em um ecossistema de aprendizagem digital.

O uso de jogos digitais educativos melhora a interação discente no processo de ensino-aprendizagem mostrando que quando adotados podem elevar a interatividade discente (Miguel *et al.*, 2018; Moura *et al.*, 2024).

2.1 ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

Foram selecionados artigos relativos ao tema jogos digitais na educação pesquisados em plataformas acadêmicas e revistas internacionais compilados por um *software* especializado (VosViewer) para construir um mapa panorâmico das correlações entre as palavras-chave.

A Figura 1 ilustra a temporariedade e a utilização de palavras-chave ao longo dos anos nos periódicos sobre jogos digitais (gamificação) como recurso acadêmico, bem como as correlações observadas entre as palavras-chave aprendizagem digital, instrução computacional assistida, sistemas de aprendizagem e jogos educacionais.



Fonte: Elaborado pelos Autores (2026)

As relações entre palavras-chave jogos educacionais (*educational game*), educação computacional (*educational computing*), aprendizagem (*learning systems*) e agentes conversacionais (*computer aided instruction*) na cor amarela mostram-se como pesquisadas recém-iniciadas (2025.14).

Foi utilizada simulação com IA na pesquisa material, com um teste real espelhado na simulação, para mostrar os resultados reais (cliques) do estudo de Rufino *et al.* (2025), no qual foram disponibilizados *desktop* e *tablets* com dois cenários: um com acesso livre à *internet* e outro com jogos educativos.

Ambos os cenários ficaram disponíveis para a sala de aula por vinte minutos. Um *prompt* com inteligência artificial comparou o número de cliques em cada cenário.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A transição do ensino analógico para o digital no processo de ensino-aprendizagem não implica o abandono de livros físicos ou a interação humana, mas sim o enriquecimento do ambiente de aprendizagem com recursos tecnológicos. Integrar jogos digitais educativos pode minimizar a desmotivação e maximizar a participação e o interesse.

3.1 JOGOS EDUCATIVOS: DESAFIOS ESTRUTURAL E CONJECTURAL

No Quadro 1 mostra-se uma correlação dos desafios estrutural e conjectural e como são interligados na maioria dos artigos pesquisados tratando os jogos educacionais como uma alternativa para mitigar os obstáculos nas salas de aula.

Quadro 1 - Desafios estruturais e conjecturais

Jogos educativos	Desafios: estrutural e conjectural
Requer capacitação e habilitar o corpo docente	Docentes não familiarizados com jogos educacionais. Resistem à implementação da tecnologia nas aulas.
Integrar o currículo ao itinerário formativo	Sem planejar, pode se tornar uma atividade isolada. Sem conexão com os objetivos educacionais, torna-se atividade extra.
Aplicar metodologias híbridas: tradicional e ativa	Resistência dos docentes e instituições ao preferirem métodos tradicionais sob o pensamento: “ <i>sempre foi assim e deu certo</i> ”.
Investimento em infraestrutura, tecnologia, limites e manutenção	Dificuldade temporal de recursos, rápida evolução tecnológica e falta de legislação específica que respeite a privacidade.

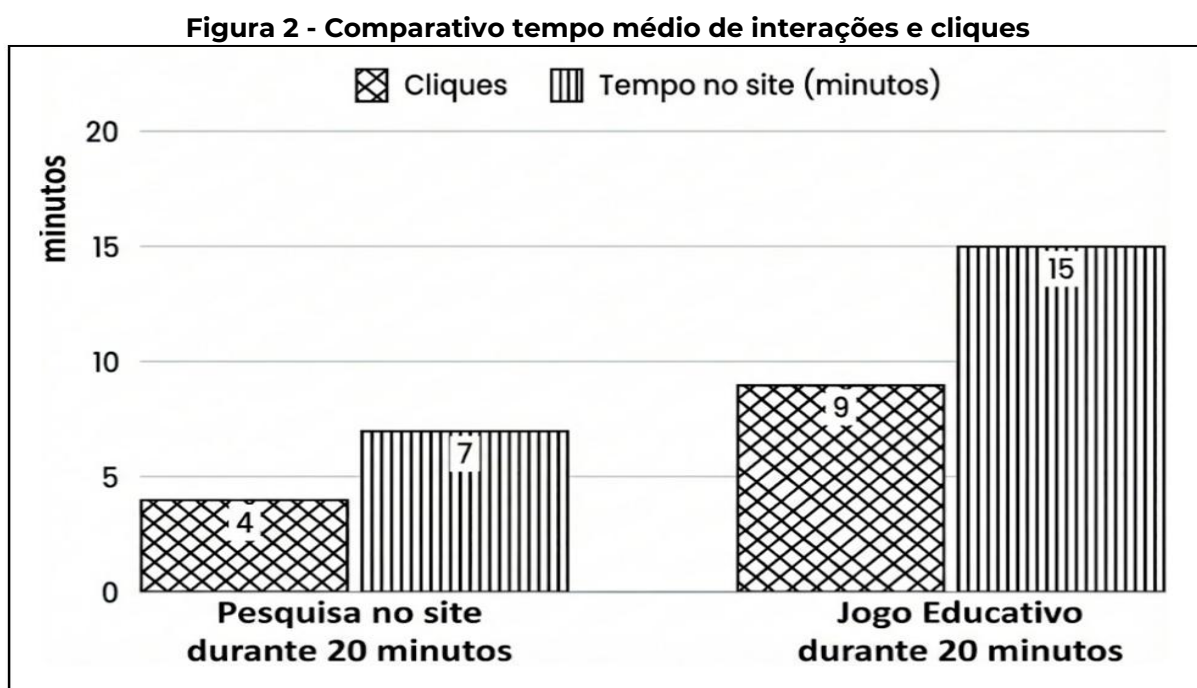
Fonte: Elaborado pelos Autores (2026).

O jogo educativo digital fornece um contexto macro, assegurando desafios atraentes e progressivos como forma de contrapor à apatia estudantil (Benders, 2011). Como exemplo, em um jogo de matemática, quando o aluno erra uma operação de soma ou divisão, os agentes conversacionais não indicam apenas que “está errado”, mas também oferecem a opção “vamos tentar novamente?” de forma não impositiva.

3.2 INTERESSE COMPARANDO NÚMERO DE CLIQUES EM DIFERENTES CENÁRIOS

Com base nos experimentos de Rufino *et al.* (2025) que disponibilizaram dois cenários, um com pesquisa livre em sites na *internet* e outro cenário com jogos educativos, ambos com duração de vinte minutos, observou-se que o tempo médio de interação foi maior no cenário do jogo do que na simples pesquisa, com aumento no número de interações no *site* (cliques).

Comparativamente, a pesquisa em sites tende a ser suficiente em poucos cliques, denotando menor tempo de interatividade conforme ilustra a Figura 2.



Fonte: Adaptado de Rufino *et al.* (2026).

Dentro do mesmo intervalo de vinte minutos, enquanto a pesquisa gerou apenas quatro cliques e reteve o usuário por sete minutos, o jogo educativo mais que dobrou esses números, alcançando nove cliques e mantendo a permanência por quinze minutos, ou seja, o formato interativo do jogo foi mais eficaz para prender a atenção com interatividade. Caso o aluno erre novamente, o agente conversacional pode lembrar regras previamente estudadas durante a execução da atividade, oferecendo dicas ou ajustando dinamicamente a dificuldade dos desafios.

3.3 ANÁLISE SWOT

Segundo Moura *et al.* (2022), o compartilhamento de tecnologias digitais com a interação das pessoas com máquinas muda e transforma a maneira como agem. Vencer culturas analógicas requer preparo.

A gestão educacional e a interação humano-máquina têm inúmeros benefícios, contudo, há preocupações e desafios a serem vencidos pelas instituições de ensino, pelos gestores da educação, pelos docentes e principalmente pelos discentes. No Quadro 2 mostra-se uma análise SWOT que avalia o uso dos jogos educacionais digitais no processo de ensino-aprendizagem.

Quadro 2 - Análise SWOT: aplicação de jogos educativos digitais no processo ensino-aprendizagem

Fatores	Considerações e análises
Força (Strengths) 	Personalização (esclarecimento individual imediato e sem exposição).
	Informação e dados em aplicativos atualizados.
	Automação e novos níveis conforme aprendizado. Aprendizado sem pressa, pois repete-se quantas vezes forem necessárias.
	Feedback em tempo real sobre onde errou e novas tentativas.
Fraqueza (Weakness) 	Investimento inicial geralmente alto.
	Poder gerar dependência digital (analfabetismo digital).
	Precisa inserir dados pessoais (usuário e senha). Necessidade de sinal de <i>internet</i> . O esquecimento de usuário ou senha não dá acesso.
	Preconceitos na formulação e elaboração dos jogos e nas lições.
Oportunidade (Opportunities) 	Inovação no processo de ensino-aprendizagem. O aluno pode adequar o processo de aprendizagem ao seu ritmo.
	A massificação tecnológica e concorrência derrubam preços.
	Possibilita trabalho em equipe (competência socioemocional). Quem sabe ensina.
	Foco na atenção e engajamento dos alunos (<i>eye tracking</i>).
Ameaças (Threats) 	Questões éticas ainda não resolvidas. Falta respeito e segurança na proteção dos dados pessoais e de privacidade.
	Obsolescência tecnológica rápida requer investimentos recorrentes.
	Resistência cultural, pois, requer um leiaute e aulas invertidas.
	Requer capacitação periódica do corpo docente.

Fonte: Adaptado de Moura *et al.* (2022)

O acompanhamento de parâmetros e tendências mundiais favorece a colaboração em equipe, inclusive à distância, e a tomada de decisões (Silva *et al.*, 2024) baseadas em novos produtos e serviços em consonância com as necessidades humanas (Moura; Moura, 2019; Sousa *et al.*, 2024). Empregar jogos educativos digitais mitiga o desinteresse e a apatia, preparando

os profissionais do futuro para o ambiente digital e tarefas compartilhadas entre humanos e máquinas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A investigação sobre a convergência entre jogos digitais educativos e agentes conversacionais aponta para uma integração de sucesso e constitui uma estratégia robusta para mitigar o descompasso do ensino analógico tradicional, ou seja, o lúdico mostrou-se como uma forma de potencializar a interatividade dos agentes conversacionais elevando substancialmente o engajamento discente.

A usabilidade comparada confirmou a premissa de que enquanto métodos de ensino convencionais retiveram o usuário por apenas sete minutos com quatro interações, o jogo educativo ampliou a permanência para quinze minutos, elevando o número de cliques para nove e assim evidenciando uma eficácia superior na manutenção da atenção e do foco.

A implementação dos jogos educativos digitais com seus agentes conversacionais não implica na substituição da figura docente, mas sim na sua evolução para um papel de mediador em um ecossistema tecnológico de aprendizagem.

O agente conversacional atua como um tutor virtual onipresente, oferecendo suporte imediato e personalizado dentro da zona de desenvolvimento proximal de cada aluno, algo que, na prática, é inviável em modelos estritamente analógicos com turmas de até quarenta alunos.

Em relação à perspectiva pedagógica, há o risco latente de geração de dependência digital ou analfabetismo funcional digital caso o uso não seja mediado de forma equilibrada.

Conclui-se que a capacitação docente e o investimento inicial em jogos educativos digitais assistidos promovem uma educação mais inclusiva e alinhada às demandas contemporâneas, transformando o erro em uma etapa natural e motivadora do processo cognitivo e da aprendizagem por meio da integração de jogos digitais e agentes conversacionais onde a tecnologia atua como recurso cognitivo adicional para um ensino de qualidade mais responsivo, interativo e estimulador.

REFERÊNCIAS

- BAIR, M. A.; BAIR, D. E. Faculty Emotions: A self-study of teaching educators. **In: Journal of Education for Teaching: International Research and Pedagogy**, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/17425961003669490>
- BENDERS, D. (2011). Student Apathy: **The Downfall of Education**. In: Union College. Educational Studies Unit, 2011. DOI: <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1968613>
- BENEVIDES, M; OLIVEIRA, M.; DIAS, M; MOURA, R. (2025). **Metodologia ativa assistida: a educação de indivíduos adultos**. Revista CBTECLE, [S.l.], v.9, n.2, p.181-190, Disponível em: <https://revista-cbtecle.cps.sp.gov.br/index.php/CBTecLE/article/view/1278>. Acesso: 12dez25.
- DE MOURA, R. A.; BENEVIDES, M. P; RUFINO, L. J. G. C.; DIAS, M. V. S.; SILVA, M. B. (2025). **Neuroergonomia no controle de voo com tecnologia embarcada fly-by-wire e artificial feel para um melhor feedback háptico**. ARACÊ, [S. l.], v7, n9, pe8071. DOI: 10.56238/arev7n9-139. <https://periodicos.newsciencepubl.com/arace/article/view/8071>.
- COSTA, J. C.; SANTOS, D. A.; OLIVEIRA, M. R.; MOURA, R. A. (2025). **Aprendizagem com solução de problemas reais para aprimoramento discente na injunção socioprofissional**. Revista CLCS, [S l], v18, n 2, p. e15288. DOI: 10.55905/revconv.18n.2-100. <https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/15288>
- DETERDING, S.; DIXON, D.; KHALED, R.; NACKE, L. **From game design elements to gamefulness: Defining gamification**. In: Proceedings 15th Int. Acad. Mind Trek Conference: Envision Future Media Environments. ACM, 2011. <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>
- DICHEVA, D.; DICHEV, C.; AGRE, G.; ANGEL, G. (2015) **Gamification in Education: A Systematic Mapping Study**. J. Educ. Tec. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s41239-017-0042-5>
- FERNANDES, W. S.; DOS SANTOS, D. F. A.; BENEVIDES, M. P.; DE OLIVEIRA, M. R.; GOUSSAIN, B. G. C. S.; DE MOURA, R. A. (2025). **Neuroergonomia sustentável: minimizando erros e maximizando eficiência**. ARACÊ, [S. l.], v. 7, n. 10, p. e8749, 2025. DOI: 10.56238/arev7n10-051. <https://periodicos.newsciencepubl.com/arace/article/view/8749>
- GERASIMOVA, I. (2021). **From modernization to greening. Geocology and geosociality. Epistemology and philosophy of science**, 58 (1), pp. 8-21. DOI: 10.5840/EPS20215812. Scopus. <https://www.scopus.com>
- GOULART, R. A. S.; SAMPAIO, M.; COSTA, J. L.; MOURA, R. A. (2024). **Comparativo de treinamentos imersivos com realidade aumentada e virtual aplicadas em ambientes para eliminar riscos ocupacionais**. Revista Ciências Exatas, [S. l.], v. 30, n. 2, 2024. DOI: 10.69609/1516-2893. 2024.v30.n2.a3913. <https://periodicos.unitau.br/exatas/article/view/3913>

GU, J.; TANG, L.; LIU, X; XU, J. **Promoting pre-service teacher students' learning engagement: design-based research in a flipped classroom**. Frontiers in Psychology, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.810275>

HAMARI, J. (2014). **Assessing the effects of gamification in the classroom: longitudinal study on intrinsic motivation, social comparison, satisfaction and performance**. Elsevier BV, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10494820.2014.964263>

HAMARI, J., KOIVISTO, J., & SARSA, H. (2014). **Does Gamification Work? A literature review of empirical studies on gamification**. Proceedings of the 47th Annual Hawaii Internet Conf. System Sciences. Disponível: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6758978>

JIANG, S. (2016). **A Review of the effectiveness of gamification in education**. University of California, Irvine, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00607>

MIGUEL, P. A. C.; FLEURY, A.; MELLO, C. H. P.; NAKANO, D. N.; et al. (2018). **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 3ª Edição. Rio de Janeiro: Editora GEN LTC. 2018. ISBN 978-853529134-6. ISBN 13 – 978-8535291346.

MORRIS, B. J. **Gaming science: the “Gamification” of scientific thinking**. Frontiers Media SA, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00607>

MOURA, J. L. S.; MOURA, R. A. (2019). **Interação humano-máquina no sistema produtivo da indústria 4.0**. CIMATech. DOI: <https://doi.org/10.37619/issn2447-5378.v1i6.213.217-227>

MOURA, R., MARQUES, D., COSTA, J., & SILVA, M. (2021). **A urbanidade da higiene ocupacional na era digital e o negacionismo social**. 2021. *Revista Sodebras [online]*, 16(184), 29-33. ISSN 1809-3957. DOI: <https://doi.org/10.29367/issn.1809-3957.16.2021.184.29>

MOURA, R. A.; MONTEIRO, V. L.; GALVÃO JUNIOR, L. C.; OLIVEIRA, M. R.; SILVA, M. B. (2024). **Logística Humanitária: tecnologias digitais de comunicação**. LAJBM, [S. l.], v. 15, n. 1, 2024. DOI: 10.69609/2178-4833. 2024.v15.n1.a775. <https://www.lajbm.com.br/journal/article/view/775>

MOURA, R.; RICHETTO, M.; LUCHE, D.; TOZI, L.; SILVA, M. (2022). **New professional competencies and skills leaning towards Industry 4.0**. In Proceedings V2: CSEDU, DOI: <http://dx.doi.org/10.5220/0011047300003182>.

OLIVEIRA, M. R.; BENEVIDES, K. G.; RUFINO, L. G. C.; et al., (2025). **Direito Digital e sua limitação no uso da inteligência artificial hodierna**. CLCS, [S. l.], v. 18, n. 7, p. e19679. DOI: 10.55905/revconv.18n.7-341. <https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/19679>

REQUIES, J.; AGUIRRE, I.; BARRIO, V. L.; GRAELLS, M. (2018). **Evolution of project-based learning in small groups in environmental engineering courses**. Journal of Tech. and Science Education. vol. 8, no. 1, pp. 45-62, 2018. DOI: 10.3926/jotse.318

RODRIGUES, L., et al. (2020). **The impact of gamification on students' learning, engagement and behavior based on their personality traits**. In: Smart Learning Environments, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s40561-019-0098-x>

RUFINO, L.; BENEVIDES, M.; BENEVIDES, K.; GOUSSAIN, B.; MOURA, R. (2025). **Gamification and chatbots in education: a study on the impact on student interaction and engagement**. JISEM. 10. 688-699. DOI: 10.52783/jisem. v10i27s.4525. <https://jisem-journal.com/index.php/journal/article/view/4525>

SILVA, E. A.; CAMARGO, A. A.; SILVA, M. B.; MOURA, R. A. (2024). **Neuroergonomía y Tecnologías inmersivas**. Revista Exatas. V.30. N 2, 2024. São Paulo. DOI: <https://doi.org/10.69609/1516-2893.2024.v30.n2.a3916>

SMITH, C. (2017). **Disaffection with school mathematics**. UK Limited, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/14794802.2017.1290544>. Acesso em 10jan2025.

SOUSA, V. J., RICHELTO, M. R., MOURA, R. A., OLIVEIRA, M. R., & SILVA, M. B. (2024). **Analysis management practices in a non-governmental organization**. Revista RGSA, 18(11), e09646. <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n11-045>

WETTSTEIN, A.; SCHNEIDER, S. (2021). **Teacher Stress: A psychobiological approach to stressful interactions in the classroom**. Bern, Switzerland: University of Teacher Education, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/feduc.2021.681258>

Aplicação do método DMAIC integrado aos princípios de neuroergonomia na melhoria do leiaute produtivo visando aumentar a produtividade



Application of the DMAIC method integrated with neuroergonomics principles to improve production layout aiming to increase productivity.

Marcello Iamauti Figueiredo 
Universidade de Taubaté - UNITAU
marcello.ifigueiredo@unitau.br

Carla Regina de Moura Andrade 
Universidade de Taubaté - UNITAU
mouraandrade@prof.educacao.sp.gov.br

Roque Antônio de Moura 
Fatec São José dos Campos
roqueademoura33@gmail.com

específica desta pesquisa foi um modelo cientificamente validado e replicável para pequenas e médias empresas que contam com o fator humano como o fundamento cognitivo do sistema produtivo. Conclui-se que a sinergia entre DMAIC e neuroergonomia é um diferencial estratégico tanto para o desempenho operacional quanto para o bem-estar dos trabalhadores.

PALAVRAS-CHAVE: DMAIC; neuroergonomia; leiaute produtivo; manufatura enxuta; gestão empresarial.

ABSTRACT

This research investigated the integrated application of DMAIC methodology and neuroergonomics principles to improve production layout in a metalworking industry. The main problem addressed involved operational inefficiencies caused by inadequate physical arrangements, resulting in systemic waste and severe cognitive overload for the workforce, leading to low job performance and human errors in task execution. The gap identified in the literature is the lack of systematic integration between statistical process improvement (DMAIC) and the brain-at-work perspective, which is frequently neglected and does not respect human cognitive limitations in industrial design. The methodology used lean manufacturing resources, such as spaghetti diagrams and the Kanban system, aligned with neuroergonomics analysis to redesign workstations and production flows. The results demonstrated a reduction of up to 59% in operational displacements with savings of up to 47.2 linear meters per assembly cycle, enabling a 23% increase in overall productivity. Furthermore, the implementation of pneumatic devices in balance beams improved the perception of well-being and reduced physical and mental fatigue. The specific contribution of this research was a scientifically validated and replicable model for small and medium-sized enterprises that rely on the human factor as the cognitive foundation of the production system. It is concluded that the synergy between DMAIC and neuroergonomics is a strategic differentiator for both operational performance and worker well-being.

KEY-WORDS: DMAIC; neuroergonomics; production layout; lean manufacturing; business management.

Revista Processando o Saber

eISSN 2179-5150 · Vol 18, n. 01, 2026
Multidisciplinar · DOI · Revisão por pares

Faculdade de Tecnologia Praia Grande – FATEC
Períodicidade: Anual
revista@fatecpg.edu.br

Recebido: Jan 2026
Aceito: Mar 2026
Publicado: Jun 2026

URL: <https://www.fatecpg.edu.br/revista/index.php/ps/article/view/432>
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.20027954>



RESUMO

Esta pesquisa investigou a aplicação integrada da metodologia DMAIC e dos princípios da neuroergonomia para aprimorar o leiaute de produção em uma indústria metalomecânica. O principal problema abordado envolveu ineficiências operacionais decorrentes de arranjos físicos inadequados, que resultam em desperdício sistêmico e sobrecarga cognitiva da força de trabalho, levando a baixo desempenho laboral e à ocorrência de erros humanos na execução das atividades. A lacuna identificada na literatura refere-se à ausência de integração sistemática entre a melhoria estatística de processos (DMAIC) e a perspectiva do cérebro no trabalho, frequentemente negligenciada e que não respeita os limites cognitivos humanos no projeto industrial. A metodologia utilizou recursos da manufatura enxuta, como diagramas de espaguete e o sistema Kanban, alinhados à análise neuroergonômica, para redesenhar estações de trabalho e fluxos de produção. Os resultados demonstraram uma redução de até 59% nos deslocamentos operacionais com economia de até 47,2 metros lineares por ciclo de montagem e que possibilitaram um aumento de 23% na produtividade geral. Além disso, a implementação de dispositivos pneumáticos em balancins melhorou a percepção de bem-estar e reduziu a fadiga físico-mental. A contribuição

INTRODUÇÃO

O cenário industrial contemporâneo e altamente competitivo demanda das organizações a busca incessante pela otimização de processos e maximização da eficiência operacional. No setor metalomecânico, essa pressão é acentuada pela necessidade de aumentar a produtividade, gerenciar custos e modernizar operações para manter a competitividade, muitas vezes utilizando ambientes imersivos para esse fim (Slack; Brandon-Jones; Johnston, 2018; Benevides *et al.*, 2025).

Segundo Womack e Jones (2004), metodologias consolidadas, como a manufatura enxuta, tornaram-se recursos estratégicos indispensáveis para esse objetivo. Apesar dos avanços em gestão, o problema central identificado em muitas linhas de montagem é a ineficiência operacional causada por um leiaute produtivo inadequado que se manifesta em desperdícios sistêmicos, como movimentação excessiva de pessoas e materiais, que não apenas elevam o tempo de ciclo, mas impõem uma sobrecarga física e cognitiva severa para a força laboral.

Arranjos físicos mal planejados geram pontos de estresse e confusão visual, levando à exaustão precoce e ao aumento da probabilidade de erro humano, ou seja, sobrecarga física e mental. Nesse sentido, a lacuna existente na literatura e na prática industrial está no fato de que abordagens tradicionais de melhoria de processos, como o ciclo DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar) geralmente focado exclusivamente em dados quantitativos de produtividade, não observa aspecto neuroergonômico, que estuda além da biomecânica, o cérebro no trabalho e negligencia o fator humano como alicerce cognitivo, ignorando como a atenção, a memória no aprendizado da tarefa e a carga mental no desenho do ambiente fabril.

Nesse contexto, a neuroergonomia emerge como um campo promissor na interface entre o cérebro humano e sistemas de engenharia para avaliar a carga cognitiva e reduzir erros que contribuem como inovação aliada à metodologia DMAIC para melhorar o leiaute produtivo e assegurar operações mais balanceadas em uma indústria de equipamentos de cozinha industrial.

No setor metalomecânico, essa pressão é ainda mais acentuada pela necessidade de aumentar a produtividade, gerenciar custos e modernizar operações para manter competitividade, muitas vezes testadas previamente em ambientes imersivos (SENAI, 2021; Goulart *et al.*, 2024).

Segundo Womack e Jones (2004), metodologias consolidadas, como a manufatura enxuta, tornaram-se recursos estratégicos indispensáveis para esse objetivo. Nesse contexto, por exemplo, destaca-se a metodologia DMAIC que define, mede, analisa, melhora e controla e oferece uma abordagem estruturada e embasada em dados reais para otimização de leiautes produtivos (Pyzdek; Keller, 2018).

Nesse sentido, a neuroergonomia emerge como campo promissor na interface entre cérebro humano e sistemas de engenharia (Benvides *et al.*, 2025) combinados com a aplicação de tecnologias (Oliveira *et al.*, 2025) para avaliar carga cognitiva, melhorar colaboração humano-robô e reduzir erros nas linhas de montagem (Dehais *et al.*, 2020; Douibi *et al.*, 2021; De Moura *et al.*, 2025).

Souza (2018) propõem métodos neuroergonômicos para evitar exceder limites da carga cognitiva no labor o que pode ser facilmente adaptado com a aplicação tradicional do método DMAIC que estabelece uma correlação explícita (Requies *et al.*, 2018) com os impactos cognitivos e neuroergonômicos sobre os colaboradores que podem agregar valor transformador ao considerar o fator humano como alicerce fundamental do processo produtivo (Moura *et al.*, 2024; Silva *et al.*, 2024; Fernandes *et al.*, 2025).

1. REVISÃO DA LITERATURA

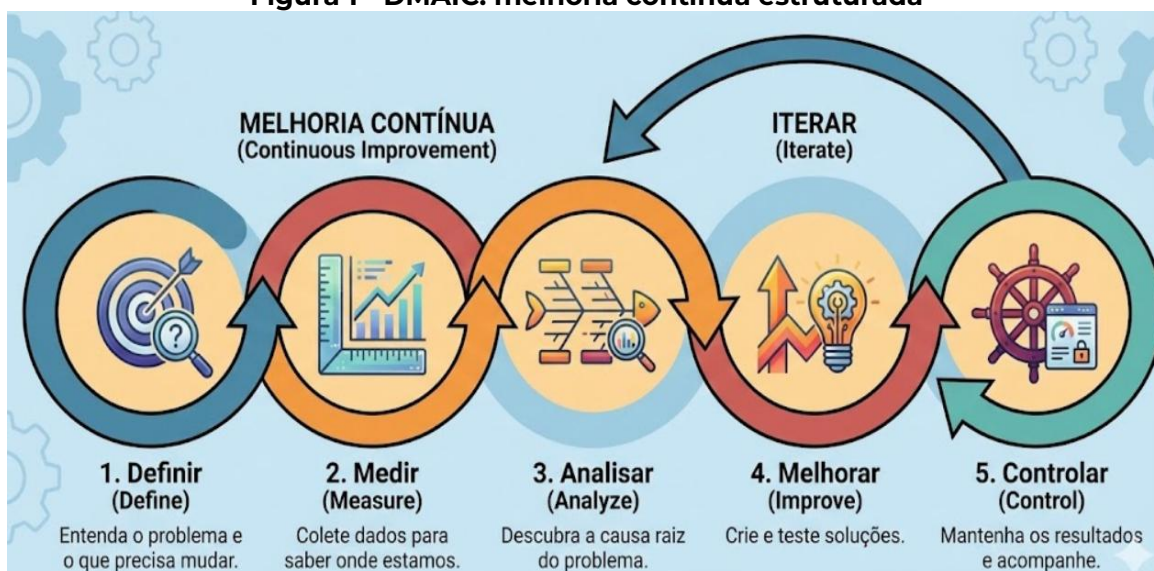
A conscientização de que os recursos da manufatura enxuta transcende a mera filosofia de gestão, ao enfatizarem resultados e a maximização de valor por meio da eliminação sistemática de desperdícios sistêmicos e operacionais, é fundamental nesse contexto (Womack; Jones, 2004).

O arranjo físico ou leiaute é a configuração espacial e o posicionamento relativo dos recursos produtivos como máquinas, equipamentos, mobiliário, movimentações e fluxo do processo produtivo dentro de uma instalação produtiva ou de serviços (Slack; Brandon-Jones; Johnston, 2018).

1.1 METODOLOGIA DMAIC

Segundo Pyzdek e Keller (2018), o método DMAIC constitui-se como estrutura robusta e estruturada na filosofia Sigma, caracterizando-se como abordagem científica e sistemática para resolução de problemas complexos e otimização de processos. Esse método é executado por meio de cinco fases: Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar, embasadas em históricos e em dados quantitativos reais conforme ilustra a Figura 1.

Figura 1 - DMAIC: melhoria contínua estruturada



Fonte: Elaborado pelos Autores (2026)

Na fase **Definir**, delimita-se o escopo do problema identificando necessidades críticas para a qualidade, ou seja, o que precisa mudar. Na fase **Medir**, estabelece-se uma linha de base para o desempenho atual, por meio do mapeamento sistemático de dados. Na fase **Analisar**, os dados são interpretados com o objetivo de identificar a causa-raiz das variações e desperdícios. A fase **Melhorar** concentra-se na geração criativa e na implementação de soluções eficazes (George, 2002). Já o leiaute (Figura 2) e sua organização espacial são determinantes para o fluxo.

Figura 2 - Leiaute ou arranjo físico estudado nesta pesquisa



Fonte: Elaborado pelos Autores (2026)

Para um melhor arranjo físico, agiliza o fluxo de informações e minimiza desperdícios, como movimentações desnecessárias e tempos de espera, impactando substancialmente a produtividade global e a competitividade da organização (Martins; Laugeni, 2015; Rother; Shook, 2003).

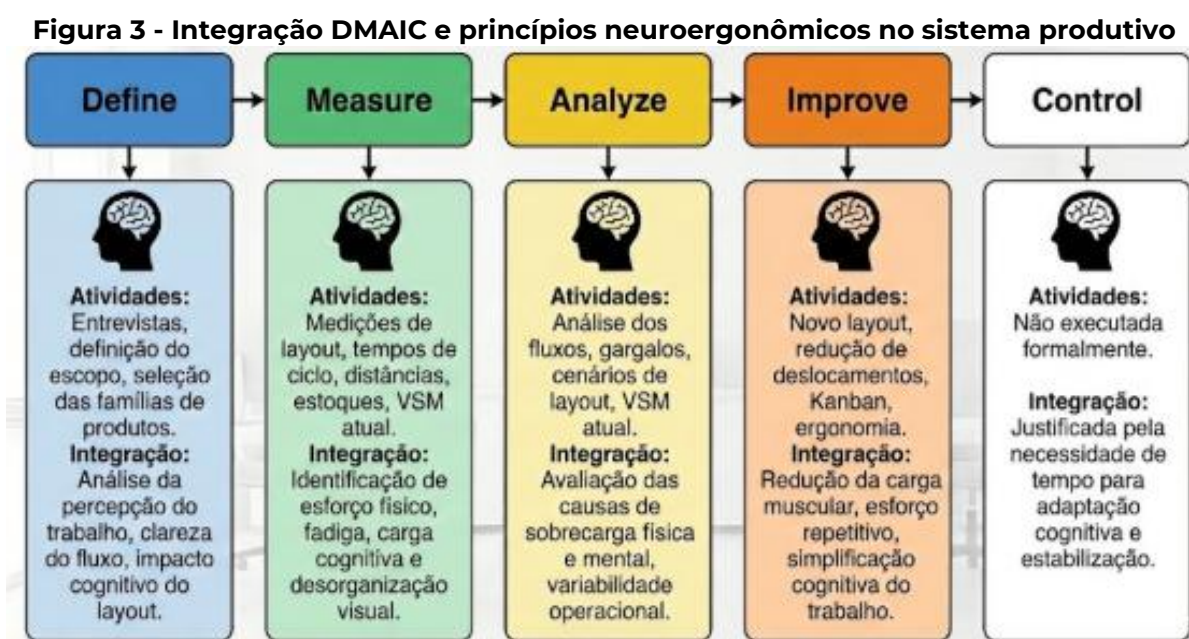
1.2 NEUROERGONOMIA

Inicialmente usada para aplicações clínicas, evoluiu para abranger ambientes de interação humano-máquina nos ambientes das indústrias e seus sistemas produtivos (Dul; Weerdmeester, 2008). Como ciência, é um campo interdisciplinar que combina engenharia, neurociência e computação para compreender, monitorar e intervir nos processos relacionados ao comportamento humano (Stevens, 2008; Oliveira Junior *et al.*, 2025).

Nos últimos anos, impulsionada por avanços em eletrofisiologia e sensores portáteis, a neuroergonomia passou a ser incorporada ao contexto da Indústria 4.0 para apoiar decisões operacionais, reduzir erros humanos e otimizar desempenho cognitivo, como por exemplo, na disciplina neuroergonomia que estuda os limites da carga físico-mental da força laboral, ou seja,

responsável pela percepção de bem-estar laboral (Wickens; Hollands, 2015; Dehais *et al.*, 2020; Ren *et al.*, 2023).

Dehais *et al.* (2020) mencionam que uma das contribuições ao se integrar a metodologia DMAIC com a neuroergonomia para a indústria está no mapeamento da sobrecarga físico-mental que impacta diretamente produtividade e segurança, partindo do princípio de que quando não se excede o limite da carga cerebral, é possível minimizar falhas cognitivas e aumentar a percepção de qualidade de vida no trabalho conforme ilustrado na Figura 3.



Fonte: Elaborado pelos Autores (2026).

Introduzida por Parasuraman (2003), a neuroergonomia é a extensão natural da neurociência focada no desempenho físico-mental humano em um ambiente de trabalho, pois, enquanto a ergonomia tradicional concentra-se em aspectos biomecânicos e antropométricos, a neuroergonomia expande o escopo para incluir atenção, memória de trabalho e estados emocionais em relação à carga mental.

A integração tem benefícios como a eliminação de movimentações desnecessárias ao se criar e projetar leiautes enxutos e fluxos sem barreiras, melhoria neuroergonômica combinando menor esforço biomecânico e sem riscos de fadiga mental ou estresse (Parasuraman, 2003).

1.3 DIAGRAMA DE ESPAGUETE

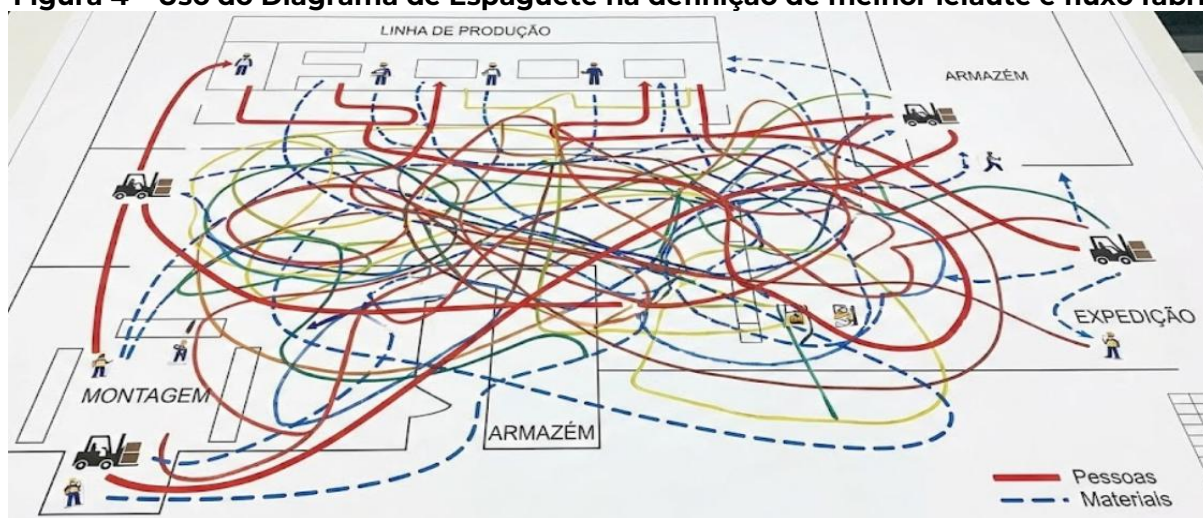
O diagrama de espaguete possibilita mensurar distâncias percorridas, tempos de deslocamento, frequência de caminhadas e potenciais riscos ergonômicos associados à movimentação física do operador.

Quando combinado com cronometragem e análise ergonômica, revela pontos críticos que impactam diretamente a produtividade e o bem-estar dos trabalhadores (Imai, 1997), integrando-os à neuroergonomia ao examinar e analisar a carga mental (Xu *et al.*, 2020; Battini *et al.*, 2014).

Segundo Imai (1997), o diagrama de espaguete é um recurso da manufatura enxuta para mapear o desperdício por meio do deslocamento de operadores, materiais ou equipamentos dentro de um ambiente produtivo (Mather, 1973).

A representação gráfica mostra linhas com cores distintas, entrelaçadas, semelhantes aos fios de espaguete, de onde vem seu nome, conforme Figura 4.

Figura 4 – Uso do Diagrama de Espaguete na definição de melhor leiaute e fluxo fabril



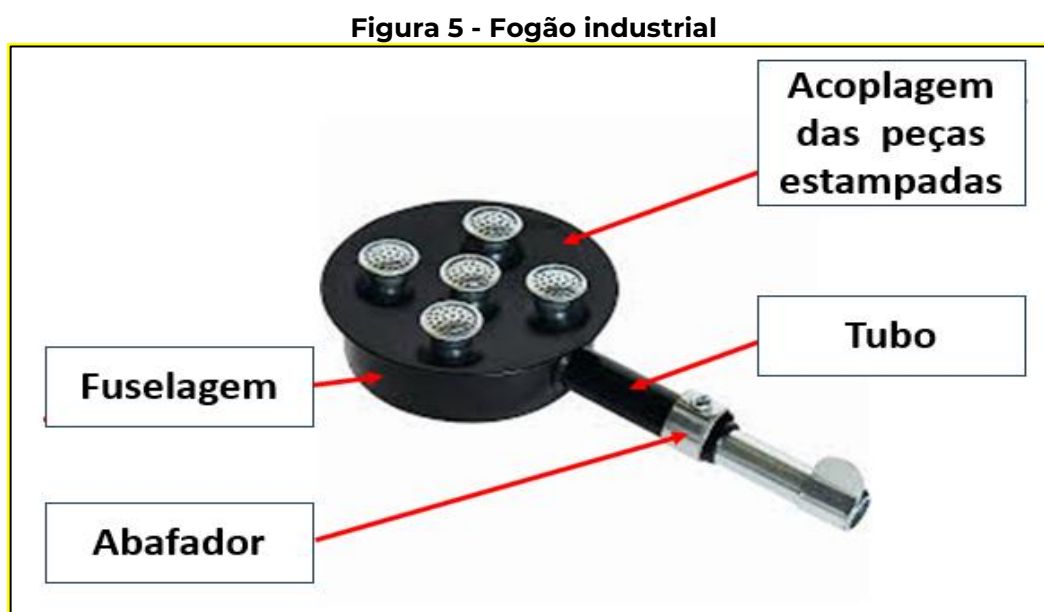
Fonte: Elaborado pelos Autores (2026).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo de natureza qualitativa e quantitativa, desenvolvido em uma empresa real do setor metalomecânico fabricante de equipamentos para cozinha industrial. A investigação teve como objetivo analisar e melhorar o arranjo físico produtivo por meio da aplicação integrada da metodologia DMAIC e dos princípios da neuroergonomia. Para isso, foram mapeados os processos produtivos e avaliados os impactos das intervenções realizadas no sistema de produção (Miguel *et al.*, 2018).

O processo analisado envolveu 10 trabalhadores diretamente relacionados às atividades de fabricação e montagem do produto, distribuídos em etapas produtivas de estampagem, montagem, acabamento, testes e estocagem.

O equipamento estudado foi o fogão industrial, conforme ilustra a Figura 5.



Fonte: Elaborado pelos Autores (2026)

A metodologia **DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar)** foi adotada como estrutura central da pesquisa. Essa abordagem permitiu estruturar o processo de diagnóstico, análise e implementação das melhorias relacionadas ao leiaute produtivo e à movimentação de pessoas e materiais ao longo do processo de fabricação. O estudo foi conduzido durante um período total de doze meses, contemplando todas as fases da metodologia.

Inicialmente foi realizado o mapeamento completo do leiaute produtivo existente, com o objetivo de identificar os fluxos de movimentação de operadores, materiais e equipamentos no ambiente fabril. Após o desenho do arranjo físico e posicionamento de todos os equipamentos no layout da fábrica, foram identificados os percursos realizados durante as atividades produtivas.

Para a mensuração das distâncias percorridas, utilizou-se um instrumento manual de medição composto por uma roda de deslocamento com indicador analógico de distância em metros, amplamente utilizado em medições de trajetos no ambiente industrial. Esse equipamento permitiu registrar de forma direta e precisa os deslocamentos executados pelos operadores durante a execução das atividades.

As medições foram efetuadas em dois momentos distintos da pesquisa. Inicialmente, foi conduzida uma medição completa dos percursos existentes antes da realização das alterações no leiaute produtivo, permitindo estabelecer uma linha de base do desempenho operacional. Posteriormente, após a implementação das melhorias no arranjo físico e reorganização das estações de trabalho, foi efetuada uma nova medição dos percursos, possibilitando a comparação entre os cenários anterior e posterior às intervenções.

Para a cronometragem das atividades, foram realizadas 20 tomadas de tempo sequenciais para cada operação analisada, com o objetivo de capturar variações naturais do processo produtivo. Para aumentar a confiabilidade estatística das medições, foram eliminados os três menores tempos registrados, procedimento utilizado para reduzir possíveis distorções decorrentes de situações atípicas. Em seguida, foi calculada a média aritmética dos 17 tempos restantes, que foi adotada como valor representativo do tempo de execução das atividades.

Os dados referentes aos tempos de execução das operações e às distâncias percorridas foram registrados em pranchetas e, posteriormente, digitalizados em computador, permitindo a organização e comparação sistemática das informações obtidas antes e após a implementação das melhorias.

A sequência metodológica adotada na pesquisa foi composta pelas seguintes etapas:

1. Aplicação da metodologia DMAIC como estrutura de melhoria do processo produtivo;
2. Mapeamento do leiaute produtivo e elaboração do diagrama de espaguete para identificação das movimentações de operadores, veículos industriais e materiais;
3. Registro e análise dos tempos de execução das atividades e das distâncias percorridas pelos operadores;
4. Implementação das melhorias relacionadas ao rearranjo do leiaute produtivo e reorganização das estações de trabalho;
5. Realização de novas medições de tempo e deslocamento após as melhorias, permitindo a comparação dos resultados obtidos.

A fase controlar, última etapa da metodologia DMAIC, foi conduzida após a implantação das melhorias, por meio do monitoramento sistemático dos indicadores de desempenho durante um período de três meses consecutivos. Esse acompanhamento teve como objetivo verificar a estabilidade das melhorias implementadas, assegurar a manutenção dos ganhos obtidos e consolidar as mudanças no sistema produtivo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 COMPARATIVO ANTES E APÓS EM RELAÇÃO À MOVIMENTAÇÃO EM METROS

Os resultados obtidos na empresa fabricante de equipamentos para cozinha industrial evidenciaram ganhos significativos, com a redução de até 47,2 metros na movimentação de pessoas e materiais, além do aumento de 23% na produção do fogão industrial.

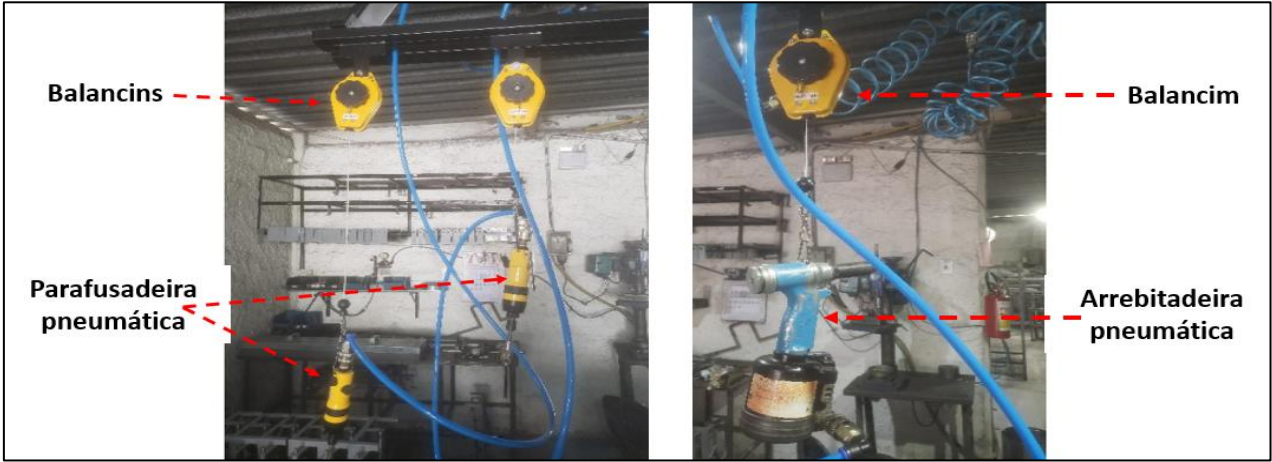
A Tabela 1 mostra as medições antes e após a implementação das melhorias.

Tabela 1 - Comparativo de um dos fluxos antes e após as melhorias				
Sequência de montagem de um fogão	Atividade fabril nas áreas de estampagem, pintura, acabar, examinar e estocagem	Distância percorrida em metros lineares (m)		Ganhos com o rearranjo do leiaute e melhoria adotada
		Antes	Após	
1	Estampar as peças do fogão	40,6	19,1	Reduzido 21,5 m
2	Montar fuselagem e tubo	37,6	11,9	Reduzido 25,7 m
3	Acoplar conjuntos e pintar	57,9	57,9	Sem alteração
4	Acabamento e abafadores	29,7	29,7	Sem alteração
5	Testar e enviar para estoque	23,1	23,1	Sem alteração
Distância total (m) para montagem de 1 fogão		188,9	141,7	Reduzido 47,2 m

Fonte: Elaborado pelos Autores (2025).

Após o detalhamento das operações e mensuração dos tempos de ciclo, identificaram-se atividades com elevado esforço físico e tempos improdutivos. Foram implementadas, nas estações de trabalho, parafusadeiras e arrebidadeiras pneumáticas suspensas em balancins, o que resultou na redução de esforços, além de promover maior percepção de organização e qualidade de vida no trabalho por parte dos montadores, conforme ilustra a Figura 6.

Figura 6 - Arrebidadeira e parafusadeiras pneumáticas suspensas por balancins



Fonte: Elaborado pelos Autores (2025).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A integração entre a metodologia DMAIC e os princípios da neuroergonomia constitui uma abordagem eficaz para a melhoria de sistemas produtivos, promovendo ganhos simultâneos em eficiência operacional, produtividade e condições de trabalho.

O objetivo geral da pesquisa foi plenamente atingido, com a implementação e consolidação de melhorias significativas no leiaute produtivo, fluxo de fabricação e gerenciamento de estoques abrangendo integralmente as cinco fases do ciclo DMAIC.

Esta pesquisa evidenciou que os sistemas produtivos mais eficientes são aqueles devidamente alinhados às capacidades e limitações humanas, posicionando o fator humano como elemento central da estratégia industrial.

Os resultados quantitativos obtidos na indústria fabricante de equipamentos de cozinha industrial validam o sucesso da intervenção, apresentando uma redução de até 59% nos deslocamentos operacionais, o que representa uma economia de 47,2 metros lineares na montagem de cada unidade de fogão industrial.

O rearranjo do leiaute e a melhoria no fluxo possibilitaram um aumento de 23% na produtividade global do setor, com a adoção de parafusadeiras e arrebiteadeiras pneumáticas suspensas por balancins, que minimizaram o esforço físico e aumentaram a percepção de organização e de qualidade de vida laboral por parte dos montadores.

Conclui-se que as contribuições deste estudo são relevantes sob três perspectivas distintas: ao demonstrar a viabilidade da integração entre DMAIC e neuroergonomia em um contexto industrial real, com acompanhamento de longo prazo, ao propor uma abordagem estruturada que inclui uma fase de controle robusta; e ao oferecer um modelo de gestão eficaz e replicável para outras pequenas e médias empresas do setor metalomecânico.

Como sugestão para trabalhos futuros, recomenda-se o aprofundamento das avaliações neuroergonômicas por meio do uso de equipamentos portáteis de monitoramento, possibilitando a mensuração direta da carga cognitiva durante a expansão do sistema, o que permitirá um refinamento ainda maior na *interface* humano-máquina e na neuroergonomia dos postos de trabalho.

REFERÊNCIAS

- BATTINI, D. et al. Ergonomics in assembly line balancing. **International Journal of Industrial Ergonomics**, [s. l.], v. 44, n. 3, p. 342-349, 2014.
- BENEVIDES, K. D. G. et al. Neuroengenharia: uma pesquisa sobre Inteligência Artificial entre humano e máquina. **Revista Ciências Exatas**, Taubaté, v. 31, n. 2, 2025. Disponível em: <https://periodicos.unitau.br/exatas/article/view/4017>. Acesso em: 12 mar. 2026.
- DE MOURA, R. A. et al. Neuroergonomia no controle de voo com tecnologia embarcada fly-by-wire e artificial feel para um melhor feedback háptico. **ARACÊ**, [S. l.], v. 7, n. 9, p. e8071, 2025. Disponível em: <https://periodicos.newsciencepubl.com/arace/article/view/8071>. Acesso em: 12 mar. 2026.
- DEHAIS, F. et al. Monitoring pilot's mental workload using ERPs and spectral power analysis during a simulated landing. **International Journal of Psychophysiology**, [s. l.], v. 147, p. 83-91, 2020.
- DUL, J.; WEERDMEESTER, B. **Ergonomia prática**. São Paulo: Blucher, 2008.
- FERNANDES, W. S. et al. Neuroergonomia sustentável: minimizando erros e maximizando eficiência. **ARACÊ**, [S. l.], v. 7, n. 10, p. e8749, 2025. Disponível em: <https://periodicos.newsciencepubl.com/arace/article/view/8749>. Acesso em: 12 mar. 2026.
- GEORGE, M. L. **Lean Six Sigma**: combining Six Sigma quality with Lean production speed. New York: McGraw-Hill, 2002.
- GOULART, R. A. S. et al. Comparativo de treinamentos imersivos com realidade aumentada e virtual aplicadas em ambientes para eliminar riscos ocupacionais. **Revista Ciências Exatas**, Taubaté, v. 30, n. 2, 2024. Disponível em: <https://periodicos.unitau.br/exatas/article/view/3913>. Acesso em: 12 mar. 2026.
- IMAI, M. **Gemba Kaizen**: a common sense, low-cost approach to management. New York: McGraw-Hill, 1997.
- MIGUEL, P. A. C. et al. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2018.
- MOURA, R. A. et al. Logística Humanitária: tecnologias digitais de comunicação. **LAJBM**, [S. l.], v. 15, n. 1, 2024. Disponível em: <https://www.lajbm.com.br/journal/article/view/775>. Acesso em: 12 mar. 2026.
- MUTHER, R. **Systematic layout planning**. Boston: Cahnners Books, 1973.
- OLIVEIRA JUNIOR, H. S.; VIAGI, A. F.; MOURA, R. A. Aplicações dos conceitos da neuroengenharia no monitoramento. **Revista Ciências Exatas**, Taubaté, v. 31, n. 2, 2025. Disponível em: <https://periodicos.unitau.br/exatas/article/view/4033>. Acesso em: 12 mar. 2026.

OLIVEIRA, M. R. et al. Direito Digital e sua limitação no uso da inteligência artificial.

CLCS: Cuadernos de Educación y Desarrollo, [s. l.], v. 18, n. 7, p. e19679, 2025.

Disponível em: <https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/19679>.

Acesso em: 12 mar. 2026.

PARASURAMAN, R. Neuroergonomics: Research and practice. **Theoretical Issues in Ergonomics Science**, [s. l.], v. 4, n. 1-2, p. 5-20, 2003.

PYZDEK, T.; KELLER, P. **The Six Sigma handbook**. 5. ed. New York: McGraw-Hill, 2018.

REN, Y. et al. EEG-based cognitive load assessment in assembly tasks. **Applied Ergonomics**, [s. l.], v. 110, 103978, 2023.

REQUIES, J. et al. Evolution of project-based learning in small groups in environmental engineering courses. **Journal of Technology and Science Education**, [s. l.], v. 8, n. 1, p. 45-62, 2018.

ROTH, M.; SHOOK, J. **Learning to see: value stream mapping to add value and eliminate muda**. Cambridge: Lean Enterprise Institute, 2003.

SENAI. **Panorama da indústria metalomecânica brasileira**. Brasília: SENAI, 2021.

SILVA, E. A. et al. Neuroergonomía y Tecnologías inmersivas. **Revista Ciências Exatas**, Taubaté, v. 30, n. 2, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.69609/1516-2893.2024.v30.n2.a3916>. Acesso em: 12 mar. 2026.

SLACK, N.; BRANDON-JONES, A.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2018.

SOUZA, F. S. **Avaliação neuroergonômica da carga mental de trabalho**. 2018. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2018.

STEVENS, G. **Neuroengineering**. Boca Raton: CRC Press, 2008.

WICKENS, C. D.; HOLLANDS, J. G. **Engineering psychology and human performance**. 4. ed. New York: Psychology Press, 2015.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation**. New York: Simon & Schuster, 2004.

XU, W. et al. Digital twin-driven human-robot collaboration. **Robotics and Computer-Integrated Manufacturing**, [s. l.], v. 61, 101832, 2020.

Modelos de maturidade em transformação digital no governo eletrônico: uma revisão sistemática de literatura



Maturity models in digital transformation in e-government: a systematic literature review

Wellington de Oliveira Vieira 

Universidade Fundação Mineira. E. e C. - FUMEC
wellbiblio@gmail.com

Samuel Sousa Moura 

Universidade Estadual de Tocantins - UNITINS
samuel.sm@unitins.br

Andrea Pereira da Conceição 

Universidade Estadual de Tocantins - UNITINS
andrea.pc@unitins.br

consistentes e o planejamento de estratégias mais eficazes de transformação digital. Como implicação, ressalta-se a necessidade de maior articulação entre políticas de governo digital e modelos de maturidade. Para pesquisas futuras, recomenda-se aprofundar análises comparativas entre diferentes contextos nacionais.

PALAVRAS-CHAVE: Política de governo eletrônico; transformação digital; administração pública; modelos de maturidade.

ABSTRACT

This study aims to map maturity models applied to digital transformation in the public sector and analyze their relationship with information policy. It adopts an exploratory-descriptive design with a qualitative approach, conducted through a Systematic Literature Review (SLR) in the Brapci, Scopus, and Scielo databases, covering publications in Portuguese and English from 2016 to 2025. After applying the selection criteria, the final sample comprised six studies. The results identified 46 maturity models, revealing significant conceptual diversity and the absence of a consolidated reference framework. The GovTech Maturity Index stands out as one of the most frequently cited models, although it presents limitations regarding institutional adaptability and methodological standardization. The findings also indicate a predominance of studies conducted in developed countries and a lack of research focused on the Brazilian context. Additionally, public organizations tend to adapt international models or develop their own frameworks, often without explicit alignment with information policy. These findings suggest that context-sensitive maturity models can support more consistent organizational diagnostics and more effective digital transformation strategies. As a practical implication, the study highlights the need for stronger alignment between digital government policies and maturity models. Future research should deepen comparative analyses across different national contexts.

KEY-WORDS: E-government policy; digital transformation; public administration; maturity models.

Revista Processando o Saber

eISSN 2179-5150 · Vol 18, n. 01, 2026
Multidisciplinar · DOI · Revisão por pares

Faculdade de Tecnologia Praia Grande – FATEC

Periodicidade: Anual
revista@fatecpg.edu.br

Recebido: Jan 2026

Aceito: Mar 2026

Publicado: Jun 2026

URL: <https://www.fatecpg.edu.br/revista/index.php/ps/article/view/435>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.20028110>



RESUMO

Este artigo tem como objetivo mapear os modelos de maturidade aplicados à transformação digital no setor público e analisar sua relação com a política de informação. Trata-se de uma pesquisa exploratório-descritiva, de abordagem qualitativa, conduzida por meio de Revisão Sistemática da Literatura (RSL) nas bases Brapci, Scopus e Scielo, abrangendo publicações em português e inglês no período de 2016 a 2025. Após aplicação dos critérios de seleção, a amostra final foi composta por seis estudos. Os resultados identificaram 46 modelos de maturidade, evidenciando diversidade conceitual e ausência de um referencial consolidado. Destaca-se o GovTech Maturity Index como um dos modelos mais recorrentes, embora apresente limitações quanto à adaptação a contextos institucionais e à padronização metodológica. Observa-se predominância de estudos em países desenvolvidos e lacuna de investigações aplicadas ao contexto brasileiro. Adicionalmente, verifica-se que organizações públicas tendem a adaptar modelos internacionais ou desenvolver frameworks próprios, frequentemente sem alinhamento explícito com políticas de informação. Esses achados indicam que a adoção de modelos contextualizados pode favorecer diagnósticos mais

INTRODUÇÃO

Desde o surgimento do computador e a disponibilização da internet é possível perceber o avanço de sociedades em um mundo cada vez mais informatizado. Essas novas ferramentas têm proporcionado às organizações os mais sofisticados processos permitidos pela informatização de suas atividades que são indispensáveis para manter uma comunicação eficiente e otimizar processos administrativos.

Diante deste cenário, centrado nas Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), a Administração Pública brasileira vem trabalhando para modernizar sua gestão e ofertar serviços digitais de forma a implementar ferramentas que tragam benefícios aos cidadãos, tornando, assim, o Brasil, por meio de uma política pública voltada para digitalização dos serviços públicos, destaque no âmbito do governo eletrônico¹. Conforme Ferrer e Santos (2004), o Brasil vem firmemente atuando como país pioneiro no uso das TICs aplicadas às suas ações de Estado (*E-government*), e essa iniciativa do país no uso da tecnologia em suas comunicações e ações públicas trouxe grande benefício para a sociedade.

Conforme Moresi *et al.* (2023), o processo de digitalização dos serviços públicos no Brasil teve início no final dos anos 1990 com o advento do governo eletrônico, centrado principalmente na informatização de processos internos e na disponibilização de serviços públicos em plataformas digitais. Com o avanço das tecnologias e o amadurecimento das demandas sociais, o paradigma do governo eletrônico evolui para o governo digital, cujo foco ultrapassa a digitalização de serviços e se orienta para a inovação centrada no cidadão, promovendo uma gestão mais eficiente, transparente e responsiva.

Santos, Figueiredo e Gomes (2023) reiteram que o governo eletrônico no Brasil emergiu formalmente no início dos anos 2000, impulsionado pela disseminação das TICs, sobretudo com a expansão da internet aliada ao objetivo governamental de transformar a relação entre o Estado e a sociedade, ampliar o acesso à informação, melhorar a qualidade dos serviços públicos e fortalecer a participação cidadã.

Os autores apontam ainda que, a partir de 2018, o Brasil passa a estruturar sua agenda de transformação digital por meio de estratégias nacionais que articulam governo digital, economia digital e participação social, estabelecendo metas relacionadas à ampliação dos

¹O Governo eletrônico refere-se à utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) pela Administração Pública com o objetivo de aprimorar a oferta de serviços públicos, ampliar a transparência governamental e fortalecer a interação entre o Estado e a sociedade. (Ferrer; Santos, 2004)

serviços digitais, à autenticação única do cidadão e à intensificação dos mecanismos de participação nas políticas públicas (Santos; Figueiredo; Gomes, 2023).

A Transformação Digital (TD) na gestão pública, enquanto processo que vai além da simples adoção de tecnologias (Santos *et al.*, 2024), têm se consolidado globalmente como uma estratégia essencial para modernizar fluxos, aumentar a eficiência e melhorar a interação entre o governo e os cidadãos, como também pela necessidade de acesso à informação, transparência, prestação de contas e controle social, base de uma política de governo eletrônico.

Neste ínterim, o governo digital pressupõe uma administração pública integrada, proativa e centrada em dados, capaz de oferecer serviços personalizados, acessíveis e de alta qualidade, orientado por uma política de informação, para a escolha assertiva de ações e modelos de implementação de programas e planos. Todavia, têm-se os modelos de maturidade como instrumentos ou estruturas teóricas essenciais para avaliar o estado atual das capacidades de uma organização, empresa ou processo (Luna; Breternitz, 2021; Andrade; Gonçalo; Santos, 2022; Corrêa *et al.*, 2025).

Para Lechakoski e Tsunoda (2015) a análise da trajetória do governo eletrônico ao digital no Brasil, à luz dos modelos de maturidade, revela não apenas os avanços tecnológicos, mas também os desafios enfrentados para garantir a efetividade das políticas públicas de informação digital. Entre esses desafios, destacam-se a promoção da equidade no acesso aos serviços, a melhoria da qualidade da informação pública, o fortalecimento da confiança da sociedade nas instituições e a ampliação da participação cidadã nos processos decisórios.

Braman (2006) acrescenta que a mudança de um Estado patrimonialista, burocrático para um Estado informacional é fundamental para compreender a dinâmica do poder na sociedade atual. O Estado informacional, portanto, utiliza o controle da informação para produzir e reproduzir lugares de poder, com fronteiras que se tornam mais fluidas e definidas em termos de alcance informacional do que geográfico.

Nesta perspectiva, a política de informação pode ser compreendida como um conjunto de diretrizes, ações e decisões adotadas pelo Estado com o objetivo de organizar, controlar, preservar e garantir o acesso à informação, sendo um elemento fundamental para o funcionamento da administração pública e da democracia (Jardim, 2006).

Conforme Kerr Pinheiro (2011) a política de informação assume um papel fundamental no Estado informacional, estabelecendo diretrizes para a produção, organização, recuperação, acesso, uso e preservação da informação governamental, o que se aplica, naturalmente, ao formato digital.

Ao longo das últimas décadas, principalmente nos últimos dez anos (2016 - 2025), o Brasil testemunhou transformações significativas na concepção e implementação dessas políticas, impulsionadas pela publicação de marcos legais e estratégicos, como o Marco Civil da Internet de 2015, a Estratégia de Governança Digital (EGD) de 2016, Lei Geral de Proteção de dados de 2018, Estratégia de Governo Digital de 2020, Estratégia Federal de Governo Digital (EFGD) de 2024, dentre outros.

A Estratégia de Governança Digital (EGD) referente ao período de 2016 a 2019 como plano governamental, foi a primeira estratégia de governança digital do governo federal brasileiro, definida pelo Decreto nº 8.638 de 15 de janeiro de 2016. Ela estabeleceu os objetivos estratégicos, metas e indicadores para a utilização de tecnologias de informação e comunicação no setor público. Posteriormente, a estratégia foi atualizada pelo Decreto nº 10.332/2020, com alterações introduzidas pelos Decretos nº 10.996/2022 e nº 11.260/2022, que estabeleceram a EGD para o período de 2020 a 2023. Atualmente, encontra-se em vigor a Estratégia Federal de Governo Digital (EFGD 2024–2027), instituída pelo Decreto nº 12.198/2024, a qual consolida e aprofunda as diretrizes das estratégias anteriores, com ênfase na centralidade do usuário e na transformação digital do Estado (Brasil, 2025).

Nos últimos anos, embora diversas iniciativas tenham sido implementadas e a Plataforma GOV.BR² tenha apresentado um crescimento expressivo no número de serviços digitais oferecidos aos cidadãos, uma avaliação sistemática da evolução da maturidade da política de informação de governo digital, no âmbito federal nos últimos dez anos, se faz necessária para identificar os progressos alcançados, as lacunas existentes e os fatores que influenciaram essa trajetória, o que orientou a problematização deste estudo.

Assim, os modelos de maturidade tornam-se instrumentos fundamentais para mensurar a efetividade do desenvolvimento digital das instituições públicas. As estratégias EGD (2016-2019) e EGD (2020-2023) foram inspiradas em modelos de maturidade como e-MAG e *GovTech* que permitem avaliar aspectos como infraestrutura tecnológica, acessibilidade, governança da informação, interoperabilidade, foco no cidadão e mecanismos de transparência, controle social e *accountability*, contribuindo para o planejamento estratégico e a tomada de decisões mais assertivas (Brasil, 2025).

² O portal gov.br constitui a plataforma digital unificada de serviços do governo federal brasileiro, criada no âmbito da política de governo digital da administração pública. A iniciativa integra portais institucionais e serviços públicos digitais em um único ambiente de acesso, permitindo a autenticação do cidadão por meio de identidade digital e a realização de diversos serviços governamentais de forma eletrônica

Neste âmbito, esta pesquisa assume por objetivo mapear outros modelos de maturidade em TD no setor público e observar se existe, nesta aferição de prestação de serviços ao cidadão, um maior controle da informação ou a sua melhor utilização pelos governados, ressaltando as boas ações de gestão alcançadas e identificar possíveis lacunas. Em síntese, têm-se que a aplicação de modelos de maturidade em governo digital constitui uma ferramenta teórico-metodológica valiosa para analisar o estágio de desenvolvimento dessas políticas, permitindo mensurar avanços, identificar desafios e fornecer subsídios para o seu aprimoramento contínuo.

Diante desse contexto, emerge a seguinte questão de pesquisa: quais são os principais modelos de maturidade em transformação digital aplicados ao setor público, quais suas características, limitações e como se relacionam com o contexto da administração pública brasileira? Assim, o objetivo geral deste estudo é mapear e analisar criticamente os modelos de maturidade em transformação digital no setor público identificados na literatura científica recente (2016–2025).

Como objetivos específicos, busca-se: identificar os principais modelos de maturidade utilizados; analisar suas dimensões, aplicações e limitações; verificar o contexto geográfico dos estudos; e discutir a aderência desses modelos ao contexto da administração pública brasileira.

Para a condução desta pesquisa, a mesma é subdividida em partes. O governo eletrônico, governo digital e a transformação digital são fundamentados (seção 2), bem como modelos de maturidade (seção 3). Por conseguinte, a metodologia aplicada a esta pesquisa é expressa (seção 4), sendo essa sucedida pela análise dos resultados advindos dos procedimentos metodológicos (seção 5). As considerações finais (seção 6) findam esta investigação.

1. DO GOVERNO ELETRÔNICO, GOVERNO DIGITAL E TRANSFORMAÇÃO DIGITAL

O conceito de governo eletrônico surgiu a partir da evolução das TICs, especialmente a Internet, que possibilitou novas formas de relacionamento entre a Administração Pública e a sociedade. Ao final dos anos 90, o governo eletrônico começou a ser difundido como uma maneira de identificar as atividades suportadas ou realizadas pelo uso das TICs na Administração pública, por meio de integração de redes e sistemas Jambeiro; 2006; Santos; Figueiredo; Gomes, 2023).

Conforme Jambeiro (2006) o termo Governo Eletrônico (*e-Gov*) é comumente utilizado para descrever a aplicação da tecnologia com o objetivo de otimizar a oferta de serviços

públicos, buscando ampliar seu alcance, agilizar processos e reduzir custos. Essa utilização tecnológica visa, principalmente, o fortalecimento da transparência governamental por meio da prestação de contas e da divulgação de informações sobre as atividades estatais, bem como o fomento da participação da sociedade. Iniciativas de governo eletrônico ganharam relevância global após o lançamento de programas nos Estados Unidos, em 1993, e no Canadá, em 1997, com o propósito de promover mudanças na Administração Pública, inspirando o surgimento de iniciativas semelhantes em níveis estaduais e municipais.

Para Moresi *et al.* (2023) embora os termos governo digital e governo eletrônico sejam por vezes utilizados de maneira sinônima, uma visão mais abrangente sugere que o governo digital engloba não somente a digitalização de serviços e informações, mas também uma transformação mais profunda na forma como o governo opera e interage com a sociedade, utilizando tecnologias digitais de maneira estratégica e integrada.

Santos *et al.* (2024) apresentam a TD em um contexto ainda mais amplo, descrito como a aplicação da inovação digital para gerar valor e atender às necessidades das organizações. No entanto, os autores argumentam que a TD é um processo complexo e sem escopo predefinido, que vai além da simples adoção de tecnologias.

Conforme a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2020) a TD no setor público pode ser definida como a integração de tecnologias digitais em todos os níveis da Administração governamental, visando melhorar os serviços, promover a eficiência e aumentar a transparência. Por sua vez, os modelos de maturidade digital permitem mensurar a capacidade institucional de adotar tecnologias e transformar processos, servindo como ferramentas de diagnóstico e planejamento.

Moresi *et al.* (2023) acrescentam que a análise da trajetória do governo eletrônico ao digital no Brasil, à luz dos modelos de maturidade, revela não apenas os avanços tecnológicos, mas também os desafios enfrentados para garantir a efetividade das políticas públicas digitais. Entre esses desafios, destacam-se a promoção da equidade no acesso aos serviços, a melhoria da qualidade da informação pública, o fortalecimento da confiança da sociedade nas instituições e a ampliação da participação cidadã nos processos decisórios.

Conforme o recorte temporal adotado nesta pesquisa, em 2016 o governo federal brasileiro instituiu a Estratégia de Governo Digital (EGD), por meio do Decreto nº 8.638, de 15 de janeiro de 2016. Essa estratégia inicial, voltada para o período de 2016 a 2019, tinha como foco a transição do governo eletrônico para o digital, com ênfase na acessibilidade à informação, na prestação de serviços e na participação social. Posteriormente, o Decreto nº

10.332, de 28 de abril de 2020, atualizou a EGD para o período de 2020 a 2022, priorizando a simplificação de serviços, a interoperabilidade de sistemas e a segurança dos dados. Essa versão foi novamente aprimorada pelo Decreto nº 10.996, de 14 de março de 2022, com o objetivo de reforçar e expandir essas diretrizes. Atualmente, está em vigor a Estratégia Federal de Governo Digital (EFGD) para o período de 2024 a 2027, instituída pela Portaria SGD/MGI nº 6.618/2024, que estabelece um novo direcionamento baseado em um governo centrado no cidadão, integrado, inteligente, confiável, transparente e eficiente, evidenciando uma trajetória contínua de evolução na digitalização dos serviços públicos no Brasil.

Neste sentido, os modelos de maturidade da TD são estruturas que ajudam as organizações a avaliar seu estado atual de digitalização e identificar etapas para avançar em direção a níveis mais altos de maturidade, na gestão de dados e de informações. Esses modelos geralmente consistem em vários níveis, cada um representando uma sofisticação cada vez maior no uso de tecnologias digitais.

2. CONTRIBUIÇÕES DOS MODELOS DE MATURIDADE

Conforme Luna e Breternitz (2021), Andrade, Gonçalo e Santos (2022) e Corrêa *et al.* (2025) os modelos de maturidade são concebidos como instrumentos ou estruturas teóricas essenciais para avaliar o estado atual das capacidades de uma organização, empresa ou processo. Eles são definidos por níveis sucessivos ou estágios evolutivos, tipicamente organizados em uma sequência. O propósito principal desses modelos é realizar um diagnóstico da situação presente e, a partir dessa avaliação, estabelecer diretrizes ou propor ações que visem à melhoria e ao avanço para níveis mais elevados de maturidade. A maturidade, neste contexto, representa o estágio evolutivo em que uma organização se encontra, buscando aprimorar seus processos. Um modelo de maturidade oferece uma metodologia para essa avaliação, atuando como uma ferramenta para descrever a realidade organizacional e orientar a implementação de melhores práticas.

Luna e Breternitz (2021) acrescentam que um modelo de maturidade eficaz é constituído por elementos fundamentais como dimensões e níveis. Os objetos de avaliação de maturidade referem-se ao que está sendo avaliado, como tecnologia, sistemas e processos.

Conforme Corrêa *et al.* (2025) as dimensões são áreas ou capacidades específicas que descrevem aspectos do objeto de avaliação, servindo como indicadores para a análise do nível

de maturidade. Exemplos de dimensões mencionadas incluem serviços, acessibilidade, usabilidade, estratégia, liderança, mercado, operações, pessoas, cultura, governança, tecnologia, produto, clientes, parceiros, processos de criação de valor, dados, informações, normas corporativas, e funcionários. A seleção dessas dimensões deve estar alinhada ao posicionamento estratégico da organização. Os níveis descrevem os diferentes estágios de maturidade em relação ao objeto avaliado. A progressão entre os níveis é geralmente sequencial, com a maioria dos níveis exigindo o cumprimento dos requisitos do estágio anterior, exceto o nível inicial. Os níveis devem ser claramente distintos e englobar as características dos níveis precedentes

Luna e Breternitz (2021) afirmam que modelos de maturidade devem possuir requisitos adicionais, tais como a capacidade de avaliar dimensões que geram valor, a explicação clara dos diferentes níveis para cada dimensão, a possibilidade de avaliar a percepção da maturidade, a apresentação concisa e clara dos resultados, e a capacidade de avaliar a progressão na jornada de transformação. Idealmente, os modelos também deveriam incluir um instrumento (como questionários) para coletar dados e um método de análise para determinar o nível de maturidade.

A aplicação de modelos de maturidade é vasta, abrangendo áreas como Gestão do Conhecimento (Corrêa *et al.*, 2025), governo eletrônico, TD, gestão de recursos humanos, gestão da qualidade, engenharia de software, gestão da inovação e gestão de processos de negócios, dentre outros. No contexto da TD, os modelos auxiliam na ligação de processos digitais, promovem a adoção de inovações e ajudam as instituições a diagnosticar sua posição para construir vantagem competitiva e melhorar a qualidade.

O presente estudo parte dos referenciais apresentados nas Estratégias de Governo Digital brasileiras, especialmente nos modelos e-MAG e GovTech mencionados nas EGD (2016–2019) e EGD (2020–2023). Enquanto o e-MAG concentra-se na promoção da acessibilidade digital e na garantia de acesso universal aos serviços públicos eletrônicos, o modelo *GovTech* introduz uma abordagem mais recente associada à inovação pública, ao ecossistema de startups e à modernização do Estado por meio de tecnologias digitais. Nesse contexto, tais referenciais contribuem para a compreensão da maturidade digital dos órgãos federais ao contemplarem dimensões relacionadas à estratégia e governança, capacidades digitais, digitalização de serviços públicos, gestão e uso de dados, bem como cultura e competências digitais. Todavia, considerando a complexidade e a evolução contínua da transformação digital no setor público, torna-se necessário ampliar o escopo analítico para além desses referenciais institucionais, investigando outros modelos de maturidade digital presentes

na literatura científica. Essa ampliação possibilita identificar diferentes abordagens teóricas e metodológicas utilizadas para mensurar a maturidade digital governamental, contribuindo para uma análise mais abrangente e fundamentada sobre a evolução do governo digital.

3. METODOLOGIA

Esta pesquisa é exploratória-descritiva, haja vista que busca ampliar o conhecimento sobre determinado tema, amparando-se em “[...] descrições precisas da situação e quer descobrir as relações existentes entre seus elementos” (Bervian; Cervo; Silva, 2002, p. 63). Ademais, trata-se de uma pesquisa qualitativa, pois permite ao pesquisador captar significações relacionadas ao fenômeno estudado (Gil, 2015).

Para execução desta investigação, empregou-se a Revisão Sistemática da Literatura (RSL), a qual assume o intento de mapear modelos de maturidade em TD no setor público. Desse modo, a abordagem exploratória-descritiva, de cunho qualitativo, se apoia nos princípios da pesquisa bibliográfica (Marconi; Lakatos, 2003), essencial para compreender o estado da arte, identificar lacunas e fundamentar teoricamente a pesquisa (Gil, 2015).

A RSL, conforme Souza *et al.* (2022), é uma estratégia de pesquisa que visa reunir, analisar e sintetizar a produção científica de forma criteriosa e metódica, oferecendo uma visão abrangente e fundamentada do conhecimento acumulado, seguindo uma abordagem estruturada e transparente. Oliveira e Barbosa (2023) destacam que a RSL busca garantir imparcialidade e responder a uma questão específica, utilizando a literatura existente como principal fonte de dados, com métodos sistemáticos, transparentes e reproduzíveis.

Para a execução da RSL, utilizou-se a estratégia PICO (Zaccagnini; Li, 2023) para estruturar a seguinte pergunta de pesquisa: quais são os modelos de maturidade utilizados para avaliação da TD no setor público? A estrutura PICO definida foi: P (Transformação Digital), I (Maturidade), C (Contexto Governamental), O (modelos de maturidade).

A busca sistemática foi realizada em três bases de dados relevantes: Brapci, Scopus e Scielo, utilizando os preceitos do PRISMA, um padrão ouro para RSL, guiam o processo desde a identificação dos estudos até a síntese dos achados, assegurando a reprodutibilidade e interpretabilidade das revisões, fortalecendo sua credibilidade e utilidade (Page *et al.*, 2021). A estratégia de busca incluiu terminologia recorrente à área em dois idiomas, combinada com operadores booleanos para a recuperação dos registros, conforme disposto no Quadro 1.

Quadro 1 - Seleção de Descritores

Idioma	Descritores
Inglês	<i>“digital transformation” AND “maturity model” AND “e-government” OR “digital government”</i>
Português	<i>“transformação digital” E “modelo de maturidade” E “governo eletrônico” OR “governo digital”</i>

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

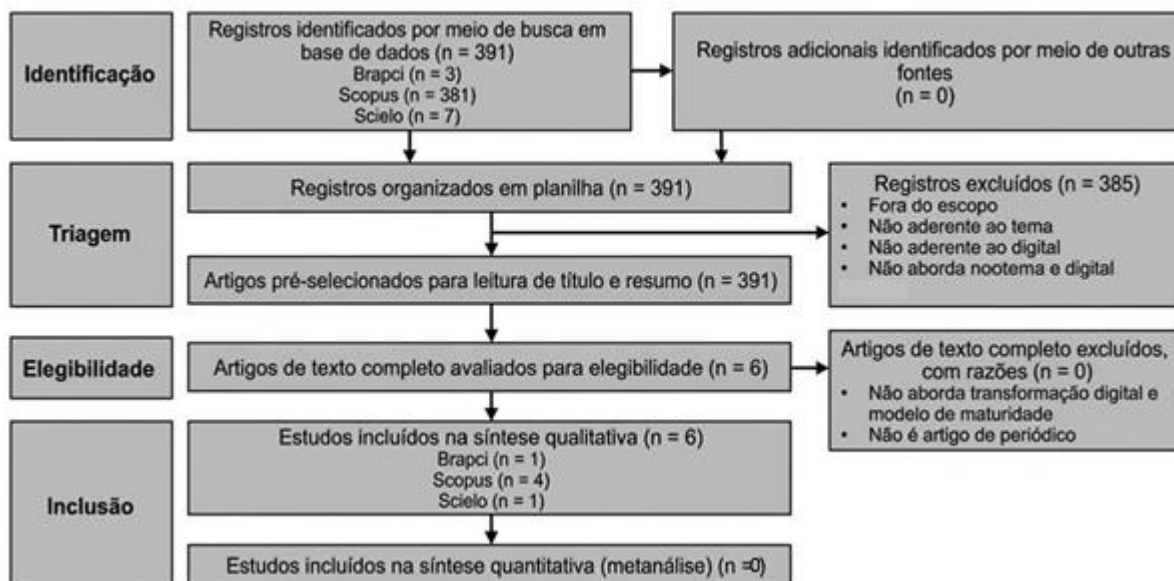
Inicialmente, foram testadas combinações de descritores que incluíam termos diretamente associados ao setor público, como *“public sector”*, *“government”*, *“e-government”* e *“digital government”*, combinados com *“digital transformation”* e *“maturity model”*. Contudo, verificou-se que tais combinações apresentaram baixa eficácia na recuperação de estudos relevantes, resultando em número reduzido de registros ou em trabalhos que não abordavam diretamente modelos de maturidade. Diante dessa limitação, optou-se por ampliar a estratégia de busca, concentrando-a na interseção entre os termos *“digital transformation”* e *“maturity model”*, os quais demonstraram maior capacidade de recuperação de literatura pertinente ao tema.

Posteriormente, foi realizada uma etapa de refinamento qualitativo, baseada na leitura dos títulos, resumos e textos completos, com o objetivo de identificar estudos que apresentassem interface com o setor público, governo eletrônico ou governo digital. Essa estratégia metodológica permitiu ampliar o alcance da busca e, ao mesmo tempo, assegurar a aderência temática da amostra final, procedimento compatível com práticas recomendadas em revisões sistemáticas da literatura.

Os critérios de inclusão abrangeram publicações em texto completo, nos idiomas português e inglês, com relevância temática para a TD e modelos de maturidade. Foram excluídos trabalhos com descritores, mas, sem relação direta com o estudo, duplicatas e textos repetitivos ou genéricos. A análise do material selecionado envolveu leitura exploratória, análise crítica e interpretativa.

O processo de busca foi realizado em 15/10/2025, sendo retornados os seguintes quantitativos por bases de dados: Brapci, três registros; Scielo, sete registros; e Scopus, 381 registros. Os resultados foram exportados em formato CSV e os dados tabulados e analisados em *Microsoft Excel 365*. A Tabela 1 apresenta a quantidade de registros recuperados com as estratégias traçadas e a quantidade de artigos aderentes, após aplicação dos critérios de exclusão supramencionados.

Figura 1 - Resultados quantitativos das pesquisas em base de dados



Fonte: Dados da pesquisa (2025).

O processo de seleção dos estudos seguiu rigorosamente as etapas do protocolo PRISMA (Page *et al.*, 2021), compreendendo: identificação dos registros nas bases de dados; remoção de duplicatas; triagem por leitura de títulos e resumos; avaliação de elegibilidade por leitura integral; e inclusão final dos estudos na amostra.

Foram adotados como critérios de inclusão: estudos que apresentassem modelos de maturidade em transformação digital; aplicação ou discussão no setor público; e publicações entre 2016 e 2025.

Como critérios de exclusão, consideraram-se: estudos sem relação direta com maturidade digital; trabalhos puramente conceituais sem proposição de modelo; duplicatas; e artigos sem acesso ao texto completo. O processo resultou em uma amostra final de seis estudos, conforme detalhado no fluxo PRISMA (figura 1).

Assim, a pesquisa concentrou-se nos resultados da combinação dos descritores definidos, mais eficazes na recuperação de literatura sobre TD e modelos de maturidade, conforme os critérios de inclusão e exclusão. A análise qualitativa buscou identificar, no material recuperado, as possíveis interfaces com o setor público, mesmo sem o uso direto desses termos na busca inicial.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A amostra remanescente foi composta por seis artigos, sendo: AlMurtadha (2024); Blyznyuk et al. (2021); Moresi et al. (2023); Silva, Vieira e Silva (2024); Waara (2025); e Zakiuddin, Anggara e Suhardi (2024). Observa-se que os estudos analisados apresentam predominância de contextos internacionais, especialmente em países desenvolvidos ou em processo avançado de digitalização, como Dinamarca, países europeus e iniciativas globais baseadas em organismos multilaterais (ex.: Banco Mundial). Por outro lado, há lacuna significativa de estudos aplicados ao contexto brasileiro, evidenciando a necessidade de desenvolvimento de modelos mais aderentes às especificidades institucionais nacionais.

AlMurtadha (2024) apresenta o uso de indicadores do Banco Mundial e os modelos Digital Transformation Maturity Index (DXMI) e GovTech Maturity Index (GTMI) como base para a transição de governos para o status de "governo inteligente". No entanto, o artigo não aprofunda a discussão sobre modelos de maturidade específicos ou suas características no contexto da TD.

Blyznyuk *et al.* (2021) revisam estudos e conceitos sobre 4 modelos de maturidade em TD na Administração pública, contextualizando a interface com a gestão de projetos, portais de e-governo e avaliações de modelos para melhoria de processos. Os autores defendem investimentos em digitalização e plataformas digitais como ferramentas para a TD e o aumento da maturidade no setor público.

Moresi *et al.* (2023) por intermédio de uma análise bibliométrica da TD no setor público apontam que a efetividade desta está intrinsecamente ligada à maturidade em governança eletrônica. A adoção de um framework de governança de TI é fundamental para o sucesso da TD, cuja estrutura conceitual envolve governança eletrônica, TI e participação digital, sustentados por infraestrutura tecnológica, governança eletrônica e cultura organizacional.

Silva, Vieira e Silva (2024) analisaram 19 Modelos de Maturidade Digital (MMDs), revelando que suas dimensões variam pouco entre domínios, limitando a flexibilidade. A maioria dos MMDs é descritiva, carecendo de planos de ação e priorização de dimensões por domínio. Os autores propõem o desenvolvimento futuro de um MMD genérico com priorização de dimensões por domínio, sugerindo uma abordagem participativa como o método Delphi.

Waara (2025) revisou 9 Modelos de Maturidade de Governo Digital (DGMMs), destacando sua abordagem centrada aos cidadãos. Embora DGMMs possuam etapas, dimensões e métricas, a revisão se concentrou na metodologia e classificação dos modelos

quanto à menção de cidadãos, sem detalhar as contribuições específicas dos modelos para a avaliação da maturidade.

Zakiuddin, Anggara e Suhardi (2024) apresentam 12 modelos de maturidade em TD e o desenvolvimento de um modelo de maturidade para a TD de serviços públicos, visando aumentar o valor público e avaliar a qualidade da execução. O modelo utiliza Áreas de Processo Chave (KPAs) mapeadas para níveis de maturidade, com metodologia baseada em revisão de literatura e entrevistas com especialistas. A pesquisa aponta que processos essenciais como "construir entendimento e compromisso" e "estabelecer estratégia e planos de ação" apresentaram as melhores médias de avaliação.

Em suma, a leitura na íntegra dos artigos revelou que não há um modelo de maturidade que seja referência, ou seja, que seja amplamente aplicado ao setor público, mas sim uma diversidade de modelos. A literatura aponta que a maioria das instituições opta por adaptações de modelos internacionais ou desenvolve versões próprias. Conforme apresentado no Quadro 2, foram identificados 46 modelos de maturidade, a saber: dois em AlMurtadha (2024); quatro em Blyznyuk *et al.* (2021); 19 em Silva, Vieira e Silva (2024); nove em Waara (2025); e 12 em Zakiuddin, Anggara e Suhardi (2024).

Quadro 2 – Modelos de maturidade em transformação digital aplicados no setor público (2016-2025)

Id	Modelo	Autor
1	<i>Digital Transformation Maturity Index (DXMI)</i>	AlMurtadha (2024)
2	<i>GovTech Maturity Index (GTMI)</i>	
3	<i>Maturity model of integrated management system</i>	Blyznyuk <i>et al.</i> (2021)
4	<i>Modelo Amplo de Maturidade de Gestão de Projetos</i>	Blyznyuk <i>et al.</i> (2021)
5	<i>Modelo de 3 Níveis de Maturidade em Administração Pública</i>	Blyznyuk <i>et al.</i> (2021)
6	<i>Organizational Project Management Maturity</i>	Blyznyuk <i>et al.</i> (2021)
7	<i>360DMA</i>	Silva, Vieira e Silva (2024)
8	<i>Acatech Industrie 4.0 Maturity Index</i>	
9	<i>Digital Capability Framework (DCF)</i>	
10	<i>Digital Capability Framework (variação)</i>	
11	<i>Digital Readiness Assessment (DRA)</i>	
12	<i>DIGROW</i>	
13	<i>DMFHEI adapted</i>	
14	<i>DREAMY (Digital REadiness Assessment MaturitY model)</i>	
15	<i>Enabler-Based Digital Government Maturity Framework (EDGMF)</i>	
16	<i>Forrester's Digital Maturity Model 4.0</i>	
17	<i>Framework for Digitally Mature Schools (FDMS)</i>	
18	<i>Integrated Multidimensional Digital Transformation Model</i>	
19	<i>MIT SMR</i>	

20	<i>MMEO</i>	Silva, Vieira e Silva (2024)
21	<i>PWC Digital Maturity Model – Industry 4.0</i>	
22	<i>SIMMI 4.0</i>	
23	<i>Smart Digital Treasury Model (SDTM)</i>	
24	<i>UniDigMaturity</i>	
25	<i>VTT Model of Digimaturity</i>	
26	<i>Digital by Default</i>	Waara (2025)
27	<i>Digital government maturity framework</i>	
28	<i>Digital maturity balance model</i>	
29	<i>DiMiOS: A model for government digital maturity</i>	
30	<i>E-Gov maturity model for sustainable e-gov services</i>	
31	<i>eGovernment Benchmark</i>	
32	<i>E-Government maturity model</i>	
33	<i>Multidimensional PS organisations' DMM</i>	
34	<i>SMARTGOV: An extended maturity model</i>	Zakiuddin, Anggara e Suhardi (2024)
35	<i>AI Readiness Framework</i>	
36	<i>Business Process Management Maturity Assessment in Digital Transformation</i>	
37	<i>Co-Production Maturity Model in Public Services</i>	
38	<i>Development and Implementation Of A Maturity Model Of Digital Transformation</i>	
39	<i>Digital Orientation, Digital Maturity, and Digital Intensity: Determinants of Financial Success</i>	
40	<i>Digital Transformation Capability Maturity Model for Industrial Manufacturers</i>	
41	<i>Digital Transformation In Higher Education: A Framework For Maturity Assessment</i>	
42	<i>Digital Transformation Readiness: Perspectives On Academic and Library Outcomes</i>	
43	<i>Organizational E-Health Readiness Model</i>	
44	<i>Readiness Model for Digital Transformation in Airports</i>	
45	<i>Service Ecosystem Emergence Model (Public Sector)</i>	
46	<i>Value Co-Creation and Digital Service Transformation Framework (Denmark case)</i>	

Fonte: elaborado pelos autores.

Para Corrêa *et al.* (2025), apesar dos benefícios, os modelos de maturidade existentes enfrentam críticas e limitações. Alguns modelos não fornecem informações suficientes para sua aplicação prática, carecem de detalhamento sobre o método de análise utilizado, bem como negligenciam dimensões consideradas críticas para a avaliação. A subjetividade na interpretação e aplicação dos modelos é outra crítica, especialmente quando não há regras claras para avaliação ou especificação dos documentos a serem analisados.

Além disso, são mencionadas lacunas teóricas e a falta de sugestões concretas para a melhoria. Muitos modelos analisados, por não apresentarem o conjunto completo de dimensões,

instrumentos, níveis e método de análise, são vistos como reducionistas (Corrêa *et al.*, 2025). Para Luna e Breternitz (2021), especificamente no contexto da TD, diversos modelos são predominantemente descritivos e não oferecem um plano de ação claro para as organizações. A pouca variação nas dimensões entre modelos aplicados a diferentes domínios também dificulta a flexibilidade e uma avaliação mais precisa da realidade.

A análise dos estudos evidencia que, embora exista uma ampla diversidade de modelos (46 identificados), há convergência em torno de algumas dimensões estruturantes, como governança, serviços digitais, dados e capacidades organizacionais. Contudo, observa-se que grande parte dos modelos apresenta caráter descritivo, com limitações quanto à operacionalização prática, ausência de instrumentos de avaliação e fragilidade na definição de métricas. Ademais, verifica-se que modelos amplamente difundidos, como o *GovTech Maturity Index*, apresentam maior robustez comparativa em nível internacional, porém carecem de adaptação às realidades institucionais específicas, como a administração pública brasileira. Esse cenário reforça a inexistência de um modelo hegemônico e evidencia a necessidade de abordagens híbridas e contextualizadas.

No que diz respeito ao contexto brasileiro, a produção científica e acadêmica sobre TD e maturidade digital ainda é considerada incipiente (Luna; Breternitz, 2021). No entanto, a adoção de modelos de maturidade ainda ocorre de forma incipiente e fragmentada. Iniciativas como o e-MAG e o *GovTech*, incorporadas às estratégias de governo digital (EGD 2016-2019 e EGD 2020-2023), representam referências institucionais importantes, porém não configuram modelos completos de maturidade amplamente utilizados para avaliação sistemática.

Em comparação com os modelos internacionais identificados, observa-se que o Brasil apresenta avanços significativos na digitalização de serviços e na infraestrutura tecnológica, mas ainda enfrenta desafios relacionados à governança de dados, integração de sistemas e uso estratégico da informação.

Assim, verifica-se um desalinhamento parcial entre as práticas nacionais e os referenciais internacionais, reforçando a necessidade de desenvolvimento de modelos de maturidade adaptados ao contexto brasileiro.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo mapear os modelos de maturidade em transformação digital (TD) no setor público, bem como analisar sua relação com a política de informação. A partir da Revisão Sistemática da Literatura (RSL), foram identificados 46 modelos, evidenciando elevada diversidade conceitual e a ausência de um referencial consolidado amplamente adotado no contexto governamental.

Os resultados indicam que, embora modelos internacionais como o *GovTech Maturity Index* sejam recorrentes na literatura, apresentam limitações relacionadas à adaptação a contextos institucionais específicos e à ausência de padronização metodológica. De modo geral, os modelos analisados contribuem para o diagnóstico organizacional e o planejamento estratégico, mas ainda carecem de maior operacionalização prática e de instrumentos analíticos mais robustos.

No contexto brasileiro, observa-se avanço significativo na digitalização de serviços públicos e na estruturação de políticas de governo digital. Contudo, persistem lacunas quanto à aplicação sistemática de modelos de maturidade, especialmente no que se refere ao alinhamento com uma política de informação estruturada. A análise das estratégias nacionais (EGD 2016-2019, EGD 2020-2023 e EFGD 2024-2027) não evidenciaram, de forma explícita, a adoção de modelos de maturidade orientados por diretrizes de política informacional, o que pode comprometer a consistência das avaliações e o direcionamento estratégico da TD.

Nesse sentido, a adoção de modelos de maturidade contextualizados, incluindo referenciais como o e-MAG e iniciativas associadas ao ecossistema *GovTech* podem contribuir para diagnósticos mais precisos e para o aprimoramento das estratégias institucionais. Entretanto, torna-se fundamental fortalecer a avaliação sistemática desses modelos, promover o compartilhamento de boas práticas e ampliar as capacidades institucionais relacionadas à governança, ao uso de dados e à inovação.

Por fim, recomenda-se que a implementação da transformação digital no setor público seja orientada por modelos de maturidade alinhados às especificidades organizacionais e às diretrizes de política de informação. Como agenda de pesquisa futura, destaca-se a necessidade de aprofundar análises comparativas internacionais, especialmente em países como Estônia, Dinamarca e Reino Unido, reconhecidos por níveis avançados de maturidade digital, a fim de subsidiar o desenvolvimento de modelos mais aderentes à realidade brasileira.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, C. R. D.; GONÇALO, C. R.; SANTOS, A. M. Transformação digital com agilidade: A emergente capacidade dinâmica de serviços complementares. **Revista de Administração Mackenzie**, v. 23, n. 6, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-6971/eRAMD220063.pt>. Acesso em: 7 out. 2025.
- BERVIAN, P. A.; CERVO, A. L.; SILVA, R. **Metodologia científica**. São Paulo: Pretence Hall, 2002.
- BLYZNYUK, A *et al.* Formation the project maturity of public administration in implementation of digital transformation projects. **Journal of Information Technology Management**, [S.l.], Special Issue, p. 164–184, 2021. Disponível em: https://jitm.ut.ac.ir/article_82615.html. Acesso em: 5 out. 2025.
- BRAMAN, S. **Information, policy, and power**. Cambridge: MIT Press, 2006.
- BRASIL. **Decreto Nº 8.638, de 15 de janeiro de 2016**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/decreto/d8638.htm. Acesso em: 07 out. 2025
- BRASIL. **Governo digital**. Disponível em: < <https://www.gov.br/governodigital/pt-br/estrategia-de-governanca-digital/do-eletronico-ao-digital> > Acesso em: 16 out. 2025.
- BRASIL. **Histórico da estratégia de governo digital**, Brasília, DF, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/governodigital/pt-br/estrategia-de-governanca-digital/historico>. Acesso em: 16 out. 2025.
- CORRÊA, F. *et al.* Análise de modelos de maturidade de gestão do conhecimento. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**, João Pessoa, v. 15, n. 1, p. 2-14, jan./abr. 2025. Disponível em: <https://enancib.ancib.org/index.php/enancib/xxienancib/paper/view/25>. Acesso em: 7 out. 2025.
- FERRER, F.; SANTOS, P. (Org.). **E-government: o governo eletrônico no Brasil**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2004.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2015. 201p.
- JAMBEIRO, O. Acessibilidade, navegabilidade e conteúdos em portais e websites de governo eletrônico em capitais brasileiras. **Comunicação & Informação**, v. 9, n. 2, 2006. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/ci/article/view/25250>. Acesso em: 7 out. 2025.
- KERR PINHEIRO, M. M. Política de informação como documento público no estado informacional. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, 2011. **Anais [...]** XII Encontro Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Ciência da Informação, 2011. Disponível em: <https://www.brapci.inf.br/v/180867>. Acesso em 5 out. 2025.

LECHAKOSKI, Rafael de Mello; TSUNODA, Denise Fukumi. Proposta de um modelo de maturidade para sítios de governo eletrônico. **AtoZ: Novas Práticas em Informação e Conhecimento**, v. 4, n. 1, 2015. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/atoz/article/view/42319>. Acesso em: 5 out. 2025.

LUNA, F. D. S.; BRETERNITZ, V. J. Transformação digital em instituições de ensino superior privadas brasileiras: Linha de base pré-coronavírus. **Revista de Administração Mackenzie**, São Paulo, v. 22, n. 6, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ram/a/HwtTwDhPW4G35w49KTh9Knd/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 5 out. 2025.

MARCONI, M. A., LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MORESI, E. A. D. *et al.* Transformação digital na esfera pública: uma análise bibliométrica. **Ciência da Informação**, v. 52, n. 2, 2023. Disponível em: <https://brapci.inf.br/v/303744>. Acesso em: 5 out. 2025.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OECD). **Digital Government Review of Brazil**. OECD Publishing, 2020. Disponível em: https://www.oecd.org/en/publications/digital-government-review-of-brazil_9789264307636-en.html. Acesso em: 30 set. 2025.

OLIVEIRA, B. M., BARBOSA, I.M.B.R. **Revisão sistemática de literatura (RSL): um guia da teoria à prática**. Barreiros-PE: Ed. dos Autores, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ifpe.edu.br/xmlui/handle/123456789/997>. Acesso em: 30 set. 2025.

PAGE, M. J. *et al.* The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. **BMJ**, v. 372, n. 71, 2021. Disponível em: <https://www.bmj.com/content/372/bmj.n71>. Acesso em: 29 set. 2025.

SANTOS, M. R.; FIGUEIREDO, R. M. C.; GOMES, M. M. F. Evolução das perspectivas sobre a digitalização do governo no Brasil de 2000 a 2023. **Revista Relações Sociais**, v. 6, n. 4, 2023.

SANTOS, L. G. P. *et al.* MODELOS DE MATURIDADE EM TRANSFORMAÇÃO DIGITAL: análise de propostas para pequenas e médias empresas do setor manufatureiro. **P2P E INOVAÇÃO**, v. 11, n. 1, 2024. Disponível em: <https://revista.ibict.br/p2p/article/view/7073>. Acesso em: 7 out. 2025.

SILVA, J. L., VIEIRA, A. C. L., SILVA, S. V. *Digital maturity models: a characterisation study based on a systematic literature review*. **BBR – Brazilian Business Review**, [S. l.], v. 21, n. 2, 2024. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bbr/a/j6Pj7wz95MBNP9KQRzQcMBm/?lang=en>. Acesso em: 29 set. 2025.

SOUZA, A. D. *et al.* Ferramentas para gestão da informação em revisões de literatura. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**, [S. l.], v. 12, n. 3, p. 299–313, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/pgc/article/view/65024>. Acesso em: 29 set. 2025.

WAARA, A. Examining digital government maturity models: evaluating the inclusion of citizens. **Administrative Sciences**, [S.l.], v. 15, n. 3, p. 73, 2025. Disponível em:

<https://www.mdpi.com/2076-3387/15/3/73>. Acesso em: 7 out. 2025

ZACCAGNINI, M.; LI, J. How to Conduct a Systematic Review and Meta-Analysis: A Guide for Clinicians. **Respir Care**, [S. l.], v. 68, n. 9, p. 1295-1308, set. 2023. Disponível em:

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10468159/pdf/zrk1295.pdf>. Acesso em: set abr. 2025.

ZAKIUDDIN, Naufal Fahmi; ANGGARA, Sawung Murdha; SUHARDI. Developing digital service transformation maturity model in public sector. **IEEE Access**, [S.l.], v. 12, p. 174491–174506, 2024. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10695068/>.

Acesso em: 5 out. 2025.

Corrosão atmosférica do bronze sob condições climáticas tropicais: estudo de revestimentos anticorrosivos em chapas de bronze para a preservação do patrimônio material



Atmospheric corrosion of bronze under tropical climatic conditions: study of anti-corrosion coatings on bronze sheets for the preservation of material heritage

Camila Broska Elias 
Fatec Praia Grande
cbroskaelias@gmail.com

Vinicius Bianchi Soares 
Fatec Praia Grande
vinicius.engquim@gmail.com

Revista Processando o Saber

eISSN 2179-5150 · Vol 18, n. 01, 2026
Multidisciplinar · DOI · Revisão por pares

Faculdade de Tecnologia Praia Grande – FATEC
Períodicidade: Anual
revista@fatecpg.edu.br

Recebido: Jan 2026
Aceito: Mar 2026
Publicado: Jun 2026

URL: <https://www.fatecpg.edu.br/revista/index.php/ps/article/view/437>
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.20028272>



ABSTRACT

This study investigated the atmospheric corrosion of bronze under tropical climate conditions, focusing on the evaluation of anticorrosive coatings applied to bronze sheets. The experiment simulated an environment with high humidity and corrosive agents using a salt spray chamber to expose the sheets to these conditions. Sheets coated with different types of varnishes were analyzed for mass variation and surface integrity over 14 days of exposure. The results showed that the acrylic resin-based coating was the most effective in protecting against corrosion, while other varnishes tested showed lower efficiency, with coating failures that allowed moisture penetration and accelerated the corrosion process. The uncoated sheet suffered a more intense corrosion process, highlighting the importance of protective barriers in tropical climates. This study contributes to understanding the preservation of bronze and provides insights for developing more effective anticorrosive coatings for the conservation of material heritage in tropical regions.

KEY-WORDS: atmospheric corrosion, bronze, anticorrosive coatings.

RESUMO

Este estudo investigou a corrosão atmosférica do bronze sob condições climáticas tropicais, com foco na avaliação de revestimentos anticorrosivos aplicados a chapas de bronze. O experimento simulou um ambiente com alta umidade e agentes corrosivos, utilizando uma câmara de névoa salina para expor as chapas a essas condições. Chapas revestidas com diferentes tipos de vernizes foram analisadas quanto à variação de massa e integridade superficial ao longo de 14 dias. Os resultados mostraram que o revestimento baseado em resina acrílica foi o mais eficaz na proteção contra a corrosão, enquanto outros vernizes testados apresentaram menor eficiência, com falhas no revestimento que permitiram a penetração de umidade e aceleraram o processo corrosivo. A chapa sem revestimento sofreu um processo de corrosão mais intenso, destacando a importância de barreiras protetoras em climas tropicais. O estudo contribui para o entendimento sobre a preservação do bronze e oferece subsídios para o desenvolvimento de revestimentos anticorrosivos mais eficazes para a conservação de patrimônio material em regiões com clima tropical.

PALAVRAS-CHAVE: corrosão atmosférica, bronze, revestimentos anticorrosivos.

INTRODUÇÃO

O cobre, um dos primeiros metais explorados pela humanidade desde o período Neolítico, há cerca de dez mil anos, desempenhou um papel fundamental na história das civilizações. A invenção do bronze, uma liga de cobre e estanho, marcou um avanço tecnológico e cultural significativo (Scott, 2002). Entretanto, a preservação de objetos de bronze enfrenta desafios substanciais devido à corrosão, um processo químico complexo que exige um conhecimento aprofundado para o desenvolvimento de estratégias eficazes de conservação.

No Brasil, a diversidade climática, caracterizada por altas temperaturas e elevados índices de umidade, apresenta dificuldades adicionais para a conservação do patrimônio em bronze. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2026), o clima predominante em grande parte do território brasileiro é tropical, caracterizado por elevadas temperaturas médias e altos índices de umidade relativa do ar.

O clima tropical pode acelerar a deterioração desses artefatos, tornando imprescindível o uso de revestimentos adequados. Tais revestimentos não apenas mitigam os danos causados pela exposição atmosférica e pela umidade, mas também podem preservar a estrutura e a estética das esculturas de bronze ao longo do tempo. Assim, a conservação física e a integridade histórica e cultural desses artefatos são de extrema importância.

Para isso, foi realizado um experimento laboratorial que simula condições de corrosão atmosférica, permitindo observar o desempenho dos revestimentos e identificar as soluções mais adequadas para proteção do bronze em ambientes externos.

A pesquisa focou, especificamente, na análise comparativa do desempenho desses revestimentos em condições controladas, correlacionando a eficácia de cada material com as condições simuladas de névoa salina e sua resistência à corrosão. Dessa forma, espera-se contribuir com informações relevantes para a preservação de bens culturais em bronze, oferecendo alternativas de conservação mais eficazes e alinhadas com as necessidades dos patrimônios em clima tropical.

Este estudo tem como objetivo avaliar o desempenho de diferentes revestimentos anticorrosivos aplicados a chapas de bronze, submetidas a condições simuladas de névoa salina, visando identificar os revestimentos mais eficazes para a preservação do material em ambientes de clima tropical.

1. PRESERVAÇÃO DE MONUMENTOS HISTÓRICOS

A conservação de monumentos históricos e obras de arte é uma atividade de grande importância cultural e social, pois esses bens representam o patrimônio material de uma sociedade, funcionando como documentos tangíveis de sua história e contribuindo para o aprofundamento do conhecimento e a perpetuação de sua identidade cultural. No Brasil, o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), vinculado ao Ministério da Cultura, é o órgão responsável por assegurar a preservação desses bens, com o objetivo de proteger e promover o patrimônio cultural, garantindo sua transmissão às gerações futuras.

O IPHAN exerce um papel essencial na conservação dos bens culturais do país, incluindo aqueles que foram reconhecidos pela UNESCO nas Listas do Patrimônio Mundial e do Patrimônio Cultural Imaterial da Humanidade. Suas ações são orientadas por convenções internacionais, como a Convenção do Patrimônio Mundial (1972) e a Convenção para a Salvaguarda do Patrimônio Cultural Imaterial, de 2003 (IPHAN, 2020). A preservação de esculturas e monumentos históricos, que muitas vezes são feitos de ligas metálicas e ficam expostos a condições climáticas adversas, enfrenta desafios consideráveis devido à corrosão provocada pelos agentes atmosféricos, que pode prejudicar tanto a estrutura quanto a aparência dessas obras ao longo do tempo.

A crescente poluição nos centros urbanos intensifica ainda mais a necessidade de preservação, pois o acúmulo de substâncias corrosivas no ambiente ameaça à integridade de metais expostos, abrangendo desde estruturas de edifícios até monumentos históricos e obras de arte. Desde o século XIX, quando observações em cidades como Berlim e Munique revelaram os primeiros sinais dos efeitos da poluição no patrimônio material (Weil, 1980), pesquisadores têm procurado novas estratégias de conservação para conter o processo de deterioração causado pela atmosfera.

No Brasil, a Constituição de 1988 estabelece a proteção do patrimônio cultural, abrangendo tanto bens materiais quanto imateriais. Para garantir essa preservação, são previstos mecanismos legais como o registro, inventário e tombamento, que têm como objetivo proteger os bens culturais de danos e destruição, assegurando sua continuidade ao longo do tempo.

Assim, a preservação de artefatos de bronze configura-se como um compromisso com a memória e a identidade nacional. Ao proteger essas peças, garantimos que as futuras gerações possam continuar a aprender com nossa história e se inspirar na diversidade e riqueza do nosso patrimônio.

2. PROPRIEDADES DO BRONZE

O bronze é uma liga metálica composta principalmente por cobre e estanho (8-10% de estanho), podendo também conter outros elementos em proporções menores. Ambos os metais são obtidos a partir de minérios, com o cobre extraído da calcopirita e o estanho principalmente da cassiterita (Gentil, 2018). Ambos possuem estruturas cristalinas similares e tamanhos atômicos próximos, facilitando a formação de uma solução sólida quando misturados em proporções adequadas. Essa solução sólida é estável e homogênea, conferindo ao bronze propriedades mecânicas superiores, como: maior dureza, resistência à tração e resistência à corrosão, em comparação ao cobre puro (Callister, 2002).

As ligas de bronze são classificadas de acordo com sua composição química e propriedades específicas, com base nas normas SAE J461 e SAE J462, estabelecidas pela *Society of Automotive Engineers* (SAE). Essas normas fornecem diretrizes para as ligas de cobre e seus derivados, como o bronze, especificando as proporções de elementos como cobre, estanho, alumínio, fósforo e níquel. A definição precisa dessas proporções é importante para determinar as propriedades mecânicas das ligas, como resistência ao desgaste, à corrosão e à tração, assegurando que as mesmas atendam aos requisitos de diferentes aplicações. As normas SAE J461 e SAE J462 são utilizadas tanto em processos industriais quanto em projetos culturais e históricos, garantindo que as ligas de bronze possuam as características adequadas para suas diversas funções, incluindo a fabricação de componentes mecânicos e monumentos.

Tabela 1: comparação de ligas de bronze para aplicações em monumentos (Baseado nas Normas SAE J461 e SAE J462)

Liga de Bronze	Composição Principal	Resistência à Corrosão	Aplicações Comuns	Características Estéticas
C83600 (Bronze Fosforoso)	85-90% Cobre, 5-7% Estanho, Fósforo	Boa resistência em ambientes menos agressivos	Equipamentos, rolamentos, aplicações gerais	Pode formar uma patina, mas menos esteticamente atraente para monumentos
Bronze 90/10 (Bronze com 90% Cobre e 10% Estanho)	90% Cobre, 10% Estanho	Excelente resistência à corrosão em ambientes agressivos	Monumentos, esculturas, obras públicas, medalhas	Forma uma patina verde (córrego), apreciada esteticamente ao longo do tempo
Bronze 92/8 (Bronze de alta pureza)	92% Cobre, 8% Estanho	Alta resistência à corrosão	Monumentos, peças artísticas e culturais	Desenvolve uma patina esteticamente agradável ao longo do tempo
Bronze 88/12 (Bronze com 88% Cobre e 12% Estanho)	88% Cobre, 12% Estanho	Boa resistência à corrosão em ambientes moderados	Peças decorativas, elementos arquitetônicos	Desenvolve uma patina moderada, pode ser menos resistente em ambientes extremos
Bronze 85/15 (Bronze com 85% Cobre e 15% Estanho)	85% Cobre, 15% Estanho	Resistente a corrosão em ambientes secos e controlados	Esculturas, detalhes arquitetônicos	Patina menos pronunciada, mais brilho e tonalidade dourada
Bronze 80/20 (Bronze com 80% Cobre e 20% Estanho)	80% Cobre, 20% Estanho	Moderada resistência à corrosão	Aplicações em interiores e peças de menor exposição ao ambiente	Apresenta coloração mais clara, menor resistência à intempéries

Fonte: Elaborado pela autora, 2024

Além disso, a compatibilidade eletroquímica entre o cobre e o estanho, resultante de suas posições relativamente próximas na série eletroquímica, assegura que não ocorram reações adversas significativas entre os dois metais quando expostos a ambientes corrosivos. Essa característica minimiza a formação de pares galvânicos, que poderiam acelerar processos corrosivos, contribuindo para a durabilidade e estabilidade do bronze ao longo do tempo.

Essas características fazem do bronze um material amplamente utilizado em monumentos históricos e outros artefatos culturais, valorizados por sua resistência, estética e facilidade de moldagem. Apesar disso, em ambientes tropicais, o material pode sofrer maiores desafios devido à combinação de fatores como alta umidade, temperaturas elevadas e a presença de poluentes atmosféricos, que intensificam os processos corrosivos. Por isso, compreender as propriedades específicas das ligas de bronze utilizadas, bem como seus comportamentos em diferentes condições, é essencial para sua preservação e durabilidade.

Quando exposto, o bronze desenvolve naturalmente uma camada superficial conhecida como pátina, ao longo do tempo, devido à interação com a atmosfera e às condições climáticas. Essa camada é predominantemente composta por carbonatos de cobre, óxidos e outros compostos formados pela reação do bronze com elementos como oxigênio, dióxido de carbono e umidade do ar. A formação da pátina é um processo gradual, variando em cor e textura conforme as condições ambientais locais (Scott, 2002).

Compreender essas características torna possível não apenas proteger o bronze de processos corrosivos mais severos, mas também garantir sua conservação em aplicações culturais e históricas.

3. CORROSÃO ATMOSFÉRICA

3.1 DEFINIÇÃO E CARACTERÍSTICAS DA CORROSÃO ATMOSFÉRICA

A corrosão atmosférica é um processo dinâmico e complexo, influenciado por múltiplos fatores ambientais e químicos que se desencadeiam quando o metal é exposto ao ambiente. Apesar das características protetivas da pátina do bronze, em climas tropicais, onde há alta umidade e temperaturas elevadas, a eficácia dessa camada pode ser reduzida. Inicialmente, o bronze desenvolve uma camada de óxidos na superfície, que em algumas condições pode proporcionar certa proteção. Entretanto, em climas tropicais, o contato frequente com vapor de água e contaminantes atmosféricos, como dióxido de enxofre e partículas salinas, intensifica a degradação do metal (Gentil, 2018).

Esses fatores são amplificados em regiões costeiras, onde a névoa salina, rica em sais, acelera o processo de corrosão, criando uma sobrecarga nos mecanismos naturais de proteção do bronze (Scott, 2002). Além disso, a exposição prolongada ao sol em áreas tropicais eleva a temperatura das superfícies, o que pode acelerar as reações corrosivas (Ramanathan, 1997).

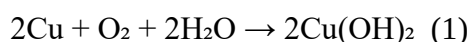
A composição do bronze, que geralmente confere boa resistência a condições ambientais normais, passa a se tornar um fator vulnerável em ambientes tropicais. A pátina formada não consegue se manter estável diante da umidade elevada e dos contaminantes atmosféricos, resultando em um processo de corrosão acelerado, evidenciado pela formação de produtos de corrosão mais espessos e menos homogêneos (Callister, 2002). Assim, as propriedades iniciais do bronze, embora benéficas em ambientes controlados, requerem proteção adicional em climas tropicais para garantir a preservação de artefatos expostos ao ar livre.

3.2 MECANISMO QUÍMICO DE CORROSÃO DO BRONZE EM SOLUÇÕES SALINAS

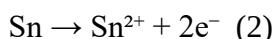
Quando o bronze é exposto a soluções salinas, como aquelas presentes em ambientes costeiros, o cloreto de sódio (NaCl) se dissocia em meio aquoso, liberando íons sódio (Na^+) e cloreto (Cl^-). Dentre esses, os íons cloreto desempenham papel determinante no processo

corrosivo, pois interagem com a superfície metálica por meio de processos eletroquímicos e promovem a desestabilização das camadas passivas protetoras. Esse fenômeno ocorre por meio de reações eletroquímicas acopladas, envolvendo a oxidação dos constituintes metálicos da liga e a redução de espécies presentes no meio, especialmente o oxigênio dissolvido, resultando na formação de produtos de corrosão e na consequente degradação do material.

1. **Início da corrosão e formação de íons metálicos:** O processo corrosivo tem início com a oxidação do cobre presente na liga, na qual o metal perde elétrons e forma íons de cobre (Cu^{2+}), contribuindo diretamente para a instabilidade da superfície metálica e para a propagação das reações corrosivas.
2. **Oxidação do cobre e formação de produtos intermediários:** Na presença de oxigênio dissolvido e umidade, os íons de cobre formados podem reagir com íons hidroxila (OH^-), originando hidróxido de cobre ($\text{Cu}(\text{OH})_2$), o qual pode evoluir para formas mais estáveis, como óxidos de cobre, em função das condições ambientais. Adicionalmente, em meios contendo dióxido de carbono (CO_2) ou íons cloreto (Cl^-), esses compostos podem sofrer transformações adicionais, resultando na formação de carbonatos e cloretos de cobre. O processo pode ser representado, de forma simplificada, pela seguinte equação:

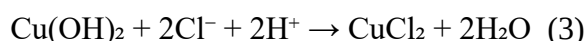


3. **Oxidação do estanho:** O estanho (Sn), outro componente da liga de bronze, também está sujeito à oxidação em ambientes salinos, formando inicialmente íons Sn^{2+} , conforme a reação:



Esses íons podem, posteriormente, interagir com espécies presentes no meio, como íons cloreto, dando origem a compostos como o cloreto de estanho (SnCl_2), contribuindo para a complexidade dos produtos de corrosão formados.

4. **Formação de produtos corrosivos complexos:** Os produtos gerados a partir da oxidação do cobre e do estanho podem interagir com íons presentes no meio, como cloretos e carbonatos, resultando na formação de compostos mais complexos. Esses produtos incluem cloretos básicos, carbonatos e óxidos hidratados, os quais constituem a pátina característica observada na superfície do bronze exposto a ambientes agressivos. Em condições específicas, especialmente na presença de íons cloreto e em meio levemente ácido, podem ocorrer reações adicionais envolvendo a transformação de hidróxidos em espécies mais solúveis, como exemplificado pela seguinte equação:



Essa reação favorece a solubilização dos produtos de corrosão, contribuindo para a desestabilização da pátina e para a progressão do processo corrosivo.

3.3 MECANISMO DE CORROSÃO

A corrosão é um fenômeno principalmente eletroquímico, caracterizado pela degradação de materiais metálicos devido à sua interação com o meio ambiente. Segundo Gentil (2018), esse fenômeno envolve reações de oxidação e redução que acontecem nas superfícies dos metais, especialmente quando há eletrólitos, como água e compostos químicos dissolvidos. Nesses contextos, surgem zonas distintas na superfície do metal, chamadas de regiões anódica e catódica, onde se realizam reações específicas.

No ânodo, o metal passa por um processo de oxidação, que resulta na liberação de elétrons e na formação de íons metálicos. Esses íons podem se dispersar ou criar compostos na superfície, como óxidos. Os elétrons liberados então se deslocam para a região do cátodo, onde interagem com elementos presentes no ambiente, como íons de oxigênio ou hidrogênio, originando produtos que variam de acordo com as condições atmosféricas e o tipo de metal envolvido.

Esse sistema é particularmente vulnerável a influências externas, incluindo a presença de poluentes no ar, como dióxido de enxofre, dióxido de carbono e cloretos, assim como a umidade relativa. Esses fatores, em combinação com as características do metal, como sua composição e microestrutura, afetam diretamente a velocidade de corrosão e as propriedades dos produtos gerados, como a pátina em superfícies de bronze.

A categorização dos processos de corrosão envolve duas categorias fundamentais:

- Corrosão química: acontece em locais onde não há eletrólitos líquidos, em situações como atmosferas secas ou em temperaturas elevadas, sendo marcada por reações de oxidação do metal de forma direta.
- Corrosão eletroquímica: é mais frequente em climas úmidos e em áreas tropicais, onde a existência de um eletrólito favorece as reações de oxidação e redução em várias partes da superfície metálica.

3.4 ANÁLISE E MONITORAMENTO DA CORROSÃO

A interação entre o cobre e suas ligas com o ambiente resulta na formação de diferentes produtos de corrosão, que variam conforme o tipo de atmosfera. Em regiões de atmosfera seca, o cobre tende a escurecer devido à formação de compostos de enxofre, enquanto em atmosferas úmidas surgem camadas mais finas e homogêneas de corrosão. Já em ambientes aquosos ou altamente salinos, essas camadas se tornam mais espessas e visíveis, evidenciando um processo de corrosão mais agressivo.

A atmosfera, por sua própria composição, possui características oxidativas naturais que promovem a corrosão de metais. O oxigênio presente em aproximadamente 21% da atmosfera, aliado à umidade do ar, atua como agente oxidante nas reações de oxirredução que levam à formação de óxidos e outros produtos corrosivos, conforme destaca Gentil (2018).

A maresia proveniente do mar representa um desafio adicional para monumentos históricos localizados em áreas costeiras, onde os níveis de corrosão atmosférica são elevados devido à elevada concentração de sais dissolvidos no ar. Esse fenômeno, comum em regiões tropicais e subtropicais, acarreta um processo de corrosão acelerado em ligas de cobre, promovendo uma degradação mais rápida, especialmente em metais que estão diretamente expostos ao ambiente.

As principais formas de corrosão observadas nos materiais metálicos incluem: corrosão uniforme, por placas, puntiforme, alveolar, intergranular e filiforme. Gentil (2018) descreve cada uma dessas formas de corrosão da seguinte maneira:

- Corrosão uniforme: Essa é a forma de corrosão mais comum, na qual a superfície metálica sofre desgaste de forma homogênea, com perda de material distribuída por toda a área exposta.
- Corrosão por placas: Caracteriza-se pela formação de camadas de óxido que se acumulam e eventualmente se destacam em forma de placas, até que o processo corrosivo comprometa a proteção e provoque a ruptura dessas camadas.
- Corrosão puntiforme: Tipo de corrosão concentrada em pequenas áreas, resultando em cavidades mais profundas do que largas, e que costuma ocorrer em materiais com camadas protetoras passivas, como o alumínio e os aços inoxidáveis.
- Corrosão alveolar: Esse tipo de corrosão localizada cria pequenas cavidades ou "alvéolos" na superfície do metal, sendo uma forma comum de ataque em ambientes agressivos.
- Corrosão intergranular: Acontece ao longo dos limites de grãos do material, podendo enfraquecer sua estrutura ao comprometer suas propriedades mecânicas, especialmente sob condições de tensão.
- Corrosão filiforme: Manifesta-se na forma de filamentos que se espalham sobre a superfície, geralmente sob revestimentos de tinta ou camadas de metal aplicadas por processos de metalização, sendo intensificada em ambientes úmidos.

3.5 REVESTIMENTO

Os revestimentos funcionam como barreiras físicas e químicas, isolando o substrato do meio corrosivo e, assim, prolongando a vida útil dos componentes metálicos e aumentando sua durabilidade.

Os revestimentos podem ser classificados em duas categorias principais: orgânicos e inorgânicos. Os revestimentos orgânicos, como tintas e vernizes, são frequentemente à base de polímeros, proporcionando boa aderência e flexibilidade. Segundo Fontana (1986), esses revestimentos formam uma película protetora que reduz o contato entre o metal e a umidade, contribuindo para a diminuição dos processos corrosivos.

Por outro lado, os revestimentos inorgânicos, como os sistemas à base de zincagem e os esmaltes cerâmicos, oferecem uma proteção mais robusta contra agentes corrosivos. Gentil (2018) destaca que os revestimentos inorgânicos possuem uma maior resistência a temperaturas extremas e a ataques químicos, tornando-os ideais para aplicações em ambientes severos.

A escolha do tipo de revestimento a ser utilizado deve considerar diversos fatores, como a natureza do material base, as condições ambientais e a finalidade do componente. Ramanathan (2016) enfatiza a importância da seleção adequada de revestimentos para garantir a eficácia na proteção contra a corrosão, além de melhorar a estética e a funcionalidade dos materiais.

Além disso, o desempenho dos revestimentos pode ser aprimorado por meio de tecnologias avançadas, como a incorporação de nanopartículas. Estudos indicam que o uso de materiais híbridos e nanocompósitos pode melhorar significativamente a resistência à corrosão, favorecendo o aumento da durabilidade dos materiais (Clemente et al., 2021).

4. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

O experimento foi conduzido utilizando chapas de bronze 85/15 (85% cobre e 15% estanho) com dimensões de 100 mm x 20 mm x 1 mm, expostas a uma câmara de névoa salina.

1. Preparação das chapas: As chapas de bronze foram submetidas a um processo de lixamento para otimizar a adesão dos vernizes.

Figura 1: Chapas de Bronze



Fonte: Autoria própria, 2024.

2. Aplicação dos revestimentos: Cada chapa de bronze foi submetida a um revestimento com um tipo específico de verniz. O processo de aplicação seguiu as orientações relativas ao tempo de cura recomendado, de modo a garantir a formação de uma película homogênea e uniforme sobre a superfície de cada chapa. Dessa forma, assegurou-se que os revestimentos fossem aplicados de maneira consistente em todas as amostras. A tabela 2 apresenta a composição dos vernizes utilizados em cada chapa.

Tabela 2: Composição dos Vernizes utilizados nas chapas de Bronze

VERNIZ	COMPOSIÇÃO PRINCIPAL
VERNIZ 1	Álcool isopropílico, nanopartículas de óxido de grafeno, nanopartículas de dióxido de silício, coloidal de titânio, agente formador de filme, polidimetilsiloxano, isoparafina, fragrância e propelente.
VERNIZ 2	Acetona, propano, destilados leves hidrotratados, butano, nafta, petróleo leve hidrotratado, dióxido de titânio, silicato de magnésio hidratado, etilbenzeno, éter monobutílico de etilenoglicol e solvente de Stoddart.
VERNIZ 3	Resina acrílica modificada, acetona, propanona, hidrocarbonetos, aditivos e propelente (propano/butano), 1,2,4-trimetilbenzeno, cumeno, etilbenzeno, propilbenzeno, mesitileno, xileno, zinco, solvente de nafta (petróleo), aromática leve e nafta de baixo ponto de ebulição.
VERNIZ 4	Éteres de celulose e Água.

Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

3. **Exposição à Névoa Salina:** A exposição das chapas revestidas ocorreu em uma câmara de névoa salina construída segundo as diretrizes das normas ASTM B117 e ISO 9227. Essas normas estabelecem condições padronizadas para testes acelerados de corrosão, simulando ambientes agressivos. A ASTM B117 especifica os parâmetros para gerar vapor de água saturado com cloreto de sódio (NaCl) em uma câmara controlada, enquanto a ISO 9227 complementa esses critérios para garantir repetibilidade e confiabilidade nos ensaios. As chapas foram mantidas em condições controladas durante 14 dias, a uma temperatura média de 25 °C, utilizando uma solução composta por água destilada e NaCl

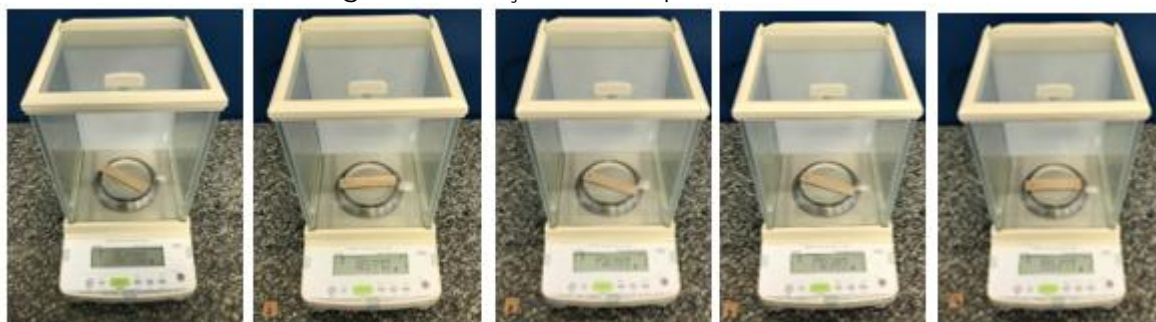
Figura 2: Câmara de Névoa Salina



Fonte: Autoria própria, 2024.

4. **Medição de massa:** A massa de cada chapa foi registrada com o uso de uma balança analítica modelo ATY 224 (Shimadzu), com capacidade máxima de 220 g e precisão de 0,1 mg, garantindo alta precisão nas medições.

Figura 3: Medição das chapas de Bronze



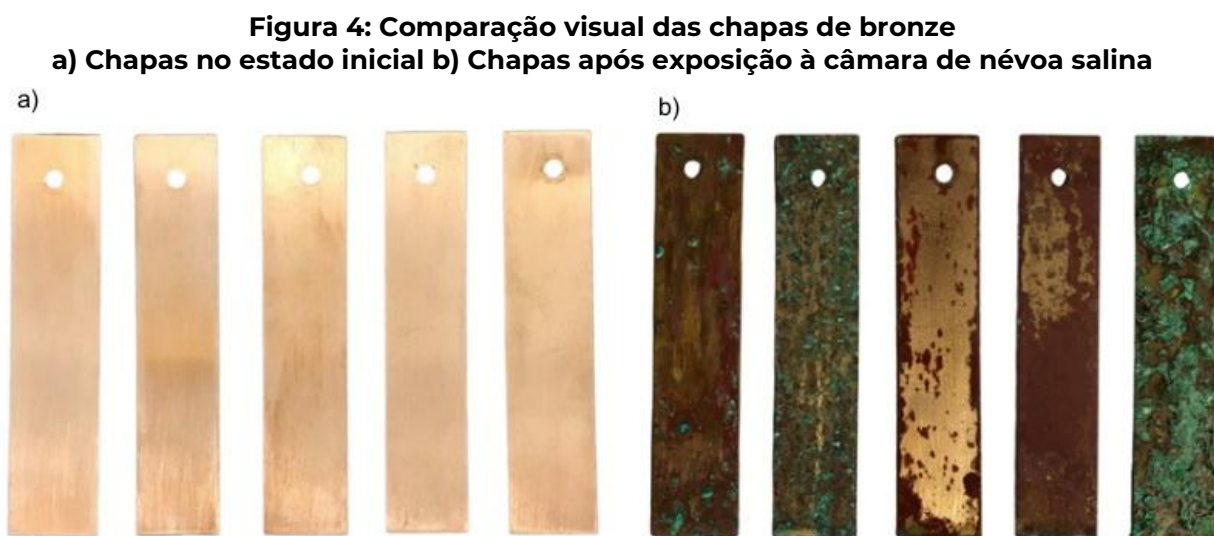
Fonte: Autoria própria, 2024.

Após a exposição na câmara de névoa salina, a massa de cada chapa foi medida para registrar o peso com os produtos de corrosão ainda presentes. Em seguida, as chapas passaram por uma etapa de decapagem, onde os produtos de corrosão foram removidos, permitindo uma medição final mais precisa. Ao longo do experimento, as medições de massa ocorreram em

quatro momentos distintos: inicialmente, para registrar a massa base antes da aplicação dos revestimentos; após a aplicação e cura dos vernizes, para identificar o ganho de massa; após a exposição na câmara de névoa salina, com os produtos de corrosão presentes; e, finalmente, após a decapagem, para determinar o grau exato de corrosão sofrido.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste estudo, foram empregadas chapas de bronze para analisar a corrosão em condições simuladas de clima tropical com exposição à névoa salina, visando compreender os efeitos desse processo sobre o patrimônio material. A variação na massa foi utilizada como um parâmetro para quantificar a corrosão em cada chapa, comparando as chapas com revestimento e a chapa controle, que não recebeu tratamento. A Figura 4 apresenta imagens comparativas das chapas de bronze antes do início do experimento e após o período de exposição, evidenciando visualmente a degradação sofrida, especialmente na chapa sem revestimento.



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Os dados apresentados na Tabela 3 indicam perda de massa para todas as chapas após a etapa de decapagem, evidenciando a remoção efetiva de material metálico em decorrência do processo corrosivo. Durante a exposição à névoa salina, há formação de produtos de corrosão aderidos à superfície; contudo, esses compostos são removidos na etapa de limpeza, permitindo a determinação mais precisa da perda de massa associada à corrosão.

Tabela 3: Avaliação da perda de massa em chapas após decapagem

Chapa	Massa Inicial (g)	Massa após a aplicação do Verniz (g)	Massa após a exposição à câmara de névoa salina (g)	Massa Após decapagem (g)	Diferença de massa inicial e após a decapagem (g)	Observação
Chapa Referência	19.2790 g	N/A	19.2953 g	18.9569 g	0.3221 g	Perda de massa
Chapa 1	18.3297 g	18.3355 g	18.3506 g	18.1121 g	0.2176 g	Perda de massa
Chapa 2	18.5770 g	18.7975 g	18.8091 g	18.3901 g	0.1869 g	Perda de massa
Chapa 3	17.8389 g	17.9264 g	17.9349 g	17.6649 g	0.1743 g	Perda de massa
Chapa 4	19.5377 g	19.6180 g	19.6434 g	19.2426 g	0.2951 g	Perda de massa

Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Os resultados obtidos, apresentados na Tabela 3, mostram a diferença de massa inicial e após a decapagem para as chapas de bronze. A chapa de referência, sem revestimento, apresentou uma diferença de 0,3221 g, indicando que a corrosão ocorreu de maneira mais evidente devido à ausência de proteção. Já para as chapas revestidas, os valores variaram conforme o tipo de verniz aplicado: 0,2176 g para a Chapa 1, 0,1869 g para a Chapa 2, 0,1743 g para a Chapa 3 e 0,2951 g para a Chapa 4.

Entre os revestimentos, o Verniz 1, composto por nanopartículas de óxido de grafeno e dióxido de silício, demonstrou uma proteção moderada. A formulação, que combina componentes orgânicos e inorgânicos, oferece uma camada protetora com maior resistência mecânica, mas permite uma certa penetração de umidade, refletindo-se em uma perda intermediária de massa após a decapagem. O Verniz 2, que contém dióxido de titânio e silicato de magnésio, apresentou um desempenho semelhante, embora ligeiramente inferior ao Verniz 3. Sua formulação híbrida também proporciona proteção razoável, mas não tão eficaz quanto a observada no Verniz 3, que se destacou por apresentar a menor diferença de massa após a decapagem. A superioridade do Verniz 3 deve-se à formação de uma camada uniforme e coesa de resina acrílica, que reduz significativamente a permeabilidade à umidade e ao oxigênio, minimizando os efeitos da corrosão.

Por outro lado, o Verniz 4, composto por éteres de celulose e água, foi o revestimento menos eficaz entre os testados. Apresentando a maior diferença de massa após a decapagem entre as chapas revestidas, sua formulação resulta em uma película mais frágil e porosa, facilitando a penetração de agentes corrosivos e comprometendo sua capacidade de proteção. Esses resultados indicam que revestimentos orgânicos à base de resina acrílica, como o Verniz 3, oferecem a proteção mais eficaz contra a corrosão em condições de névoa salina. Embora revestimentos híbridos que combinem componentes orgânicos e inorgânicos, como os Vernizes 1 e 2, possam oferecer benefícios adicionais, sua eficácia depende diretamente da formulação específica. Em contrapartida, revestimentos com maior porosidade, como o Verniz 4, demonstraram desempenho inferior na proteção das chapas de bronze.

Dando sequência à avaliação, os cálculos da taxa de corrosão foram realizados com base nos dados obtidos durante o experimento, utilizando a coluna ‘Diferença de massa inicial e após a decapagem (g)’ da Tabela 3.

Com base nas informações obtidas, foi possível calcular a taxa de corrosão em milímetros por ano (mm/ano), utilizando a metodologia padrão definida pela *National Association of Corrosion Engineers* (NACE), uma organização internacional especializada em normas de corrosão. Esse cálculo permite quantificar com precisão o impacto dos revestimentos aplicados, além de possibilitar a avaliação do comportamento da chapa de referência, que não recebeu qualquer tipo de proteção.

$$\text{Taxa de Corrosão (mm/ano)} = \frac{\Delta m}{A \cdot \rho \cdot t} \quad (5)$$

Δm : Variação de Massa em gramas (massa inicial – massa após a decapagem)

A : Área superficial da chapa em cm^2 (frente e verso) ($100 \text{ mm} \times 20 \text{ mm} = 40 \text{ cm}^2$)

ρ : Densidade do Bronze $8,86 \text{ g/cm}^3$

t : Tempo de exposição convertido em anos ($14 \text{ dias} = 0,03836 \text{ ano}$)

Chapa referência:

$$\text{Taxa de Corrosão} = \frac{0.3221}{40.0 \cdot 8.86 \cdot 0.03836} = 0,0237 \text{ mm/ano} \quad (6)$$

Chapa 1:

$$\text{Taxa de Corrosão} = \frac{0.2176}{40.0 \cdot 8.86 \cdot 0.03836} = 0,0160 \text{ mm/ano} \quad (7)$$

Chapa 2:

$$\text{Taxa de Corrosão} = \frac{0.1869}{40.0 \cdot 8.86 \cdot 0.03836} = 0,0137 \text{ mm/ano} \quad (8)$$

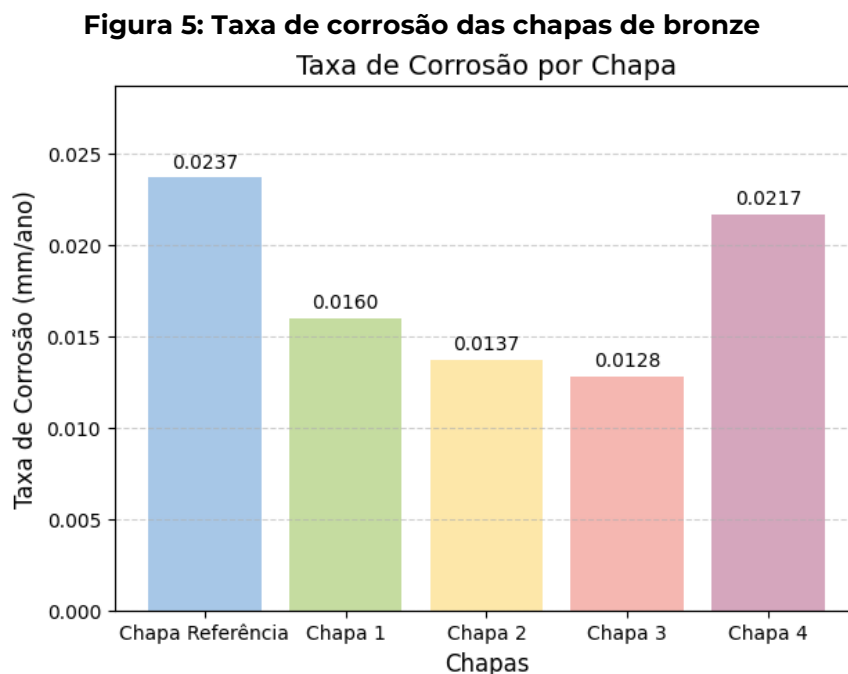
Chapa 3:

$$\text{Taxa de Corrosão} = \frac{0.1743}{40.0 \cdot 8.86 \cdot 0.03836} = 0,0128 \text{ mm/ano} \quad (9)$$

Chapa 4:

$$\text{Taxa de Corrosão} = \frac{0.2951}{40.0 \cdot 8.86 \cdot 0.03836} = 0,0217 \text{ mm/ano} \quad (10)$$

Com base nos cálculos realizados para cada amostra, foi possível determinar as taxas de corrosão correspondentes, permitindo uma análise comparativa entre as chapas avaliadas. A Figura 5 apresenta a comparação das taxas de corrosão das chapas de bronze.



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Os resultados das taxas de corrosão mostram variações no desempenho das chapas, refletindo a interação entre o bronze e os agentes corrosivos presentes no ambiente, como a névoa salina, que favorece a formação de produtos de corrosão, como óxidos e carbonatos. Essas reações resultam na perda de massa do material, que é diretamente proporcional à taxa de corrosão.

A chapa referência, sem revestimento, apresentou uma taxa de 0,0237 mm/ano, refletindo a corrosão direta da superfície metálica, com consequente perda de massa. Esse valor evidencia que, sem a proteção de um revestimento, o bronze sofreu uma corrosão significativa devido à ação dos agentes corrosivos presentes no ambiente.

A chapa 1, com revestimento de nanopartículas, apresentou uma taxa de 0,0160 mm/ano, o que representa uma diminuição em relação à chapa referência, mas ainda assim considerável. Esse resultado sugere que o revestimento teve algum efeito de proteção, indicando redução parcial da ação dos agentes corrosivos, embora não tenha sido completamente eficaz em impedir a corrosão. A permeabilidade do revestimento ou possíveis falhas de aderência podem ter permitido a passagem de agentes corrosivos, resultando em uma taxa de corrosão ainda elevada.

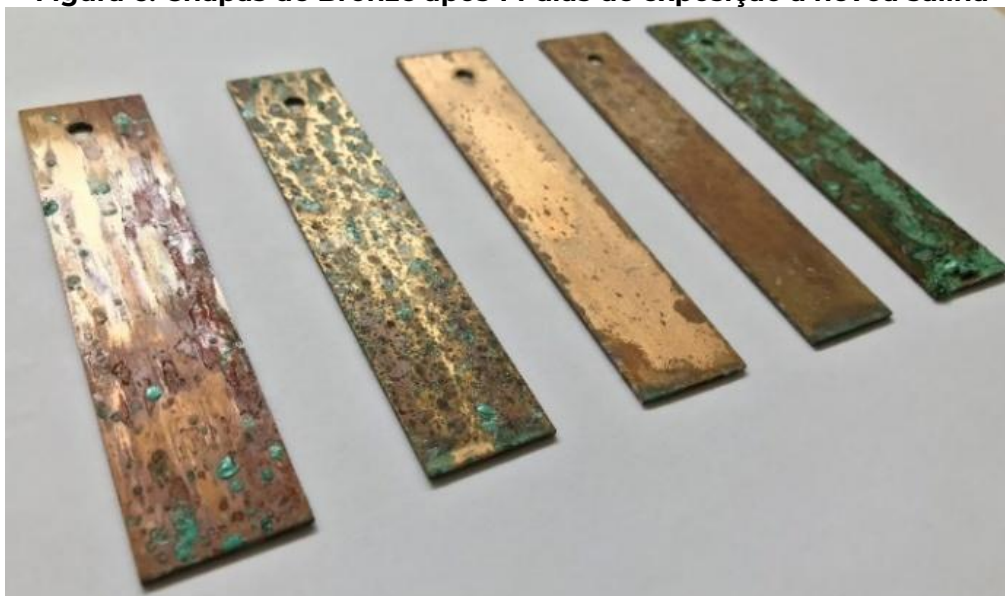
A chapa 2, com revestimento híbrido de acetona, propano, nafta, dióxido de titânio e outros solventes, obteve uma taxa de 0,0137 mm/ano, sendo ligeiramente menor que a chapa 1. Embora tenha mostrado uma redução na taxa de corrosão em comparação com a chapa referência, esse valor ainda indica que o revestimento apresentou eficiência intermediária na proteção do material. Isso sugere que o tipo de revestimento utilizado na chapa 2 não foi capaz de formar uma barreira totalmente eficiente contra os agentes corrosivos, ou que houve falhas na aplicação do revestimento, permitindo que a corrosão continuasse.

A chapa 3, com revestimento híbrido de resina acrílica, acetona, hidrocarbonetos e aditivos, apresentou uma taxa de 0,0128 mm/ano, que é ainda menor que as chapas 1 e 2. Esse resultado indica o melhor desempenho entre os revestimentos avaliados, sugerindo maior eficiência na formação de uma barreira protetora contra a penetração de umidade e agentes corrosivos. Apesar disso, a presença de uma taxa de corrosão diferente de zero indica que o revestimento não eliminou completamente o processo corrosivo, mas foi o mais eficaz na sua redução.

A chapa 4, com éteres de celulose e água, exibiu a maior taxa de corrosão entre as amostras, 0,0217 mm/ano, que é muito próxima da chapa referência, sem revestimento. Esse resultado indica baixa eficiência do revestimento como barreira protetora, sugerindo que o material não foi capaz de impedir de forma significativa a ação dos agentes corrosivos.

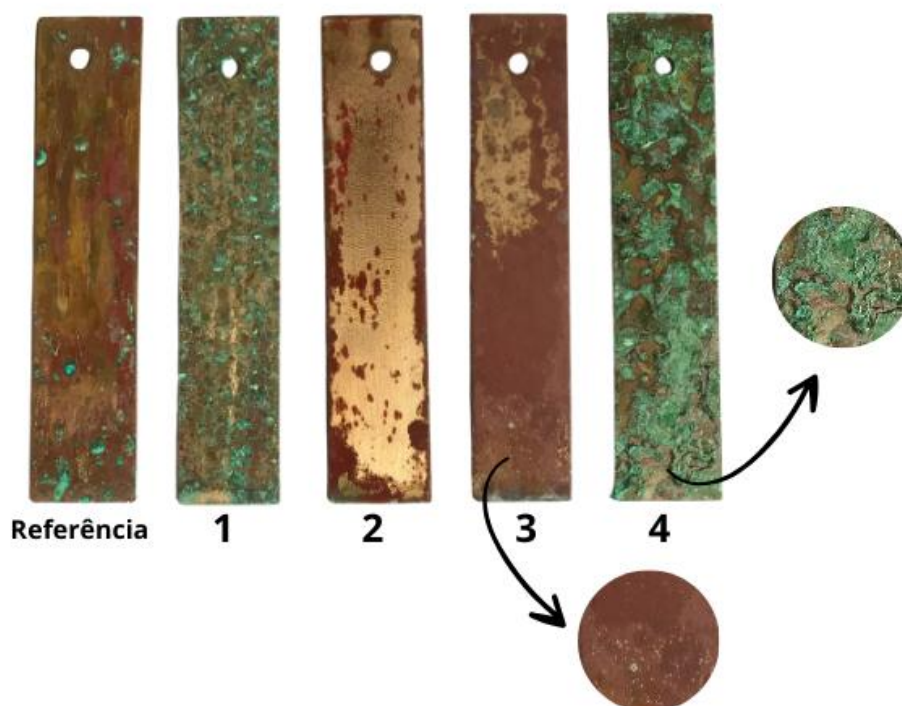
Além da avaliação quantitativa por variação de massa, a análise visual das chapas também foi realizada, permitindo observar distintos padrões de corrosão em cada amostra. A integridade das chapas expostas à névoa salina revelou áreas de desgaste e oxidação, que corroboram os dados das taxas de corrosão. A Figura 6 ilustra as superfícies das chapas, evidenciando as variações no desempenho de cada revestimento frente ao ambiente corrosivo.

Figura 6: Chapas de Bronze após 14 dias de exposição à névoa salina



Fonte: Autoria própria, 2024.

Figura 7: Imagens ampliadas da superfície das chapas de bronze



Fonte: Autoria própria, 2024.

As imagens ampliadas na Figura 7 mostram em detalhes a textura da corrosão nas chapas. Observa-se que os Vernizes 2 e 3 mantiveram a superfície parcialmente íntegra, enquanto o Verniz 4 apresentou falhas evidentes, com formação de produtos de corrosão em áreas descamadas.

A chapa de referência, sem nenhum revestimento, apresentou um escurecimento generalizado, formação de pontos de pátina com coloração verde e corrosão filiforme caracterizando um padrão de corrosão uniforme típico em superfícies de bronze expostas a ambientes salinos. A distribuição irregular dos produtos de corrosão é indicativa da ausência de qualquer barreira protetora. Na chapa revestida com Verniz 1, a análise visual revelou pontos esbranquiçados e áreas com acúmulo de substâncias, possivelmente associados à formação de óxidos e sais pela corrosão.

A presença de nanopartículas no Verniz 1 ofereceu certa resistência contra a corrosão, mas ainda se observa corrosão alveolar em toda a superfície. O Verniz 2, por sua vez, mostrou escurecimento nas extremidades e pontos esbranquiçados, sugerindo proteção parcial onde o revestimento retardou, mas não bloqueou completamente a corrosão.

O Verniz 3, formulado com resina acrílica modificada, demonstrou melhor integridade superficial ao final do experimento. A camada de revestimento permaneceu coesa, sem sinais de microfissuras ou descamações visíveis, o que contribuiu para a menor variação de massa observada. Esse verniz formou uma barreira contínua, eficaz na prevenção da penetração de soluções salinas e na formação de produtos de corrosão na superfície.

Em contraste, o Verniz 4 apresentou descamação em várias áreas e formação de pátina com coloração verde nos pontos onde o revestimento se desprende. Essas falhas indicam uma menor resistência do filme protetor, permitindo a infiltração de umidade e salinidade, o que acelerou a formação de produtos de corrosão.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo demonstrou a relevância dos revestimentos anticorrosivos na proteção de chapas de bronze expostas a condições simuladas de clima tropical. Os diferentes tipos de verniz testados apresentaram desempenhos variados, evidenciando que a formulação e a aplicação adequadas são fatores determinantes para a eficácia protetiva.

Entre os revestimentos avaliados, aqueles à base de resina acrílica destacaram-se pela capacidade de formar uma barreira protetora coesa, reduzindo significativamente os efeitos da corrosão. Em contraste, revestimentos com maior porosidade ou fragilidade estrutural, como os à base de éteres de celulose, demonstraram desempenho limitado, comprometendo a proteção da superfície metálica.

A análise visual das chapas corroborou os resultados, revelando diferenças significativas na integridade das superfícies após a exposição à névoa salina. Chapas revestidas com formulações mais robustas apresentaram menor degradação, enquanto revestimentos menos eficazes permitiram a formação de produtos de corrosão e falhas no filme protetor.

Apesar de suas contribuições, o estudo apresentou limitações, como o curto período de exposição e a quantidade reduzida de amostras. Estudos futuros poderão expandir esses parâmetros, incluindo condições ambientais mais variadas e formulações alternativas de revestimentos, especialmente aquelas alinhadas às demandas por sustentabilidade, como soluções à base de água ou biodegradáveis.

Conclui-se que o desenvolvimento e a aplicação de revestimentos anticorrosivos de alta eficácia são indispensáveis para proteger o bronze contra os efeitos agressivos da corrosão em condições climáticas tropicais. Essas estratégias são fundamentais para garantir a preservação de patrimônios materiais, especialmente em ambientes de alta umidade e salinidade, contribuindo para sua conservação a longo prazo.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

CALLISTER JR., William D. Ciência e engenharia de materiais: uma introdução. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002.

CLEMENTE, G. A. B. F.; GONÇALVES, G. H.; NASSAR, E. J.; MOLINA, E. F.; ROCHA, L. A. O uso de materiais híbridos ou nanocompósitos como revestimentos anticorrosivos do aço. Química Nova, v. 44, n. 9, p. 1219-1223, 2021.

FONTANA, Mars G. Corrosion engineering. 3. ed. New York: McGraw-Hill, 1986.

GENTIL, Vicente. Corrosão. 6. ed. São Paulo: LTC, 2018.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Clima do Brasil. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/climatologia>. Acesso em: 17 abr. 2026.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL (IPHAN). Apresentação. Disponível em: <https://www.gov.br/iphan/pt-br/acesso-a-informacao/institucional/apresentacao>. Acesso em: 2024.

RAMANATHAN, L. V. Corrosão e seu controle. São Paulo: Hemus, 1997.

RAMANATHAN, L. V. Protective coatings: properties and applications. New York: Springer, 2016.

SAE INTERNATIONAL. SAE J461: Wrought and Cast Copper Alloys. Warrendale, 2018.

SCOTT, David A. Copper and bronze in art: corrosion, colorants, conservation. Los Angeles: Getty Conservation Institute, 2002.

WEIL, D. The effects of air pollution on cultural monuments and buildings. Science of the Total Environment, v. 14, n. 3, p. 227-234, 1980.

Tecnologias assistivas para pessoas com deficiência visual: um estudo exploratório em escolas do interior paulista



Assistive Technologies for persons visually impaired: exploratory study in schools in São Paulo's countryside.

Isabella Alquati Oliveira 

Universidade Estadual Paulista - UNESP
isabellaalquati@hotmail.com

Súsel Fernanda Lopes 

Universidade Estadual Paulista - UNESP
susel.lopes@unesp.br

Vera Lucia Messias Fialho Capellini 

Universidade Estadual Paulista - UNESP
vera.capellini@unesp.br

Revista Processando o Saber

eISSN 2179-5150 · Vol 18, n. 01, 2026
Multidisciplinar · DOI · Revisão por pares

Faculdade de Tecnologia Praia Grande – FATEC

Periodicidade: Anual
revista@fatecpg.edu.br

Recebido: Jan 2026

Aceito: Mar 2026

Publicado: Jun 2026

URL: <https://www.fatecpg.edu.br/revista/index.php/ps/article/view/438>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.20028993>



PALAVRAS-CHAVE: Educação Inclusiva; Recursos Pedagógicos; Educação Física.

ABSTRACT

Assistive Technologies are essential in promoting the autonomy, protagonism, and self-esteem of students with visual impairments, serving as mediators for access to knowledge and active participation in school experiences. Thus, it is necessary to investigate how these resources are integrated into pedagogical practices for students with visual impairment in public schools in São Paulo's countryside, particularly within Physical Education classes. To accomplish this, a descriptive-exploratory study employing a qualitative-quantitative approach was conducted. Sixteen Physical Education teachers from nine different cities in the state's countryside participated in the study. Data were collected through a structured questionnaire that inquired about the availability and use of Assistive Technology resources in the teaching-learning process for students with visual impairment. The study aimed to map both the presence and use of these resources within the regional school context. The results indicate that the inclusion of students with visual impairments in Physical Education classes still faces challenges, characterized by unequal access to Assistive Technologies and structural, training, and attitudinal barriers. There is still a lack of financial and human investment for the effective inclusion of students with visual impairments in public schools in São Paulo's countryside.

KEY-WORDS: Inclusive Education; Educational Resources; Physical Education.

RESUMO

As Tecnologias Assistivas são essenciais na promoção da autonomia, do protagonismo e da autoestima dos estudantes com deficiência visual, funcionando como mediadoras do acesso ao conhecimento e à participação ativa nas experiências escolares. Tornando-se necessário investigar como esses recursos estão presentes nas práticas pedagógicas voltadas aos estudantes com deficiência visual nas escolas públicas do interior paulista, especialmente no âmbito da disciplina Educação Física. Com o objetivo de mapear a presença e a utilização de recursos de Tecnologias Assistivas no contexto escolar regional de professores de Educação Física, realizou-se uma pesquisa descritiva-exploratória, de abordagem quali-quantitativa. Participaram 16 professores de Educação Física de nove cidades do interior paulista, que responderam a um questionário sobre a disponibilidade e uso de recurso das Tecnologias Assistivas do processo de ensino-aprendizagem de estudantes com deficiência visual. Verificou-se que a inclusão de estudantes com deficiência visual nas aulas de Educação Física ainda enfrenta desafios, marcados pela desigualdade no acesso às Tecnologias Assistivas e por barreiras estruturais, formativas e atitudinais. Concluiu-se que ainda faltam investimentos financeiro e humano para a real inclusão de estudantes com deficiência visual nas escolas públicas do interior paulista.

INTRODUÇÃO

A Educação Especial, sob a ótica da Educação Inclusiva, tem ganhado destaque significativo nas discussões acadêmicas, políticas e sociais, principalmente no que se refere à garantia do direito à aprendizagem com equidade e respeito às diferenças. Nesse cenário, observa-se uma crescente valorização do uso de recursos que contribuam de forma efetiva para o processo de ensino e aprendizagem de estudantes com deficiência, sendo os recursos de Tecnologia Assistiva (TA) um dos principais instrumentos de suporte à inclusão educacional (BOZI; ARREVABENI, 2019). Tais tecnologias têm papel central na promoção da autonomia, do protagonismo e da autoestima dos educandos, funcionando como mediadoras do acesso ao conhecimento e à participação ativa nas experiências escolares (BERNARDES, 2010).

De acordo com Sonza *et al.* (2013, p. 8), a Tecnologia Assistiva é definida como “uma área do conhecimento e de pesquisa que tem se destacado pelas possibilidades de propiciar uma maior independência, qualidade de vida e inclusão social das pessoas com deficiência”. Compreende-se que esses recursos englobam um conjunto de produtos, estratégias e serviços que ampliam as capacidades funcionais de Pessoas com Deficiência (SONZA *et al.*, 2013). Proporcionando maior independência nas tarefas cotidianas, na educação, na prática esportiva, entre outras.

No Brasil, o reconhecimento legal da importância dos recursos de TA é garantido pela Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (LBI), também conhecida como Estatuto da Pessoa com Deficiência (BRASIL, 2015). Essa legislação estabelece, entre outros dispositivos, que o acesso à educação deve ocorrer em igualdade de condições, prevendo a oferta de recursos de acessibilidade, dentre eles os recursos de TA, como elemento indispensável para o pleno desenvolvimento dos estudantes com deficiência. Diante disso, torna-se evidente que tais recursos não apenas contribuem com o desempenho escolar, mas configuram-se como um direito legalmente assegurado e, portanto, devem estar disponíveis nas instituições de ensino, inclusive nas atividades extracurriculares e integrativas, como é o caso da Educação Física (EF), foco deste estudo.

O Censo Escolar da Educação Básica (BRASIL, 2024) aponta uma tendência crescente na matrícula de estudantes com deficiência em escolas da rede regular, com destaque para o setor público. No recorte específico das Pessoas com Deficiência Visual (PCDV), o número já se aproxima de 95 mil estudantes matriculados, entre indivíduos com baixa visão e cegueira, conforme dados da Assessoria de Comunicação Social do INEP (2024). Esse crescimento revela a necessidade urgente de políticas públicas efetivas e práticas pedagógicas inclusivas,

capazes de garantir o acesso à aprendizagem de forma qualitativa. Vergara-Nunes (2016, p. 91) reforça essa perspectiva ao afirmar que “[...] a autonomia propiciada pelas TA às pessoas cegas na realização de suas atividades propicia-lhes trabalhar, estudar, ou seja, usufruir de todos os seus direitos como os demais cidadãos”.

Considerando-se a relevância da TA para a inclusão educacional e o crescente número de estudantes com Deficiência Visual (DV), torna-se necessário investigar como esses recursos estão presentes nas práticas pedagógicas, especialmente no âmbito da disciplina Educação Física. Diante dessas reflexões, surgiu a dúvida sobre qual o panorama da disponibilidade de TA voltadas aos estudantes com DV nas escolas públicas do interior paulista. Esta pesquisa teve como objetivo mapear a presença e a utilização de recursos de TA no contexto escolar regional de professores de EF.

1. EMBASAMENTO TEÓRICO

A disciplina de EF, tradicionalmente voltada ao desenvolvimento motor, físico e social, tem sido desafiada a rever suas práticas pedagógicas diante da necessidade de inclusão dos estudantes público-alvo da Educação Especial. Toloi (2015) argumenta que a inserção de TA como estratégia pedagógica na EF pode potencializar o processo de ensino e ampliar as possibilidades de participação dos alunos com DV, respeitando suas especificidades e promovendo seu engajamento nas atividades propostas.

A Educação Física Adaptada, nesse sentido, torna-se uma área essencial para o desenvolvimento integral dos estudantes com deficiência, contemplando não apenas o aspecto motor, mas também o emocional, o social e o cognitivo. A vivência corporal, o brincar e a expressão rítmica ganham novos significados quando adaptados às possibilidades sensoriais de cada estudante. A inclusão de pessoas com DV nas aulas é, além de viável, extremamente enriquecedora, pois oferece oportunidades reais de crescimento, socialização e desenvolvimento da identidade (SOUSA, 2014).

Para estudantes com DV, os recursos de TA assumem a função de ponte entre o sujeito e o mundo, tornando acessível o que sua condição física limita. Recursos como lupas eletrônicas, leitores de tela, ampliadores de contraste, piso tátil, audiodescrição e objetos com textura diferenciada são exemplos de estratégias que favorecem a percepção e a compreensão do espaço e das atividades propostas. Pessoas com baixa visão, por exemplo, beneficiam-se de elementos que maximizam o resíduo visual disponível, enquanto pessoas cegas necessitam de

recursos sonoros e táteis para orientação, mobilidade e interação (SOUSA, 2014). A seguir, lista-se algumas possibilidades de recursos de TA (Quadro 1) utilizados no processo de ensino e aprendizagem de estudantes com DV.

Quadro 1 - Lista de recursos de Tecnologia Assistiva para estudantes com deficiência visual.

TECNOLOGIA ASSISTIVA	FUNÇÃO
Audiodescrição	Orientação verbal sobre o ambiente, atividades e demais elementos.
Bengala	Utilizada como uma extensão do corpo da PCDV, antecipando obstáculos em seus trajetos e deslocamentos.
Bola sonora	Esportes que utilizam bolas (Goalball, futebol, basquete, vôlei...)
Elementos táteis/Textura	Adaptação de implementos e ambientes para melhor locomoção ou percepção.
Impressora 3D	Impressão de maquete e modelos táteis.
<i>Ipads, tablets e smartphones</i>	Recursos eletrônicos aplicados para melhoria da acessibilidade, comunicação etc. associados a programas e aplicativos.
Máquina Braille	Máquina para escrita em Braille.
Piso tátil	Delimitação de espaços e orientação espacial.
Programas/Aplicativos	TA virtuais para melhoria da acessibilidade, comunicação etc.
Reglete	Prancha de punção para escrita em Braille.
Soroban/Ábaco	Instrumento para cálculo.

Fonte: Elaborado pela autora baseada em Bernardes (2010), Pereira, Braz e Gonçalves (2024) e Lopes (2017).

A existência de recursos de TA para compra é ampla, mas a aquisição desses recursos esbarra sempre na barreira dos valores. Por um lado, existem recursos tecnicamente baratos, como a reglete e o punção, com valores entre R\$ 15,00 e R\$ 30,00 reais, muito utilizados no aprendizado da escrita Braille. Ou o soroban, também chamado de ábaco, voltado para o ensino de Matemática, custando de R\$ 70,00 a R\$ 150,00 reais. Por outro lado, o investimento em melhores tecnologias pode ser significativamente maior. Uma bola de *Goalball* das mais simples custa R\$ 250,00. Uma máquina de escrever Braille custa quase R\$ 10.000,00 das mais baratas. Isso gera barreiras financeiras para o acesso e aquisição de equipamentos mais complexos, impactando a equiparação de oportunidades, o que leva a confecção e adaptação de recursos (BOZI; ARREVABENI, 2019).

Estratégias como o uso de pisos táteis e recursos sonoros confeccionados demonstram que adaptações pedagógicas favorecem a participação de estudantes com DV (LOPES, 2017;

PEREIRA; BRAZ; GONÇALVES, 2024). No entanto, a ausência de recursos adequados, aliada à insuficiência de formação específica, ainda constitui uma barreira significativa, podendo comprometer o desenvolvimento motor e a vivência corporal desses estudantes (PEREIRA; BRAZ; GONÇALVES, 2024). O que reforça a necessidade de pesquisar a disponibilidade desses recursos no contexto escolar.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Adotou-se uma pesquisa descritiva-exploratória, de abordagem quali-quantitativa, que propôs descrever as condições de disponibilidade e uso de recursos de TA. A análise partiu da exploração do relato direto dos professores (BARDIN, 2018), preenchendo uma lacuna de conhecimento sobre o uso e a escassez desses recursos nas aulas de EF (COZBY, 2003; PEREIRA; BRAZ; GONÇALVES, 2024). A pesquisa e o instrumento foram aprovados por Comitê de Ética da Faculdade de Ciências, o que deu sequência a coleta de dados.

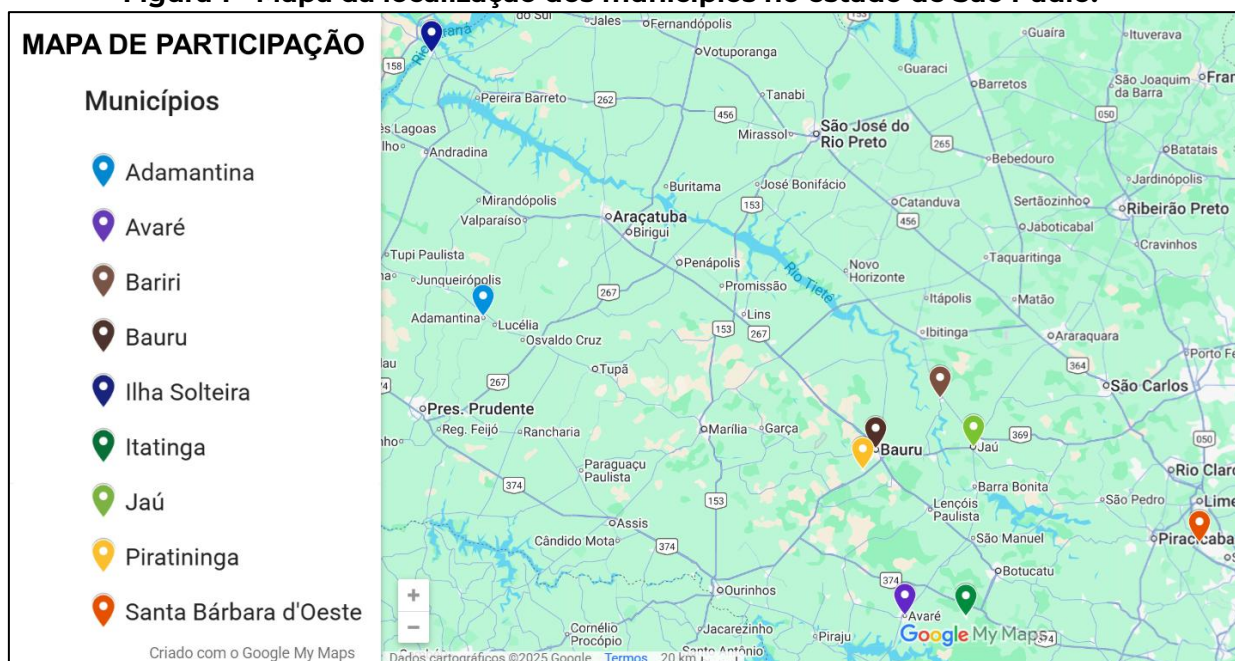
O instrumento da pesquisa foi um questionário, elaborado em formulário do *Google*, para identificar a disponibilidade, condições e uso de TA para PCDV nas escolas públicas, principalmente no que se diz respeito às aulas de EF. Composto do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, seguido de questões sobre a caracterização da unidade escolar, e questionário sobre a disponibilidade e uso de recursos de TA (adquiridos ou confeccionados), sobre participação dos estudantes e relatos de vivências desses professores. O link de acesso foi encaminhado com mensagem de orientação sobre a pesquisa, em grupos de *WhatsApp* de professores e pesquisadores de Educação Especial do interior paulista. Foram incluídas na pesquisa as respostas de 16 professores de EF, representantes de escolas públicas. E foram excluídas as respostas de professores de outras disciplinas e escolas particulares.

Os dados foram exportados para um arquivo *Excel*, onde questões fechadas, foram quantificadas em proporções numéricas, permitindo um tratamento estatístico descritivo e sua análise direta. Já as questões abertas passaram por análise de conteúdo, sendo inicialmente tratadas para identificar respostas recorrentes, que foram então agrupadas em categorias ou grupos (BARDIN, 2018). As proporções numéricas dessas categorias foram então calculadas e discutidas à luz de interpretações qualitativas (COZBY, 2003). Para organizar os dados e proteger a identidade das escolas participantes, cada unidade escolar recebeu um código numérico, identificado como Unidade Escolar (UE) de UE1 a UE16.

3. RESULTADOS

Inicia-se a partir das questões de caracterização das EU. Participaram da pesquisa representantes de 16 escolas públicas de 9 cidades do interior paulista: Adamantina, Avaré, Bariri, Bauru, Ilha Solteira, Itatinga, Jaú, Piratininga e Santa Bárbara d'Oeste (Figura 1). Das 16 escolas participantes do estudo, Bauru apresentou o maior número de UE (31,25%), totalizando 5 escolas. Em seguida, Bariri, Jaú e Santa Bárbara d'Oeste registraram 2 UE cada (12,50% cada), enquanto os demais municípios (Adamantina, Avaré, Ilha Solteira, Itatinga e Piratininga) participaram com 1 UE (6,25% cada).

Figura 1 - Mapa da localização dos municípios no estado de São Paulo.



Fonte: Elaborado pela autora com auxílio do Google My Maps (2025).

Além da relação de proximidade com as pesquisadoras, essa concentração de UE em Bauru pode ser explicada por fatores estruturais, demográficos e institucionais. Por ser um município polo regional, com maior densidade populacional e rede de ensino mais ampla, Bauru apresenta maior probabilidade de atendimento a estudantes com DV, bem como melhor infraestrutura física e tecnológica para a oferta de práticas inclusivas. Além disso, a cidade possui universidades públicas e centros de formação docente que desenvolvem projetos voltados à acessibilidade e às TA, o que potencializa o envolvimento das UE em pesquisas e ações de inclusão (BOZI; ARREVABENI, 2019).

Os dados quantitativos sobre a presença de estudantes com deficiência nas escolas respondentes transcendem a mera estatística e se constituem como um indicador contextual

fundamental para a interpretação de toda a pesquisa. O fato de 87,50% das escolas (14 UE) identificarem a presença de estudantes com deficiência em seu corpo discente demonstra que a inclusão escolar já é uma realidade concreta para a maioria dos participantes. No entanto, este dado revela sua complexidade quando desagregado. A informação de que 56,25% das escolas (9 UE) possuem estudantes com DV matriculados, enquanto 43,75% (7 UE) declararam não os ter, estabelece uma divisão significativa na amostra. Esta divisão cria dois grupos de análise distintos: um que relata experiências práticas e vivências diretas com a DV, e outro que se posiciona a partir de uma perspectiva de preparação hipotética ou de ausência deste público específico.

As percepções sobre a "Falta de TA" ou a "Falta de formação dos professores", por exemplo, ganham contornos e urgências diferentes quando emitidas por uma escola que efetivamente atende um aluno com DV, em comparação com aquela que apenas projeta suas necessidades para um futuro incerto. O dado, portanto, não é neutro; ele qualifica a origem e a natureza das falas que compõem o corpus da pesquisa, sendo essencial para compreender as nuances entre a inclusão real e a inclusão potencial no cenário investigado.

3.1 ANÁLISE DO CORPUS

Após a caracterização das UE, os subtítulos a seguir apresentam os resultados obtidos, analisando questão a questão. Para o item de variedade de recursos (3.1.1), definiu-se uma seleção dos resultados por UE com estudantes PCDV (UEC) e UE sem estudantes PCDV (UES), para uma análise comparativa dos resultados do questionário. Já as demais questões foram tratadas por grupos de respostas para elaboração de um mapeamento geral.

3.1.1 Variedade de recursos

Seguiu-se com as respostas do questionário que, na questão 1, sobre quais eram as TA disponíveis. A seguir apresenta-se o quadro de respostas da questão 1 ("Com relação aos recursos de tecnologias assistivas para o desenvolvimento de estudantes com Deficiência Visual, informe se a sua escola possui"), uma questão fechada sobre a disponibilidade de recursos de TA nas escolas participantes (Quadro 2).

Quadro 2 – Respostas por grupos da questão 1 com lista de recursos de TA disponíveis.

EU	Rec. 1	Rec. 2	Rec. 3	Rec. 4	Rec. 5	Rec. 6	Rec. 7	Rec. 8	Rec. 9
UEC									
EU1	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
EU4	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim
EU5	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim
EU6	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
EU9	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim
EU11	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
EU13	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim
EU14	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim
EU16	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim
UES									
EU2	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
EU3	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Sim
EU7	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
EU8	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
EU10	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
EU12	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
EU15	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Sim
Legenda:	Rec. 1 – Bolas com guizo/Bola sonora; Rec. 2 – Piso tátil/Piso guia; Rec. 3 – Livros ou materiais em Braille; Rec. 4 – Máquina Braille; Rec. 5 – Impressora Braille; Rec. 6 – Recursos sonoros; Rec. 7 – Softwares; Rec. 8 – Materiais adaptados comprados; Rec. 9 – Materiais adaptados confeccionados.								

Fonte: Elaborado pela autora (2026).

No grupo UEC quatro apresentaram boa variedade de recursos, mas apenas três possuem bola com guizo. E, no grupo UES uma EU se destaca estando preparada para atender estudantes com DV e apresentando os recursos para seus demais estudantes. Mas, ao mesmo tempo quatro EU descumprem a Lei (BRASIL, 2015), não possuindo recursos mínimos para acolhimento de PCDV. Essas respostas transcendem a simples quantificação e se constituem como um indicador crítico da materialidade da inclusão nas escolas analisadas.

3.1.2 Quantidade e uso de recursos

O questionário segue, solicitando a indicação da quantidade desses recursos, sendo identificados 4 grupos de respostas. O 1º grupo, composto por 7 UE (43,75%), respondeu de forma negativa, utilizando termos como "Não" ou "0". Estas UE, que representam quase metade da amostra, demonstram uma carência absoluta, indicando que a posse de TA é, na prática, inexistente. O 2º grupo, formado por 5 UE (31,25%), respondeu com quantidades unitárias, como "1" ou "1 bola". Este padrão de resposta sugere uma disponibilidade meramente simbólica

ou insuficiente, onde a posse de um único exemplar de cada material não atende à demanda potencial e opera como um gesto de inclusão frágil e limitada. O 3º e menor grupo, com 3 UE (18,75%), reportou possuir quantidades adequadas, usando termos como "10" ou "Suficiente para atender a demanda". Estes relatos, no entanto, são a exceção que confirma a regra da escassez. Uma UE (6,25%) respondeu "Não tenho conhecimento", uma resposta por si só significativa, que aponta para um grave problema de gestão ou comunicação interna, onde os próprios respondentes desconhecem os recursos existentes na unidade. Portanto, a análise evidencia que para a grande maioria das UE (75,00%) somando os dois primeiros grupos), a inclusão do estudante com DV esbarra na precariedade material mais básica. A falta de recursos não é apenas um detalhe, mas o elemento central de estrutura que limita toda a possibilidade de uma prática educacional verdadeiramente acessível.

Os dados sobre TA nas 16 UE revelam uma profunda disparidade que pode ser categorizada em três estratos. Apenas 18,75% das escolas (3 UE) constituem um grupo de excelência, relatando posse de uma gama diversificada de recursos. Este pequeno contingente demonstra a materialização do previsto na LBI, onde os recursos de TA efetivamente funcionam como ferramentas de autonomia e protagonismo estudantil (BRASIL, 2015). Em oposição, a grande maioria das unidades, 62,50% das escolas (10 UE), enquadra-se em posse insuficiente, limitando-se a um ou dois recursos, frequentemente de confecção própria, sem acesso a equipamentos especializados. Um 3º grupo, representando 18,75% das instituições (3 UE), pode ser categorizado como de carência absoluta, não reportando a disponibilidade de qualquer TA, o que inviabiliza qualquer atividade pedagógica acessível.

Esta distribuição evidencia que para 81% das escolas pesquisadas (somando 13 UE) a participação plena dos estudantes com DV nas aulas de EF e em outras atividades é diretamente comprometida pela escassez ou completa inexistência de recursos adaptados, configurando um cenário de inclusão precária. A maioria das UE (81,25%) está em situação de posse insuficiente ou carência absoluta, limitando-se a um ou dois recursos, muitas vezes de confecção própria, sem acesso a equipamentos especializados ou digitais. A carência identificada é crítica porque os recursos de TA funcionam como instrumentos de suporte indispensáveis à inclusão educacional.

Legalmente, a LBI estabelece que a oferta de recursos de acessibilidade é um elemento obrigatório para o pleno desenvolvimento dos estudantes com deficiência (BRASIL, 2015). A ausência desses recursos especializados, como bolas com guizo, softwares leitores de tela e piso tátil, compromete diretamente a participação plena dos estudantes com DV nas aulas de EF e outras atividades OPITZ *et al.*, 2020. Para os estudantes com DV, os recursos táteis e sonoros

são essenciais para a orientação, mobilidade e interação. Roma (2018) reforça que a falta de material adaptado é uma dificuldade histórica, especialmente em atividades de grupo, prejudicando a atividade conjunta de crianças com e sem DV. Além disso, a ausência de recursos e adaptações adequadas pode limitar a participação e comprometer o desenvolvimento global do estudante. Portanto, o cenário de inclusão precária e desigual revelado pela insuficiência de TA demonstra que a plena participação dos estudantes depende não apenas da boa vontade e do esforço pedagógico, mas dá sustentação material e técnica que a escola não está fornecendo consistentemente na maior parte das UE.

3.1.3 Infraestrutura e acessibilidade dos espaços

O item “acessibilidade física” emergiu como um dos principais desafios relatados pelas 16 UE. Com 62,50% (10 UE) apontando explicitamente a infraestrutura inadequada como barreira crítica. Os relatos concentram-se especificamente na ausência de sinalização tátil para 7 UE (43,75%), na inexistência de adaptações arquitetônicas (43,75%) e na inadequação geral dos espaços de EF para o deslocamento seguro para metade das UE (50,00%). Estes relatos precariedade da infraestrutura corroboram com o estudo de Falkenbach e Lopes (2010), que fala sobre instituições com propostas inclusivas onde a falta de estrutura física permanece como um entrave significativo para a prática pedagógica efetiva.

A análise evidencia que a barreira física não é um problema isolado, mas sim uma ausência programada que impacta diretamente outras dimensões da inclusão, pois muitas escolas se recusam a acolher estudantes com deficiência exatamente por relatarem não ter preparação estrutural e assistiva. Lá se vão 10 anos da LBI, houve tempo suficiente para a preparação. Para que tanto a escola quanto a sociedade sejam consideradas inclusivas, é fundamental que atendam às dimensões de acessibilidade, incluindo a arquitetônica, algo todos da equipe escolar demonstram ter ciência (FERREIRA NETO, 2020).

3.1.3 Estratégias de adaptação nas aulas de Educação Física

No item "estratégias pedagógicas inclusivas" revela-se que, apesar das limitações estruturais, 68,75% das escolas (11 UE) implementaram adaptações metodológicas nas aulas de EF, priorizando a modificação da dinâmica pedagógica. O repertório de práticas inclui atividades guiadas com apoio de colegas ou professores em 11 UE (68,75%), alteração de regras

dos jogos relatado por metade (50,00%) e uso de materiais adaptados por 7 UE (43,65%), demonstrando a busca docente por alternativas práticas para a participação ativa.

Nesse contexto, a mobilização dessas estratégias converge com estudos que defendem as TA e as adaptações metodológicas como pilares da inclusão escolar (PEREIRA; BRAZ; GONÇALVES, 2024), especialmente com o uso da interação entre pares em 56,25% dos casos. Isso evidencia que, mesmo frente às adversidades materiais, as escolas estão desenvolvendo práticas que valorizam a dimensão social da aprendizagem, criando condições para que estudantes com DV possam efetivamente participar das atividades coletivas e desenvolver suas potencialidades por meio da interação e da mediação adequada.

3.1.4 Formação docente e apoio profissional

A questão sobre "formação docente e suporte especializado" emergiu como uma das mais críticas no conjunto das 16 UE pesquisadas. Os dados revelam que 75,00% dos profissionais (12 UE) relataram explicitamente a ausência de formação continuada específica para o trabalho com alunos com DV, sendo que na área de EF este percentual atingiu 81,25% (13 UE). Esta carreira formativa obriga 68,75% (11 UE) a recorrerem à improvisação e à iniciativa pessoal para adaptar suas aulas, configurando uma prática pedagógica baseada na tentativa e erro. A análise ainda permitiu categorizar que 62,50% das escolas (10 UE) não dispõem de qualquer tipo de suporte especializado para os professores de EF, sobrecarregando ainda mais os professores e fragilizando todo o processo de inclusão. Como consequência direta, 68,75% (11 UE) manifestaram sentimento de insegurança e impotência diante das demandas da inclusão, evidenciando que a falta de preparo específico e o isolamento profissional constituem barreiras tão significativas quanto às próprias limitações físicas e materiais das escolas.

A intersecção entre estas subcategorias, como a falta de formação, improvisação e ausência de suporte, configura um cenário onde o processo de inclusão depende excessivamente da capacidade individual de resolução de problemas por parte do docente, em claro descompasso com o preconizado pelas políticas públicas de educação inclusiva que defendem a atuação de uma equipe multidisciplinar como condição fundamental para o sucesso educacional. Aponta-se que 75,00% dos profissionais (12 UE) relataram a ausência explícita de formação continuada específica para lidar com alunos com DV. Essa carência formativa é ainda mais acentuada na área de EF, onde o percentual de professores sem formação específica atingiu 81,25% (13 UE). Essa insuficiência na formação está em consonância com o que a literatura

sobre inclusão preconiza, indicando que a formação dos professores é insuficiente para lidar com o tema (COSTA, 2023). Sem o conhecimento prévio ou o envolvimento de toda a comunidade escolar, os obstáculos se tornam ainda mais numerosos.

Como consequência direta desse despreparo, 68,75% dos professores (11 UE) são forçados a recorrer à improvisação e à iniciativa pessoal para adaptar suas aulas. Braz (2023) também destacam que a criatividade e a improvisação são experiências realizadas na prática docente em decorrência da escassez de recursos e conhecimento, sendo esse o modo pelo qual os professores se sentem mais ou menos aptos ao trabalho com a inclusão. O problema é agravado pela falta de suporte, 62,50% (10 UE) não dispõem de qualquer tipo de suporte especializado para os professores de EF. Essa ausência de apoio sobrecarrega os professores e fragiliza todo o processo de inclusão. O isolamento e a falta de orientação e apoio fazem com que 68,75% dos professores (11 UE) manifestem sentimento de insegurança e impotência diante das demandas de inclusão. Esse cenário crítico leva à conclusão de que a falta de preparo específico e o isolamento profissional constituem barreiras tão significativas quanto às limitações físicas e materiais das escolas.

Essa intersecção de fatores (falta de formação, improvisação e ausência de suporte) evidencia um cenário em que o processo de inclusão depende excessivamente da capacidade individual de resolução de problemas por parte do docente, o que está em claro descompasso com as políticas de educação inclusiva, que defendem a atuação de uma equipe multidisciplinar como condição fundamental para o sucesso educacional. A formação continuada em TA é inclusive apontada como uma via alternativa para fortalecer a prática do professor e contribuir para o processo de inclusão escolar. Em última análise, a inclusão real requisita a responsabilidade coletiva da escola, com apoio mútuo em trocas de experiência e recursos para essa finalidade.

3.1.5 Participação dos estudantes nas aulas

O item "participação nas aulas de Educação Física" revela uma clara dicotomia entre as escolas que possuem estudantes com DV matriculados. Entre as 9 unidades com alunos com DV, observa-se que 55,59% (5 UE) alcançaram uma participação regular e ativa, condição diretamente associada à presença de apoio especializado e disponibilidade de materiais adaptados. Neste contexto, os relatos indicam que "eles participam de todas as aulas", evidenciando a superação de barreiras através de mediação qualificada. Em contrapartida, os restantes 44,44% (4 UE) do mesmo grupo enfrentam sérias limitações, onde a carência de

estrutura e formação resultou na marginalização ou exclusão dos estudantes, com relatos como "eles geralmente ficam excluídos" ou "às vezes, dependendo da atividade".

A análise confirma que a frequência e participação dos estudantes com DV variam conforme a conjugação de fatores estruturais e formativos, sendo a presença de apoio especializado e recursos adaptados o elemento determinante para transformar a inclusão formal em participação efetiva. Os resultados demonstraram que 75,00% dos profissionais (12 UE) relataram explicitamente a ausência de formação continuada específica para o trabalho com alunos com DV, sendo que este índice alcançou 81,25% entre os professores de EF. Essa carência formativa está em consonância com a literatura que aponta para a insuficiência na formação dos professores voltada ao tema da inclusão. Como consequência direta do despreparo, 68,75% dos professores (11 UE) são forçados a recorrer à improvisação e à iniciativa pessoal para adaptar suas aulas, configurando uma prática pedagógica baseada na tentativa e erro. A improvisação e a criatividade são, muitas vezes, experiências realizadas na prática docente em decorrência da escassez de recursos e conhecimento.

4. CONCLUSÃO

A amostra analisada é tecnicamente pequena perante as milhares de escolas públicas do estado de São Paulo, mas apresentou um panorama de diferentes escolas do interior paulista. Assim, os resultados obtidos permitiram o cumprimento do objetivo proposto, ao mapear a presença e a utilização de recursos de TA sob a ótica dos professores de EF da região. Sendo possível traçar um panorama dos investimentos nesses recursos, diferenciando-se entre o investimento financeiro (recursos adquiridos e infraestrutura) e o investimento humano (recursos confeccionados e formação docente), e o resultado na participação dos alunos.

Verificou-se que o acesso a recursos de TA é desigual entre as escolas analisadas, sendo mais presente em unidades que contam com maior apoio institucional ou com professores proativos na busca por soluções inclusivas. Em contrapartida, a escassez de infraestrutura acessível e de formação continuada voltada à educação inclusiva limita a efetividade das práticas pedagógicas e compromete a participação plena de estudantes com DV nas atividades corporais propostas. A análise também revelou que a presença de estudantes com DV não garante, por si só, a implementação de práticas inclusivas, sendo necessário o engajamento de toda a comunidade escolar e o suporte contínuo por parte das redes de ensino. E ainda que, a existência de escolas sem a mínima preparação é inadmissível após 10 anos de LBI.

A ausência de formação específica dos professores de EF e a insuficiência de apoio especializado são fatores que agravam essa realidade, gerando insegurança e improviso no cotidiano escolar. Neste sentido, a pesquisa reafirma a importância de políticas públicas que assegurem não apenas a disponibilização de recursos assistivos, mas também a formação inicial e continuada dos profissionais da educação, com foco na construção de ambientes verdadeiramente inclusivos. Para que a EF cumpra seu papel no desenvolvimento integral dos estudantes com DV, é imprescindível que as práticas pedagógicas estejam ancoradas nos princípios da equidade, da acessibilidade e do respeito às singularidades dos sujeitos.

Conclui-se que, apesar dos reconhecidos esforços de algumas escolas e professores, ainda faltam investimentos financeiro e humano para a real inclusão de estudantes com DV nas aulas de EF de escolas públicas do interior paulista. Para incluir necessita-se de recursos e estrutura viável para todos, o que se comprovou não ser o panorama encontrado.

As pesquisadoras recomendam pesquisas mais aprofundadas nesse escopo, sugerindo-se amostras mais robustas e estudos comparativos, considerando escolas particulares e escolas na capital paulista.

REFERÊNCIAS

ASSESSORIA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL DO INEP (Brasil). **Matrículas na educação especial chegam a mais de 1,7 milhão. 2024.** Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/centrais-de-conteudo/noticias/censo-escolar/matrículas-na-educacao-especial-chegam-a-mais-de-1-7-milhao>. Acesso em: 15 maio 2024.

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 2018.

BERNARDES, A. O. Tecnologias para o ensino de deficientes visuais. **Revista Educação Pública**, v. 10, n. 31, 17 ago. 2010. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/10/31/tecnologias-para-o-ensino-de-deficientes-visuais>. Acesso em: 20 maio 2024.

BOZI, F.; ARREVABENI, M. C. O uso de tecnologias assistivas no processo de ensino-aprendizagem de alunos com deficiência visual. **Revista Ifes Ciência**, v. 5, n. 1, p. 71-86, 15 jun. 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.36524/ric.v5i1.269>. Acesso em: 28 out. 2025.

BRASIL. **Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência)**. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm. Acesso em: 8 de dezembro de 2025.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. República Federativa do Brasil. **Censo Escolar da Educação Básica 2023: Resumo Técnico**. Brasília,

2024. Disponível em: https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/estatisticas_e_indicadores/resumo_tecnico_censo_escolar_2023.pdf. Acesso em: 10 maio 2024.

BRAZ, Aissa Thamy Alencar Mendes. **Um olhar das políticas públicas para a inclusão escolar da pessoa com deficiência visual**. 2023. 122 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Educação, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2023. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/9941>. Acesso em: 28 de outubro de 2025.

COSTA, V. A. Educação inclusiva, direitos humanos, formação docente e democratização da escola. **Revista Diálogos e Perspectivas em Educação Especial**, v. 10, n. 2, p. 159-172, 24 nov. 2023. Faculdade de Filosofia e Ciências. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.36311/2358-8845.2023.v10n2.p159-172>. Acesso em: 10 de dezembro de 2025.

COZBY, P. **Métodos de pesquisa em ciências do comportamento**. São Paulo: Atlas, 2003.

FALKENBACH, Atos Prinz; LOPES, Elaine Regina. Professores de educação física diante da inclusão de alunos com deficiência visual. **Pensar A Prática**, v. 13, n. 3, p. 1-18, 31 dez. 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5216/rpp.v13i3.9469>. Acesso em: 14 jul. 2025.

FERREIRA NETO, Rubem Barboza. Infraestrutura escolar e Educação Física: tensões e conflitos. **Estudos em Avaliação Educacional**, v. 31, n. 76, p. 231-256, 21 maio de 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18222/eae.v0ix.6547>. Acesso em: 8 dez. 2025.

LOPES, Súsel Fernanda. **“Dançando no Escuro”: um método de ensino das atividades rítmicas e expressivas para pessoas com deficiência visual**. 2017. 56 f. TCC (Graduação) - Curso de Educação Física, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2017. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/156752>. Acesso em: 20 maio 2024.

OPITZ, E. M. *et al.* The impact of special education resources and the general and the special education teacher's competence on pupil mathematical achievement gain in inclusive classrooms. **International Journal of Inclusive Education**, p. 1-17, 24 set. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/13603116.2020.1821451>. Acesso em: 1 dez. 2025.

PEREIRA, T. B. L.; BRAZ, A. B.; GONÇALVES, A. G. Educação física e tecnologia assistiva para inclusão escolar de estudantes da educação especial. **Movimento**, v. 1, n. 4, p. 1-15, 27 abr. 2024. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.22456/1982-8918.129132>. Acesso em: 21 maio. 2024.

ROMA, Adriana de Castro. Breve histórico do processo cultural e educativo dos deficientes visuais no Brasil. **Revista Ciência Contemporânea**, v. 4, n. 1, p. 1-15, dez. 2018.

SONZA, A. P. *et al.* (org.). **Acessibilidade e tecnologia assistiva: pensando a inclusão sociodigital de pessoas com necessidades especiais**. Bento Gonçalves: IFRS, 2013.

SOUSA, Teana Fátima Brandão de. **Políticas públicas para a pessoa com deficiência na UFC: a percepção dos alunos com deficiência visual**. 2014. 93f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Políticas Públicas e Gestão da Educação Superior, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/8997>. Acesso em 28 de outubro de 2025.

TOLOI, Gabriela Gallucci. **Formação de professores de educação física para inclusão educacional usando tecnologia assistiva**. 2015. 212 f. Tese (Doutorado) - Curso de Educação, Universidade Estadual Paulista, 2015. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/123890>. Acesso em: 28 de outubro de 2025.

VERGARA-NUNES, Elton. **Audiodescrição Didática**. 2016. 412 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/167796>. Acesso em: 14 maio 2024.

Proposta de dashboard para equipes de produção



Proposed dashboard for production teams

Renato Sepulveda Barino 

Universidade de São Paulo - USP
rsbarino25@gmail.com

Claudia Brito Cunha 

Universidade Estadual Paulista - UNESP
claudiabritodacunha@gmail.com

Raphael Sepulveda Barino 

Serviço Nac. de Aprendizado Com. - SENAC-RJ
raphaelbarino@hotmail.com

Revista Processando o Saber

eISSN 2179-5150 · Vol 18, n. 01, 2026
Multidisciplinar · DOI · Revisão por pares

Faculdade de Tecnologia Praia Grande – FATEC

Períodicidade: Anual
revista@fatecpg.edu.br

Recebido: Jan 2026

Aceito: Mar 2026

Publicado: Jun 2026

URL: <https://www.fatecpg.edu.br/revista/index.php/ps/article/view/439>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.20029167>



RESUMO

Os processos produtivos têm passado por transformações, impulsionadas pela integração da Tecnologia da Informação à gestão operacional. Essa evolução favorece melhorias na qualidade de produtos e serviços, redução de custos e fortalecimento da competitividade e sustentabilidade do sistema produtivo. Frente às exigências mercadológicas, as organizações precisam integrar sistemas que centralizem informações fabris, do mesmo modo que revise os métodos de gestão para manter agilidade, adaptabilidade e segurança. Nesse cenário, o Business Intelligence surge como recurso estratégico, permitindo coletar, organizar e analisar grandes volumes de dados, apoiando decisões alinhadas às demandas do mercado. Em vista à crescente digitalização dos processos de produção torna necessária a utilização de ferramentas que atualizem dados e indicadores em tempo real. O objetivo deste estudo é apresentar uma proposta de dashboard para acompanhamento de equipes operacionais de produção, utilizando o software Power BI. A relevância da pesquisa está na capacidade de superar limitações associadas à condução de processos sem visibilidade operacional, oferecendo, por meio dos dashboards, maior consciência situacional, suporte à tomada de decisão e potencialização do desempenho do sistema produtivo.

PALAVRAS-CHAVE: Planejamento e Controle da Produção, Administração da Produção e Operações, Digitalização de Processos Produtivos, Business Intelligence.

ABSTRACT

Production processes have undergone transformations driven by the integration of Information Technology into operational management. This evolution promotes improvements in product and service quality, cost reduction, and the strengthening of competitiveness and sustainability within productive systems. In response to market demands, organizations must integrate systems that centralize manufacturing information while revising management methods to maintain agility, adaptability, and security. In this context, Business Intelligence emerges as a strategic resource, enabling the collection, organization, and analysis of large volumes of data to support decisions aligned with market requirements. Given the increasing digitalization of production processes, the use of tools capable of updating data and indicators in real time becomes necessary. This study aims to present a dashboard proposal for monitoring operational production teams using Power BI software. The relevance of this research lies in its potential to overcome limitations associated with processes conducted without operational visibility, providing, through dashboards, enhanced situational awareness, decision-making support, and improved performance of the productive system.

KEY-WORDS: Production Planning and Control, Production and Operations Management, Digitalization of Production Processes, Business Intelligence.

INTRODUÇÃO

O processo de produção, suprimentos e logística passa por transformações constantes, intensificadas pela incorporação da Tecnologia da Informação à gestão da produção e operações. Esse movimento favorece avanços na qualidade de produtos, serviços e dados, além da redução de custos, o que fortalece a competitividade e a sustentabilidade do sistema produtivo. Nesse cenário, o Planejamento e Controle da Produção (PCP), aliado a elevados níveis de digitalização, assume papel estratégico para assegurar melhorias contínuas e a adaptação às exigências do mercado (Wolniak, 2021; Cañas *et al.*, 2022).

O PCP evoluiu da manufatura artesanal na Revolução Industrial para sistemas integrados de tecnologia e gestão, impulsionado inicialmente pela produção em massa, com o modelo de Henry Ford, e posteriormente pelo desenvolvimento de técnicas durante a Segunda Guerra Mundial e a Guerra Fria para lidar com projetos complexos. A partir da década de 1960, a computação viabilizou sistemas informatizados de gestão de recursos, prazos e qualidade, processo que segue em expansão com os avanços tecnológicos e analíticos aplicados aos diferentes setores produtivos (Piedade, 2025).

Segundo Souza *et al.* (2017), a principal preocupação das empresas é integrar novos sistemas que concentrem todas as informações fabris em uma única plataforma, uma vez que o avanço tecnológico e as constantes mudanças do mercado impõem novas exigências. Essa dinâmica demanda que o PCP amplie suas atividades, garantindo que os processos produtivos se mantenham ágeis e capazes de atender às expectativas por produtos e serviços mais eficientes, conferindo vantagem competitiva à organização.

A incorporação de tecnologias emergentes ao PCP amplia a capacidade organizacional de planejar, monitorar e aprimorar processos, fortalecendo o desempenho e a competitividade em contextos globalizados, ao mesmo tempo em que impulsiona práticas mais adaptáveis frente às exigências do mercado. Assim, as transformações associadas à Quarta Revolução Industrial demandam a revisão dos métodos de gestão e integração de processos, tornando o *Business Intelligence* um recurso estratégico para coletar, organizar e analisar grandes volumes de dados, apoiando decisões alinhadas às dinâmicas contemporâneas. Entre as soluções disponíveis, destaca-se o *Microsoft Power BI* pela usabilidade e potencial de visualização, ao viabilizar a conversão de dados em informações aplicáveis à formulação de estratégias e ao fortalecimento da capacidade de resposta organizacional (Chiavenato, 2022).

Considerando a tendência crescente de digitalização dos meios de produção, torna-se necessário a implantação de ferramentas para atualização em tempo real de dados e indicadores

de produção. O objetivo deste estudo é apresentar uma proposta de *dashboard* voltada às equipes de produção de uma planta industrial de fabricação de pneumáticos. A justificativa do estudo fundamenta-se no avanço das tecnologias da informação e na ampliação da capacidade de processamento de dados em tempo real, que consolidaram os *dashboards* como instrumentos para visualização dinâmica, monitoramento de indicadores e apoio à tomada de decisão na gestão da produção. A relevância decorre do impacto desses recursos na identificação de gargalos, na redução do tempo analítico, no fortalecimento da consciência situacional e no alinhamento entre operações e objetivos estratégicos, ampliando a capacidade de resposta organizacional em ambientes competitivos e dinâmicos.

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os Sistemas de Produção, entendidos como estruturas baseadas em regras que associam condições a ações, vêm assumindo papel relevante nas organizações devido ao cenário de crescente competitividade entre empresas. Tais sistemas permitem definir níveis de produção em períodos específicos, com o propósito de maximizar resultados financeiros e reduzir custos operacionais (Cavalheiro, 2005). As empresas enfrentam mudanças contínuas impulsionadas pelos avanços tecnológicos, globalização, transformações sociais, e volatilidade do mercado, resultante de flutuações econômicas e novos modelos de negócio. Esse cenário exige a adoção de estratégias e metodologias inovadoras que mantenham as organizações ágeis e competitivas, reduzam custos operacionais e assegurem a qualidade dos serviços prestados (Vial, 2019).

A digitalização dos sistemas produtivos impulsiona a transformação organizacional ao aprimorar o desempenho das empresas (Bekkhus, 2016) e ampliar a geração de valor aos clientes (Chawla; Goyal, 2021), exigindo, contudo, reestruturações internas que superam a mera adoção tecnológica (Sharif *et al.*, 2024). O PCP 4.0 consolida-se assim pela integração de *Internet das Coisas*, *Big Data*, Inteligência Artificial, computação em nuvem e automação, viabilizando coleta e análise de dados em tempo real, ajustes imediatos na programação produtiva e descentralização decisória em ambientes de produção sob demanda. A computação em nuvem assegura escalabilidade e colaboração distribuída, enquanto contratos inteligentes automatizam o cumprimento de requisitos operacionais, fortalecendo a adaptabilidade, a qualidade, a competitividade e a inovação na manufatura (Piedade, 2025).

As fábricas inteligentes representam uma nova concepção industrial que combina tecnologias físicas e cibernéticas para aprimorar a gestão e ampliar a transparência dos

processos produtivos, resultando em maior desempenho operacional. Esse modelo caracteriza-se por sistemas interconectados capazes de integrar materiais, máquinas, ferramentas, estoques e logística, criando um ambiente no qual os elementos comunicam-se de forma contínua e autônoma. Fundamentado na integração digital, esse conceito amplia a capacidade de monitoramento e tomada de decisão em tempo real, consolidando-se como um caminho promissor para a modernização das práticas industriais (Shi *et al.*, 2020).

Estes sistemas representam a integração entre computação e processos físicos em rede, caracterizando-se por ciclos de *feedback* em que as operações físicas influenciam os cálculos computacionais e são, por sua vez, ajustadas por eles. Diferem-se dos sistemas embarcados, que utilizam computadores e *softwares* em dispositivos cuja função principal não é o processamento de dados. A evolução desses sistemas embarcados deu origem aos ciberfísicos, que ampliam a interação entre dispositivos interconectados, processos físicos e intervenção humana, configurando-se como uma arquitetura avançada para o controle e a automação de processos (Monostori, 2018).

O gerenciamento moderno exige a mensuração precisa de desempenho, sendo que a coleta e análise de dados por meio de tecnologias como *Internet das Coisas* e *Analytics* permitem transformar informações em inteligência de negócios. Implementar uma gestão orientada a dados requer metodologia clara e definição de resultados esperados, pois essas decisões condicionam as escolhas subsequentes. Como prática recomendada, está em classificar os ativos conforme sua criticidade: i) equipamentos Classe A, que representam risco operacional e podem interromper a produção ou afetar qualidade e custos; ii) equipamentos Classe B, que são importantes, porém sua parada não compromete o produto final; e iii) equipamentos Classe C, que são necessários, mas facilmente substituíveis e com impacto mínimo na operação (Teixeira, 2020).

O emprego de *softwares* voltados à Gestão da Produção Industrial favorece o acompanhamento das atividades planejadas, reforça a produtividade e possibilita ajustes diante de resultados insatisfatórios, integrando setores por meio de módulos que atendem às demandas organizacionais e auxiliam na estruturação administrativa, no uso estratégico das informações, na identificação de fragilidades produtivas e na redução de desperdícios; nesse contexto, o *dashboard* atua como recurso visual que sintetiza métricas, facilita a interpretação de dados complexos e viabiliza o monitoramento de múltiplos indicadores, potencializado pelo *Microsoft Power BI*, cuja plataforma de *Business Intelligence* permite gerar representações interativas, integrar diferentes fontes, atualizar informações de forma contínua e ampliar a análise em tempo real (Xavier, 2023).

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo se caracteriza como qualitativa, de caráter exploratório, descritivo e metodológico, utilizando o procedimento técnico de estudo de caso. As pesquisas exploratórias, conforme definidas por Roveri (2000), têm o propósito de oferecer uma visão geral abrangente sobre um tema específico. Quanto à pesquisa descritiva, Vergara (2016) explica que essa abordagem busca revelar as características de uma população ou fenômeno sem a necessidade de aprofundamento detalhado. Ainda Vergara (2016) define pesquisa metodológica como aquela vinculada às ferramentas empregadas para atingir um objetivo determinado.

Para Gil (2002), estudo de caso é tido como um delineamento de pesquisa que valoriza o caráter unitário de um fenômeno articulado ao seu contexto. Possibilita a obtenção dos dados em maior profundidade, permitindo formular hipóteses e/ou desenvolver teorias. Para tal, foi conduzido estudo de caso único, considerado adequado quando o foco do estudo está em fenômenos nos quais há pouco controle sobre os acontecimentos, adotando uma abordagem holística (Yin, 2015). Miguel (2007) complementarmente conclui que, um estudo de caso, é uma metodologia que funciona como uma espécie de histórico de um fenômeno, extraído de múltiplas fontes de evidências onde qualquer fato relevante à corrente de eventos que descrevem o fenômeno é um dado potencial para análise.

Os meios de investigação adotados compreenderam:

- a) a realização de fundamentação teórica para embasar tecnicamente o trabalho;
- b) a construção do *dashboard* por meio do *software Power BI*;
- c) condução de estudo de caso aplicando o *dashboard* construído; e
- d) validação do *dashboard* proposto por meio de pesquisa de levantamento.

A pesquisa foi dispensada de submissão para avaliação pelo sistema CEP/CONEP, conforme dispõe o parágrafo único do artigo 1º da Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016, em seu item VII, por tratar-se de investigação voltada ao aprofundamento teórico de situações que surgem de forma espontânea e contingente na prática profissional, desde que não envolva informações que possam identificar os participantes.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ABSTRAÇÃO DE ELEMENTOS PARA COMPOSIÇÃO DO *DASHBOARD* DE PRODUÇÃO

Nesta etapa, procedeu-se à definição dos elementos constitutivos do *dashboard* para equipes de produção, estruturados a partir de critérios de aderência ao desempenho operacional e ao suporte à gestão. A seleção contemplou dimensões representativas do funcionamento do processo produtivo e indicadores suscetíveis de mensuração qualitativa e quantitativa, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Abstração de elementos para composição de dashboard para equipes de produção

Indicador de Desempenho	Elemento Qualitativo	Elemento Quantitativo	Tarefa de Produção Associada
Eficiência Operacional	Consciência situacional.	Taxa de produtividade.	Operação de prensas.
Aderência ao Planejamento	Integração entre setores.	Produção planejada vs. realizada.	Programação da produção.
Qualidade do Produto	Tomada de decisão.	Taxa de retrabalho/refugo.	Controle de qualidade.
Disponibilidade de Equipamentos	Classificação de ativos por criticidade.	OEE / Paradas não programadas.	Manutenção preventiva / preditiva.
Agilidade na Resposta ao Mercado	Planejamento estratégico/tático /operacional.	<i>Lead time</i> .	Logística <i>inbound</i> e expedição.
Sustentabilidade Energética	Transformação organizacional.	Eficiência energética.	Monitoramento de consumo.
Autonomia de Sistemas	Sistemas ciberfísicos.	Alertas de manutenção / Diagnósticos.	Supervisão automatizada.
Visualização e Interatividade	Interatividade e visualização clara.	Dados em tempo real / <i>Analytics</i> .	Análise de desempenho via <i>Power BI</i> .

Fonte: Resultados da pesquisa (2026).

Sequencialmente, foram extraídos 3 grupos de elementos: i) de entrada, correspondente aos dados coletados do ambiente produtivo e dos sistemas integrados, fornecendo a base informacional necessária; ii) de processamento, referente aos mecanismos responsáveis por transformar dados brutos em informações organizadas; e iii) de saída, correspondente aos resultados exibidos no *dashboard*, estruturados de modo a apoiar a tomada de decisão, conforme detalhado no Quadro 2.

Quadro 2 - Elementos de entrada, processamento e de saída do *dashboard* proposto

Categoria	Elemento	Descrição
Entrada	Dados de sensores e máquinas.	Informações em tempo real sobre operação, temperatura, ciclos.
	Ordens de produção e <i>status</i> .	Planejamento e execução das tarefas produtivas.
	<i>Feedback</i> da equipe operacional.	Apontamentos manuais e observações do chão de fábrica.
	Histórico de produção.	Dados anteriores para comparação e análise de desempenho.
	Dados externos e integrados.	Informações de mercado, fornecedores, manutenção preditiva.
Processamento	Visualização e análise de dados.	Transformação de dados em gráficos e indicadores.
	Inteligência Artificial e <i>Machine Learning</i> .	Previsão de falhas, padrões de produção, otimização.
	Computação em nuvem.	Armazenamento e sincronização de dados entre setores.
	Algoritmos de controle e cálculo de KPIs.	Cálculo de produtividade, eficiência, refugo.
	Sistemas ciberfísicos.	Tomada de decisão autônoma e ajustes em tempo real.
Saída	Indicadores de desempenho.	KPIs como OEE, produtividade, tempo de ciclo, refugo.
	Alertas e notificações.	Identificação de falhas, desvios, paradas não programadas.
	Relatórios gerenciais.	Análises históricas, comparativos, metas atingidas.
	Interface interativa.	Painéis com filtros por turno, setor, máquina.
	Ações automatizadas.	Avisos para manutenção ou ajustes operacionais.

Fonte: Resultados da pesquisa (2026).

Com os elementos identificados segue-se sua aplicação para a empresa alvo do estudo.

3.2 ESTUDO DE CASO

A empresa analisada consolidou-se como referência global na fabricação e comercialização de pneumáticos, reconhecida pela qualidade de seus produtos e serviços voltados ao avanço da mobilidade, com portfólio abrangente que atende desde bicicletas e motocicletas até automóveis, ônibus, caminhões, tratores, aeronaves, veículos espaciais e aplicações *off-road*. No Brasil, iniciou suas atividades em 1927, implantando sua primeira unidade fabril em 1981 no estado do Rio de Janeiro, ampliando em 1999 com fábrica de pneus para automóveis e caminhonetes na mesma região. Em 2016, expandiu-se nacionalmente por meio da aquisição de uma planta paulista, incorporando sua produção ao portfólio corporativo.

A fabricação de um pneumático envolve uma sequência de processos normatizados e com padrões de qualidade definidos, em que cada etapa deve ser verificada e aprovada antes de avançar para a seguinte, garantindo a conformidade do produto, até que seja finalizado, direcionado aos estoques e posteriormente distribuído aos clientes. Para composição do dashboard, foram eleitos os temas “custos” e “disponibilidade”. Estes englobam informações de entrada no nível tático, e de saída, para acompanhamento em nível operacional.

A face custo concentra informações sobre o custo operacional da produção, integrando indicadores de desempenho e qualidade, alertas de desvios, distribuição temporal de eventos e controle de consumo, geração e resíduos, oferecendo uma visão estruturada dos processos. Os dados são segmentados por equipe, faixa horária e tipo de material, com filtros mensais e gráficos que destacam picos operacionais e categorias com maior incidência de ocorrências, favorecendo o monitoramento, a interpretação e o apoio à tomada de decisão na gestão produtiva.

A face disponibilidade apresenta informações sobre a disponibilidade operacional de equipamentos e processos, com dados organizados por dia do mês. O *dashboard* mostra indicadores de desempenho dos diferentes tipos de materiais, expressos em percentuais e codificados por cores para indicar situações satisfatórias ou críticas, enquanto células vazias sinalizam ausência de dados. O gráfico sintetiza o desempenho diário de forma visual, detalhando dias com bom ou mau desempenho, além de registrar falhas ou paradas de equipamentos, destacando dias críticos. Dessa forma, a face disponibilidade integra filtros temporais, indicadores de saúde da linha, monitoramento de falhas e alertas visuais, oferecendo uma visão detalhada e organizada para acompanhamento da produção.

3.3 VALIDAÇÃO

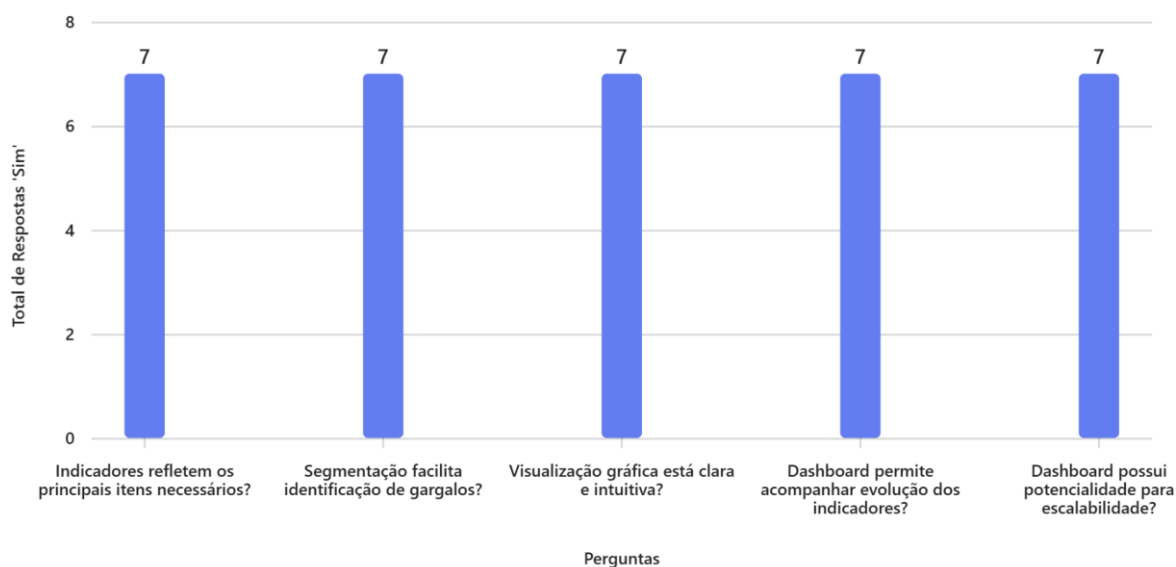
Para avaliar a funcionalidade, a usabilidade e a aceitação do *dashboard* proposto, realizou-se uma pesquisa de opinião direcionada ao corpo tático da empresa estudada. Os questionamentos levados a análise, sua justificativa e opções de resposta estão presentes no Quadro 3.

Quadro 3 - Questionário

Questionamento	Justificativa	Opções de resposta
Os indicadores que compõem o dashboard refletem os principais itens necessários para condução das atividades?	Avaliar se os KPIs estão alinhados com os objetivos da produção.	() Sim () Não () Não sei () Neutro
A segmentação por equipe, horário e tipo de material facilita a identificação de gargalos e oportunidades de melhoria?	Verificar se os filtros temporais e categóricos contribuem para diagnósticos precisos.	() Sim () Não () Não sei () Neutro
A visualização gráfica dos dados está clara e intuitiva?	Avaliar a aceitabilidade visual.	() Sim () Não () Não sei () Neutro
O dashboard permite acompanhar a evolução dos indicadores ao longo do tempo de forma comparativa?	Analisar sua contribuição na identificação de tendências e padrões operacionais.	() Sim () Não () Não sei () Neutro
O dashboard possui potencialidade para escalabilidade e aplicação em outras unidades ou processos da empresa?	Avaliar se o modelo pode ser replicado em outras plantas ou linhas de produção com ajustes mínimos.	() Sim () Não () Não sei () Neutro

Fonte: Resultados da pesquisa (2026).

As respostas dos questionamentos encontram-se a seguir conforme Figura 1.

Figura 1 - Resultados da pesquisa

Fonte: Resultados da pesquisa (2026).

3.4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A proposta de *dashboard* para equipes operacionais, desenvolvida no âmbito deste estudo, apresenta-se como uma solução tecnológica alinhada às demandas contemporâneas de digitalização e gestão baseada em dados dos sistemas produtivos. A análise dos resultados obtidos, tanto na fase de abstração conceitual quanto na validação prática junto ao corpo tático da empresa estudada, permite uma discussão aprofundada sobre a eficácia, aplicabilidade e potencial de impacto da ferramenta.

A estruturação do *dashboard*, demonstrou a correlação direta entre os elementos qualitativos e quantitativos selecionados e as dimensões críticas do desempenho operacional. A consolidação de indicadores, não apenas reflete os constructos teóricos do Planejamento e Controle da Produção e da Administração da Produção e Operações, mas também os traduz em métricas visualizáveis e acionáveis. A estratégia supera a dissociação entre o planejamento estratégico-tático e a execução operacional, fornecendo uma ponte informacional que facilita a consciência situacional em tempo real. A categorização em elementos de entrada, processamento e saída demonstra um conjunto de dados robustos, que vai desde a captura bruta no chão de fábrica até a geração de *insights* estratégicos.

A aplicação do *dashboard* construído em estudo de caso testou sua pertinência em um ambiente produtivo complexo e de alta criticidade. As faces "Custo" e "Disponibilidade" desenvolvidas não se apresentam como visualizações estáticas, mas como instrumentos dinâmicos de diagnóstico e controle. A face "Custo", ao integrar indicadores de desempenho,

alertas de atrasos, distribuição de eventos e controle de recursos, permite uma análise integrada da eficiência econômica do processo. A segmentação dos dados por equipe, horário e tipo de material, conforme ilustrado, constitui um recurso analítico poderoso, pois permite isolar variáveis e identificar a raiz causal de ineficiências e gargalos, indo além da simples constatação de um desvio para sua explicação contextualizada. Por sua vez, a face "Disponibilidade", com sua representação visual clara do desempenho diário e do registro de falhas, atua como um sistema de alerta precoce, facilitando a transição de um modelo de manutenção corretiva para uma abordagem predominantemente preditiva e preventiva.

A capacidade de acompanhamento comparativo da evolução dos indicadores ao longo do tempo é um atributo fundamental para uma gestão verdadeiramente contínua e baseada em tendências, e não apenas em *snapshots* momentâneos. Por fim, o reconhecimento do potencial de escalabilidade e aplicação em outras unidades atesta a robustez e a generalização do modelo proposto. Isto sugere que a estrutura conceitual e a arquitetura do *dashboard* são suficientemente flexíveis para serem adaptadas a diferentes contextos produtivos dentro do mesmo grupo empresarial, superando uma das limitações inicialmente apontadas no estudo, que era o foco em um processo específico.

A discussão dos resultados permitiu concluir que o *dashboard* proposto e apresentado transcende a mera automação de relatórios, configurando-se como uma ferramenta de gestão alinhada à digitalização dos sistemas produtivos ao integrando dados operacionais, facilitando a análise em tempo real e subsidiando uma tomada de decisão de forma fundamentada. A validação positiva pela equipe de gestores corrobora que a visualização de dados por meio de dashboards interativos é um recurso estratégico para potencializar o sistema produtivo, conferindo maior transparência, agilidade e consciência situacional às equipes operacionais e à gestão.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste estudo foi apresentar uma proposta de *dashboard* para o acompanhamento de equipes operacionais em uma planta industrial do setor de pneumáticos, utilizando o *software Power BI* como ferramenta de Business Intelligence. Inicialmente, foi realizado uma fundamentação teórica para embasar o trabalho, permitindo estabelecer uma conexão entre os princípios da Administração da Produção e Operações, os conceitos da digitalização de sistemas produtivos e as funcionalidades práticas de ferramentas de

visualização de dados, posicionando o *dashboard* como instrumento estratégico para a gestão visual e em tempo real.

Posteriormente, foi realizado uma abstração de elementos para compor os itens do *dashboard* operacional. O processo identificou e organizou indicadores-chave de desempenho em dimensões qualitativas e quantitativas, categorizando-os em elementos de entrada, processamento e saída, fornecendo a base estrutural para o desenvolvimento da ferramenta. Um estudo de caso foi então conduzido para testar o *dashboard* construído. Para validar a ferramenta, uma pesquisa de levantamento foi realizada com a equipe tática da empresa, avaliando critérios de alinhamento dos indicadores, utilidade dos filtros, clareza visual e potencial de escalabilidade.

Uma discussão dos resultados foi conduzida, e os principais resultados do trabalho indicaram que o *dashboard* desenvolvido não apenas reflete os itens necessários para a condução das atividades produtivas, mas também facilita a identificação de gargalos através de sua segmentação de dados, apresenta visualização clara e intuitiva, permitindo o acompanhamento temporal comparativo e demonstra alto potencial para replicação em outras unidades ou linhas de produção da empresa.

As limitações do estudo decorreram do tempo disponível para coleta e do acesso restrito a dados operacionais, condicionado ao sigilo industrial e à dinâmica dos turnos, o que restringiu a disposição de imagens do *dashboard* construído e direcionou a validação ao nível tático da organização. O recorte da pesquisa se apresentou como outra limitação, pois ao delimitar o uso do *dashboard* às equipes operacionais, restringiu sua aplicação a um processo específico, sem abranger outros setores ou funções.

Como sugestões para estudos futuros, propõe-se a expansão do modelo para abranger outros processos da cadeia de valor, como logística integrada ou gestão de fornecedores, considerando ferramentas de Inteligência Artificial para dotar a ferramenta de capacidades preditivas e prescritivas, evoluindo de um painel de monitoramento para um sistema de apoio à decisão autônomo.

REFERÊNCIAS

- BEKKHUS, R. Do KPIs used by CIOs decelerate digital business transformation? The case of ITIL. **DIGIT 2016 Proceedings**, p. 16, 2016.
- CAÑAS, H.; MULA, J.; CAMPUZANO-BOLARÍN, F.; POLER, R. A conceptual framework for smart production planning and control in Industry 4.0. **Computers & Industrial Engineering**, v. 173, 2022.
- CAVALHEIRO, C. A. R. **Sistema de produção**. 2005. 47 f. Monografia (MBA em Gerência de Sistemas Logísticos) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Departamento de Administração Geral e Aplicada, Curitiba, 2005.
- CHAWLA, R. N.; GOYAL, P. Emerging trends in digital transformation: a bibliometric analysis. **Benchmarking: An International Journal**, v. 29, n. 4, p. 1069–1112, 2021.
- CHIAVENATO, Idalberto. **Gestão da produção: uma abordagem introdutória**, 4. ed. Barueri [SP]: Atlas, 2022.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- MIGUEL, P. A C. **Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução**. *Production*, v. 17, n. 1, p. 216-229, 2007.
- MONOSTORI, L. Cyber-Physical Systems. In: **CIRP Encyclopedia of Production Engineering**. Berlin; Heidelberg: Springer, 2018. p. 1-8.
- PIEDADE, Nilton Rafael Pinheiro. **As contribuições da Indústria 4.0 ao planejamento e controle da produção: uma revisão bibliográfica**. 2025. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2025.
- ROVERY, M.H. **Metodologia da Pesquisa**. UNILESTE 2000.
- SHARIF, S. M. F.; WANG, W.; YANG, N.; ALGHAMDI, O.; KANWAL, F.; GEBMARIAM, M. G. Sustaining SME agility through knowledge coupling, business process digitization, and innovation during crisis. **Journal of Engineering and Technology Management**, v. 71, p. 101802, 2024.
- SHI, Z. *et al.* Smart factory in Industry 4.0. **Systems Research and Behavioral Science**, v. 37, n. 4, p. 607-617, jul. 2020.
- SOUZA, S H M de; JUNIOR, S J C; NETO, G G D. Indústria 4.0: contribuições para o setor produtivo moderno. **ENEGEP**, 2017.
- TEIXEIRA, Israel de Paula. **Digitalização de processos industriais como ferramenta para aumento de eficiência operacional e energética**. 2020. Monografia (Especialização em Engenharia Industrial 4.0) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Industrial 4.0, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2020.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 16. ed. São Paulo: Atlas, 2016.

VIAL, G. Understanding digital transformation: a review and a research agenda. **The Journal of Strategic Information Systems**, v. 28, n. 2, p. 118–144, 2019.

WOLNIAK, R. The concept of operation and production control. **Production Engineering Archives**, v. 27, n. 2, p. 100-107, 2021.

XAVIER, Kelvyn. **Desenvolvimento de dashboards para acompanhamento do trabalho remoto**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2023.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

Avaliação ambiental: estudo de caso do processo de produção e envase de produto em bisnaga



Environmental assessment: a case study of the production and filling process of a tube-packaged product

Renato Sepulveda Barino 

Universidade de São Paulo - USP
rsbarino25@gmail.com

Claudia Brito Cunha 

Universidade Estadual Paulista - UNESP
claudiabritodacunha@gmail.com

Raphael Sepulveda Barino 

Serviço Nac. de Aprendizado Com. - SENAC-RJ
raphaelbarino@hotmail.com

redução de perdas no funil de envase e adequações em equipamentos podem contribuir para reduzir os resíduos gerados no processo analisado.

PALAVRAS-CHAVE: Legislação ambiental brasileira; avaliação ambiental; indústria de cosméticos; impactos ambientais; sustentabilidade socioambiental.

Revista Processando o Saber

eISSN 2179-5150 · Vol 18, n. 01, 2026
Multidisciplinar · DOI · Revisão por pares

Faculdade de Tecnologia Praia Grande – FATEC

Periodicidade: Anual
revista@fatecpg.edu.br

Recebido: Jan 2026

Aceito: Mar 2026

Publicado: Jun 2026

URL: <https://www.fatecpg.edu.br/revista/index.php/ps/article/view/440>
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.20029724>



RESUMO

A indústria de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos apresenta elevada complexidade operacional e gera resíduos em diferentes etapas do processo, especificamente nas fases de produção e acondicionamento, o que demanda práticas de gestão ambiental voltadas à eficiência produtiva, à conformidade legal e à sustentabilidade. A consolidação do arcabouço legal ambiental e das práticas de governança nas organizações reforça a necessidade de avaliar etapas produtivas com potencial de geração de resíduos e desperdícios. Nesse contexto, este estudo teve como objetivo avaliar o desempenho ambiental do processo de produção e envase de cosméticos em bisnagas, com foco na identificação de oportunidades de redução de resíduos e perdas. Adotou-se uma abordagem qualitativa, exploratória e descritiva, com base em revisão da literatura e estudo de caso realizado em uma unidade industrial do setor. Os resultados indicaram que a etapa de envase concentrou os principais pontos de geração de resíduos, incluindo descarte de papelão, geração de aparas de bisnagas, perdas de produto e formação de efluentes provenientes da limpeza de equipamentos. Também foram observados impactos relacionados ao consumo de água, energia elétrica e ar comprimido, bem como riscos de contaminação do solo e da água em situações de falhas operacionais. Conclui-se que ações preventivas na fonte, o retorno de embalagens ao fornecedor, ajustes operacionais, a

ABSTRACT

The personal care, perfumery, and cosmetics industry exhibit high operational complexity and generates waste across multiple process stages, particularly during production and packaging, thereby requiring environmental management practices oriented toward productive performance, regulatory compliance, and sustainability. The consolidation of environmental legal frameworks and organizational governance practices reinforces the need to assess production stages with potential for waste generation and material losses. In this context, this study aimed to evaluate the environmental performance of the production and tube-filling process of cosmetics, with emphasis on identifying opportunities for waste and loss reduction. A qualitative, exploratory, and descriptive approach was adopted, based on a literature review and a case study conducted in an industrial unit within the sector. The results indicated that the filling stage concentrated the main sources of waste generation, including cardboard disposal, tube trimming residues, product losses, and effluent generation from equipment cleaning. Impacts associated with water, electricity, and compressed air consumption were also observed, as well as risks of soil and water contamination under operational failure conditions. It is concluded that preventive actions at the source, the return of packaging to suppliers, operational adjustments, reduction of losses in the filling funnel, and equipment modifications can contribute to minimizing waste generation in the analyzed process.

KEY-WORDS: Brazilian environmental legislation; environmental assessment; cosmetics industry; environmental impacts; socio-environmental sustainability.

INTRODUÇÃO

A intensificação da conscientização ambiental nas empresas brasileiras manifesta-se de forma expressiva no setor de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos, por meio da busca pela redução de impactos ambientais e pelo fortalecimento de diretrizes socioambientais, segmento que responde por cerca de 12% da indústria química global e supera setores como o farmacêutico, de alimentos e de bebidas, sinalizando mudanças estruturais na dinâmica industrial (ABIHPEC, 2023). Esse movimento reflete a ampliação da consciência coletiva e das demandas sociais e ambientais dirigidas às organizações, impondo a revisão de estratégias e práticas gerenciais por empresários e executivos diante das complexidades contemporâneas (TACHIZAWA, 2014).

A intensificação da mobilização em favor da conscientização ambiental impulsionou a consolidação de princípios como desenvolvimento sustentável e responsabilidade ambiental, que fundamentam legislações e planos de ação, a exemplo da Agenda 21 no Brasil. O Objetivo 1 desse documento estabelece diretrizes para a produção e o consumo sustentáveis, orientando a minimização de impactos ambientais e sociais e a redução de custos associados a medidas compensatórias, o que torna o cumprimento rigoroso das normas ambientais requisito estruturante para a conformidade e a sustentabilidade dos empreendimentos industriais (BRASIL, 2010).

A Lei nº 12.305/2010 institui uma hierarquia obrigatória para a gestão de resíduos sólidos, priorizando a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, conforme disposto no art. 9º, o que impõe às organizações a adoção de práticas compatíveis com a sustentabilidade e a conformidade legal (BRASIL, 2012). A inadequada gestão de resíduos acarreta impactos ambientais, hídricos e sanitários relevantes, configurando risco à saúde pública, razão pela qual o estabelecimento de métodos eficazes de gerenciamento, com ênfase na reutilização e no descarte apropriado, constitui requisito para o desenvolvimento sustentável (MENDES BAPTISTA; RODOLPHO, 2021).

O objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho ambiental do processo de produção e envase de cosméticos, identificando oportunidades de redução de resíduos e desperdícios com vistas à sustentabilidade e à melhoria da gestão operacional. A justificativa para a condução do estudo reside na necessidade de mapear a geração de resíduos e efluentes no setor, cuja ampla escala produtiva e capilaridade de consumo ampliam os riscos ambientais diretos e indiretos. A relevância do estudo se apresenta nos planos legal, estratégico, operacional e científico, ao

subsidiar a conformidade regulatória, fortalecer a governança ambiental, reduzir perdas produtivas e oferecer um modelo analítico replicável para contextos industriais semelhantes.

O artigo está estruturado em cinco seções. A primeira, referente à introdução, apresentou o contexto, o objetivo, a justificativa e a relevância da pesquisa. A seção dois apresenta a revisão da literatura, abordando a sociedade e a questão ambiental, o arcabouço jurídico ambiental brasileiro e a governança ambiental como aspecto competitivo das organizações. A seção três descreve a metodologia adotada no estudo. A seção quatro apresenta os resultados e a discussão, contemplando a caracterização do processo estudado, a análise dos pontos de geração de resíduos, os aspectos e impactos ambientais e as oportunidades de melhoria identificadas. A seção cinco reúne as considerações finais do estudo.

1. REVISÃO DA LITERATURA

1.1 A SOCIEDADE E A QUESTÃO AMBIENTAL

A questão ambiental acompanha a história da humanidade desde a dependência direta dos recursos naturais para a sobrevivência. No entanto, nos últimos três séculos, o avanço tecnológico intensificou a capacidade de transformação da natureza em favor da produção, ao mesmo tempo em que acelerou processos de degradação ambiental. Cada inovação, inclusive no uso de novas fontes de energia, passou a gerar desequilíbrios e diferentes formas de poluição, contribuindo para o esgotamento de recursos essenciais, migrações humanas e práticas exploratórias insustentáveis, que comprometem a qualidade de vida e a própria sobrevivência da humanidade (FERNANDES, 2006).

A ampliação da escala de produção de bens de consumo intensifica a exploração de recursos naturais e a geração de resíduos, enquanto culturas que se reconhecem como parte da natureza tendem a adotar práticas mais responsáveis, sendo a dissociação entre o ser humano e o ambiente um dos fatores estruturantes do agravamento dos problemas ambientais (BARBIERI, 2004). Paralelamente, a disseminação de informações científicas e midiáticas promoveu maior percepção social desses desafios, favorecendo o despertar ecológico e impulsionando a consolidação da gestão ambiental, que passou de ações pontuais nas décadas de 1970 e 1980 à implementação sistemática a partir dos anos 1990 (DIAS, 2006).

O aumento da conscientização ambiental deu origem a um novo grupo de consumidores conhecidos como "verdes", que transformaram a preocupação com o meio ambiente em um elemento central do *marketing* ecológico. Esse fenômeno impulsiona a busca por produtos e serviços que incorporem considerações ambientais. Além dos consumidores "verdes", outros

públicos devem ser levados em consideração ao abordar questões ambientais, uma vez que podem restringir a liberdade de ação de uma organização. Entre esses públicos, destacam-se os grupos ambientalistas, fornecedores, distribuidores, governo e a comunidade local próxima às unidades de produção (DIAS, 2006).

1.2 ARCABOUÇO JURÍDICO AMBIENTAL BRASILEIRO

O direito ambiental configura-se como prerrogativa coletiva orientada à proteção do meio ambiente para as gerações presentes e futuras, fundamentando-se em princípios que buscam minimizar impactos atuais e prevenir danos futuros por meio de ações concretas (CANOTILHO, 1998). No ordenamento brasileiro, o art. 225 da Constituição Federal assegura o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado como bem de uso comum, impondo o dever de defendê-lo e compatibilizando desenvolvimento econômico com preservação ambiental, com ênfase na relação entre o ser humano e seu entorno (ARAÚJO; NUNES JR, 2004).

A ideia de proteger o ecossistema natural no território brasileiro, embora tenha ganhado maior destaque com a redemocratização do país, constitui uma evolução contínua (MOREIRA *et al.*, 2021). O Direito Ambiental no Brasil é um produto de fatores históricos, alguns dos quais remontam ao período pré-independência. Embora possam parecer insignificantes à primeira vista, esses fatores desempenharam um papel fundamental no desenvolvimento dessa temática, incluindo o surgimento de leis de cunho ecológico de grande importância (CÂMARA, 2013).

A legislação ambiental brasileira remonta ao período colonial, quando ordenações portuguesas, regimentos de proteção florestal, como o Regimento do Pau-Brasil, e as Cartas Régias passaram a disciplinar a exploração de recursos naturais estratégicos, sobretudo florestais, inaugurando formas iniciais de controle jurídico sobre o território e seus bens ambientais (WAINER, 1993; MASSOCA; BRONDÍZIO, 2022). No século XIX, esse movimento avançou com normas voltadas à ocupação do solo e ao disciplinamento das terras devolutas, com destaque para a Lei de Terras (BRASIL, 1850), que reorganizou a apropriação fundiária e influenciou a tutela indireta dos recursos naturais. No século XX, consolidaram-se marcos estruturantes como o Código Florestal (BRASIL, 1934a) e o Código de Águas (BRASIL, 1934b), seguidos por diplomas setoriais como o Estatuto da Terra (BRASIL, 1964), a Lei de Proteção à Fauna (BRASIL, 1967a), o Código de Pesca (BRASIL, 1967b) e o Código

de Mineração (BRASIL, 1967c), que ampliaram a intervenção estatal sobre o uso dos recursos naturais e estabeleceram restrições ao direito de propriedade.

A partir da década de 1980, esse arranjo foi substituído por uma política ambiental sistêmica com a Política Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 1981) e pela constitucionalização da matéria na Constituição da República Federativa do Brasil (BRASIL, 1988), sendo posteriormente aprofundado com a Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997), a Lei de Crimes Ambientais (BRASIL, 1998), o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (BRASIL, 2000), a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2012), o novo Código Florestal (BRASIL, 2012), e o Marco Legal do Saneamento (BRASIL, 2020), que consolidaram a integração entre proteção ecológica, ordenamento produtivo e sustentabilidade.

Há outros dispositivos legais em níveis municipais e estaduais que versam sobre a matéria de meio ambiente, preconizando as particularidades de cada ente da federação e suas necessidades. Em suma, essa progressão histórica demonstra a crescente importância da proteção ambiental no cenário jurídico brasileiro, consolidando a ideia de que a preservação do ecossistema natural se torna vital e transcende as épocas, requerendo uma abordagem contínua e comprometida de toda a sociedade.

1.3 GOVERNANÇA AMBIENTAL COMO ASPECTO COMPETITIVO DAS ORGANIZAÇÕES

A utilização do termo governança tem suas raízes no mundo empresarial, inicialmente introduzido no artigo intitulado "*The Nature of the Firm*" publicado em 1937 por Ronald Coase. No entanto, sua notoriedade só se consolidou na década de 1970, quando Oliver Williamson contribuiu para sua redescoberta. Apesar de sua origem no âmbito corporativo, a terminologia também passou a ser aplicada em contextos que abrangem questões democráticas, de desenvolvimento e globalização, envolvendo uma diversidade de atores. Essa evolução na abrangência do termo mostra sua versatilidade conceitual e a capacidade de adaptação a diferentes esferas de análise e prática (MILANI; SOLINIS, 2002).

Na esteira dessa evolução, a temática ambiental emerge como um tópico de debate interdisciplinar, abrangendo diversas áreas do conhecimento. No entanto, foi na década de 1990 que essa discussão ganhou força com o surgimento da gestão ambiental e com sua ampla inserção nas atividades econômicas (MOURA, 2000). Bruns (2023) define a gestão ambiental

como um esforço para regular as atividades humanas de forma a minimizar seu impacto no meio ambiente, caracterizando-se por sua natureza multidisciplinar, que permite a participação de profissionais de diversos campos, desde que devidamente qualificados. Abrange uma variedade de recursos naturais, tanto renováveis quanto não renováveis, refletindo sua amplitude e importância na promoção da sustentabilidade ambiental (REIS *et al.*, 2025).

Assim, o debate em torno da competitividade e do meio ambiente carece de uma abordagem precisa, especialmente quando os custos ambientais são erroneamente considerados como um obstáculo à competitividade, ignorando-se o potencial das inovações para transformar esses custos em benefícios. Além disso, Porter e Van der Linde (1995) argumentam que as novas tecnologias e inovações desempenham papel fundamental na abordagem das questões ambientais, minimizando os custos dos danos ambientais e atacando diretamente as fontes da poluição, resultando inicialmente em aumento da produtividade dos recursos. Consequentemente, as inovações destinadas a cumprir regulamentações ambientais podem, na verdade, resultar em economia de tempo e recursos financeiros, a sinergia potencial entre competitividade e práticas ambientalmente sustentáveis.

A incorporação da dimensão ambiental nas organizações industriais foi inicialmente orientada pela economia do meio ambiente, que a tratava de forma microeconômica e reativa, associando-a ao aumento de custos, concepção posteriormente superada pela evolução teórica e prática que passou a enfatizar fatores organizacionais, tecnológicos e motivações pró-ativas, integrando a gestão ambiental às estruturas internas e às relações externas das empresas (FAUCHEUX; HAAKE; NICOLAÏ, 1997). A gestão ambiental contribui em três esferas complementares: i) produtiva, ao assegurar conformidade regulatória e práticas ambientais nas operações e cadeias de suprimentos; ii) de inovação, ao monitorar exigências técnicas e ecotoxicológicas e apoiar o desenvolvimento de produtos e tecnologias; e iii) estratégica, ao subsidiar decisões organizacionais a partir da análise de restrições regulatórias e dinâmicas competitivas emergentes (GROENEWEGEN; VERGRAGT, 1991).

A integração da gestão ambiental nas organizações pode assumir caráter defensivo ou proativo, sendo a primeira orientada à conformidade regulatória e à internalização coercitiva de custos, predominante até a década de 1980, enquanto a segunda concebe o meio ambiente como fator de competitividade, voltando-se à prevenção de impactos, à antecipação regulatória e à identificação de oportunidades de negócio sustentadas por investimentos ambientais (FAUCHEUX; HAAKE; NICOLAÏ, 1997). A gestão ambiental articula-se às estratégias competitivas de liderança de custo e diferenciação, podendo reforçar especialmente a estratégia de diferenciação, ao viabilizar atributos distintivos associados à imagem, à tecnologia, à

qualidade, à inovação e ao suporte ao cliente, ampliando a capacidade da organização de sustentar vantagens competitivas (PORTER, 1991).

A evolução das organizações intensificou as pressões sociais e institucionais por compromissos efetivos com a proteção ambiental, impulsionando a consolidação da gestão ambiental como instrumento para a competitividade, mitigação de riscos e da responsabilidade organizacional diante de legislações mais rigorosas e de expectativas ampliadas das partes interessadas. A gestão ambiental é reconfigurada no arcabouço ESG, ampliando a noção de responsabilidade corporativa ao integrar dimensões ambientais, sociais e de governança, sendo progressivamente incorporado ao mercado financeiro como critério de avaliação da sustentabilidade econômica das empresas, uma vez que organizações com melhores indicadores ESG tendem a apresentar maior capacidade de geração de valor (GILLAN; KOCH; STARKS, 2021).

O tema da governança suscita debates que abordem tanto sua definição quanto a extensão das questões que a abrangem. A conceituação das situações de governança revela a importância da participação de todas as partes interessadas nos processos decisórios e de gestão, onde a governança não se limita ao governo, englobando instituições governamentais, o engajamento de atores privados e não governamentais. No contexto ambiental, a governança se apresenta como uma temática crítica, que considera o meio ambiente como um direito humano universal, exigindo a participação de diversos atores. A dimensão transnacional da questão ambiental desafia as fronteiras e soberanias nacionais, demandando o reconhecimento da interdependência ecológica global entre territórios (ROSENAU; CZEMPIEL, 1992).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo adota abordagem qualitativa, de natureza exploratória e descritiva, combinando revisão bibliográfica, pesquisa documental e estudo de caso. A pesquisa exploratória objetiva proporcionar uma visão ampla sobre determinado tema (ROVERY, 2000), enquanto a pesquisa descritiva busca caracterizar fenômenos ou populações sem aprofundamento analítico exaustivo, e a pesquisa metodológica relaciona-se à seleção e aplicação de instrumentos adequados ao alcance de objetivos específicos (VERGARA, 2005).

A revisão de literatura foi conduzida por meio da seleção de estudos nas bases *Web of Science*, *Scopus* e *SciELO*, conforme recomendação de Mongeon e Paul-Hus (2016), que indicam a complementaridade dessas fontes para ampliar o escopo da pesquisa e mitigar vieses,

assegurando rigor metodológico. Para a pesquisa documental, empregou-se literatura cinzenta, conforme o campo da ciência da informação, que abrange documentos produzidos em esferas governamentais, acadêmicas, empresariais e organizacionais, segundo definição da GreyNet (2023).

Foram selecionados estudos com aderência temática ao objeto da pesquisa, priorizando publicações que abordassem temas ambientais como a sustentabilidade ambiental em ambientes industriais, resíduos sólidos, efluentes e processos de produção e envase, com ênfase no setor de cosméticos.

A análise dos dados foi realizada com base na condensação das informações, na sua apresentação por recursos visuais e na verificação crítica das inferências, assegurando consistência analítica e confiabilidade aos resultados (MILES; HUBERMAN; SALDAÑA, 2014). A validade do estudo de caso foi examinada segundo o critério interpretativo, que avalia a correspondência entre as observações e o objeto investigado, conferindo rigor ao processo de pesquisa (CROOM, 2005).

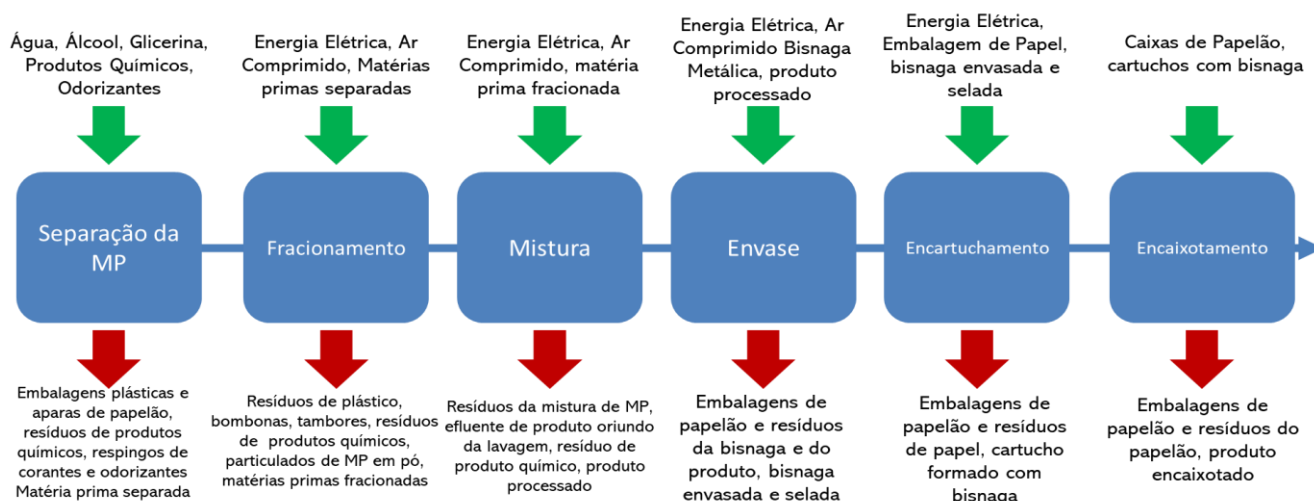
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A empresa-alvo do estudo, fundada há mais de cinco décadas, consolidou sua trajetória com base na valorização das relações humanas e na preservação ambiental, o que a posicionou como uma das maiores corporações de beleza do Brasil. Atua por múltiplos canais de comercialização, com destaque para a venda direta, que mobiliza mais de 1,7 milhão de consultoras e alcança cerca de 100 milhões de consumidores. Recentemente, expandiu sua presença internacional por meio da aquisição de três empresas, estruturando-se como grupo global com operações em diferentes continentes. Seu portfólio abrange marcas organizadas nas categorias de maquiagem, fragrâncias, cremes e loções, apoiadas por sete unidades fabris.

Este estudo descreve a manufatura da unidade de maquiagem e cremes localizada em Cajamar, no estado de São Paulo, que opera com aproximadamente 200 colaboradores distribuídos em três turnos, abrangendo duas áreas produtivas e 12 linhas de envase, com produção média anual de 130 milhões de unidades. A partir dessa planta, os produtos são destinados a cerca de dez centros de distribuição, que atendem o mercado nacional em múltiplas regiões. Essa infraestrutura produtiva e logística sustenta a capacidade operacional da empresa e assegura a continuidade do atendimento aos diferentes públicos.

O processo analisado compreende seis etapas fundamentais: separação de matérias-primas, fracionamento, mistura, envase, encartuchamento e encaixotamento. A análise sistemática dessas atividades é necessária para compreender o desempenho produtivo e os padrões de qualidade da unidade fabril. O fluxograma correspondente às etapas descritas encontra-se sintetizado na Figura 1.

Figura 1 - Fluxograma do processo com entradas e saídas



Fonte: Elaboração própria.

A etapa inicial consiste na separação das matérias-primas no recebimento e armazenagem, abrangendo insumos líquidos e sólidos em múltiplas formas de acondicionamento, como tambores, bombonas, sacos e tanques, incluindo água, álcool, glicerina, tensoativos, fragrâncias, corantes, ácidos, sais e compostos químicos. Em seguida, realiza-se o fracionamento nas cabines de pesagem, com uso de balanças, dispositivos de manuseio e sistemas informatizados para dosagens precisas conforme a ordem de produção. Os materiais fracionados são então direcionados à área de processamento, onde, conforme a formulação e instruções técnicas, são submetidos a operações de mistura, aquecimento e resfriamento em reatores, sendo o produto final descarregado e armazenado temporariamente em bags. Após a higienização dos equipamentos, o produto segue para envase em bisnagas por meio de sistemas de bombeamento e máquinas automáticas, com abastecimento contínuo de embalagens. Na sequência, ocorre o encartuchamento automatizado, no qual as bisnagas são acondicionadas em cartuchos individuais. Por fim, o empacotamento é realizado por robôs que organizam os cartuchos em caixas de embarque, formando pallets de produtos acabados prontos para expedição.

3.1 ANÁLISE DOS PONTOS DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS DO PROCESSO

No decorrer do processo de fabricação, as diferentes etapas listadas geram resíduos que demandam atenção no que diz respeito à gestão ambiental e sustentabilidade. São elas:

1. Separação da matéria-prima: nessa fase, a geração de resíduos é mínima, compreendendo embalagens plásticas, aparas de papelão, resíduos de produtos químicos, respingos de corantes e odorizantes. A minimização dos resíduos decorre do reduzido manuseio direto dos produtos.
2. Fracionamento: na estação de pesagem, ocorre a geração de resíduos que incluem plásticos, como lacres, sacos e caixas, além de bombonas, tambores, resíduos de produtos químicos e particulados de matéria-prima em pó. A estrutura confinada e o uso de exaustores minimizam o risco de derramamentos.
3. Mistura: a geração de resíduos nessa etapa envolve sobras de matérias-primas, efluentes líquidos resultantes da lavagem do tanque e resíduos de produtos químicos. A geração ocorre durante a lavagem e finalização do processo, com os efluentes direcionados para a Estação de Tratamento de Efluentes.
4. Envase: essa fase gera resíduos, incluindo embalagens de papelão, resíduos de bisnagas vazias, resíduos de produto, aparas da bisnaga após a selagem e bisnagas envasadas inadequadamente, que são descartadas. Essa etapa concentra o maior volume de resíduos, com destaque para as caixas de papelão, que somam cerca de 25 toneladas por mês, considerando todas as linhas de produção. Além disso, sacos plásticos são descartados, e o produto fica retido nas paredes do funil de envase.
5. Encartuchamento: nessa fase, os resíduos compreendem embalagens de papelão, resíduos de papel e particulados de papelão que causam poeira na máquina. A principal geração ocorre na retirada de cartuchos vazios das caixas de papelão, que são descartadas.
6. Encaixotamento: a etapa final gera resíduos de embalagens de papelão e resíduos do próprio papelão. Essa fase é a que menos produz resíduos, devido à sua automação e ao baixo risco de perda de material ou produto.

3.2 ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS DO PROCESSO

O levantamento dos aspectos ambientais foi realizado à luz dos fundamentos da gestão ambiental, considerando as interações entre as atividades produtivas e o meio ambiente e os impactos delas decorrentes (MOURA, 2000; BARBIERI, 2004).

Escopo: considerou não apenas as atividades operacionais, mas também os produtos fabricados, insumos, matérias-primas, formas de armazenamento, acondicionamento e embalagens utilizadas.

Compreensão do ambiente: o ambiente foi compreendido em sua totalidade, incluindo elementos como ar, água, terreno, recursos naturais, fauna, flora, seres humanos e suas interações. O contexto vai além dos limites da organização, estendendo-se ao sistema global.

Aspectos ambientais: são elementos de uma atividade, produto ou serviço que podem interagir com o meio ambiente e sobre os quais a organização possui controle direto, especialmente quando causam impactos relevantes, como emissões atmosféricas, geração de resíduos ou vazamentos acidentais.

Impactos ambientais: quaisquer alterações no ambiente, sejam elas positivas ou negativas, totais ou parciais, decorrentes das atividades da organização.

Condições operacionais: distinguidas entre normais, representando situações regulares de trabalho, e anormais, que surgem de operações não regulares ou eventos acidentais.

Ao analisar os aspectos e impactos ambientais do processo estudado, o Quadro 1 apresenta as informações no contexto, fornecendo uma visão clara do relacionamento da organização com o meio ambiente e identificando áreas críticas de atuação para minimizar impactos adversos.

Quadro 1 - Aspectos e Impactos Ambientais do processo estudado

Atividade	Aspectos Ambientais	Impactos Ambientais
Separação da matéria-prima	Geração de resíduos de matéria-prima, plástico, papel/papelão. Geração de produto acabado com desvios de qualidade ou sobras de testes. Vazamento de substâncias químicas.	Alteração da qualidade do solo e ocupação de aterros sanitários. Danos ao ecossistema, alteração da qualidade da água superficial e subterrânea, danos ao ecossistema aquático.
Fracionamento	Energia elétrica. Consumo do ar comprimido. Geração de resíduos de matéria-prima, podendo estar contaminados. Geração de efluentes industriais. Vazamento de substâncias químicas.	Esgotamento de recursos naturais. Alteração da qualidade do solo e ocupação de aterros sanitários. Danos ao ecossistema, alteração da qualidade da água superficial e subterrânea, danos ao ecossistema aquático.
Mistura	Energia elétrica. Consumo do ar comprimido. Geração de resíduos de matéria-prima, podendo estar contaminados. Geração de efluentes industriais. Vazamento de substâncias químicas. Limpeza de máquinas, equipamentos e utensílios. Geração de produto fora da especificação. Descarte do produto acabado.	Esgotamento de recursos naturais. Alteração da qualidade do solo e ocupação de aterros sanitários. Danos ao ecossistema, alteração da qualidade da água superficial e subterrânea, danos ao ecossistema aquático.
Envase	Descarte do produto acabado. Energia elétrica. Consumo do ar comprimido. Consumo de água. Geração de resíduos de matéria-prima, podendo estar contaminados. Geração de efluentes industriais. Vazamento de substâncias químicas. Limpeza de máquinas, equipamentos e utensílios. Explosões (produtos inflamáveis). Geração de ruídos e vibrações.	Esgotamento de recursos naturais. Alteração da qualidade do solo e ocupação de aterros sanitários. Danos ao ecossistema, alteração da qualidade do solo, alteração da qualidade da água superficial e subterrânea, danos ao ecossistema aquático. Incômodos à comunidade local.
Encartuchamento	Energia elétrica. Consumo do ar comprimido. Geração de resíduos de matéria-prima, podendo estar contaminados. Geração de efluentes industriais. Limpeza de máquinas, equipamentos e utensílios.	Esgotamento de recursos naturais. Alteração da qualidade do solo e ocupação de aterros sanitários. Danos ao ecossistema, alteração da qualidade do solo, alteração da qualidade da água superficial e subterrânea, danos ao ecossistema aquático.
Encaixotamento	Geração de resíduos de matéria-prima, podendo estar contaminados.	Esgotamento de recursos naturais. Alteração da qualidade do solo e ocupação de aterros sanitários. Danos ao ecossistema, alteração da qualidade do solo, alteração da qualidade da água superficial e subterrânea, danos ao ecossistema aquático.

Fonte: Elaboração própria

No contexto da planta industrial abordada, a empresa abriga outras duas unidades destinadas a centralizar, armazenar, tratar e dispor adequadamente os resíduos gerados. A Figura 2 dispõe de uma representação do processo de tratamento e destinação de resíduos.

Figura 2 - Representação do processo de tratamento e destinação de resíduos



Fonte: Elaboração própria, a partir de dados disponibilizados pela empresa alvo do estudo.

No âmbito da gestão de resíduos, materiais inviáveis ao processo produtivo, em razão de contaminação, avarias em embalagens ou inaptidão comercial, são identificados e segregados por equipe especializada em áreas específicas, estruturando sua posterior destinação, assegurando conformidade normativa e mitigando impactos ambientais.

3.3 PRÁTICAS E PROCEDIMENTOS A SEREM ESTIMULADOS

As operações da empresa refletem compromisso institucional com a sustentabilidade e com a redução de desperdícios, expresso em políticas, posicionamento de marca e processos estruturados. Contudo, a análise aprofundada identificou oportunidades de aprimoramento capazes de ampliar o desempenho dessas práticas. Essas oportunidades, sistematizadas no Quadro 2, orientam o fortalecimento dos mecanismos de redução de perdas, a conformidade às diretrizes ambientais e o aperfeiçoamento contínuo das operações produtivas.

Quadro 2 - Oportunidades sugeridas para melhorias no processo

Etapa	Descarte	Sugestão resumida
Separação de matéria-prima	Papelão.	Devolver ao fornecedor para reutilização (cliente → fornecedor).
Fracionamento	Resíduos de matéria-prima. Sacos plásticos e lacres.	Ajustar processo/maquinário para reduzir a geração de resíduos. Utilizar apenas um saco e incorporá-lo ao processo.
Mistura	Resíduos de produto processado.	Melhorar o aproveitamento: usar sopro de ar e mangueiras menores.
Envase	Bisnagas. Resíduos de produto processado.	Instalar uma calha para evitar a queda de produto no piso. Reduzir perdas por meio da raspagem do funil e o uso de mangueiras menores.
Encartuchamento	Embalagem de papelão. Resíduos de papel.	Devolver ao fornecedor para reutilização (cliente → fornecedor). Eliminar o uso de papel dentro da caixa.

Fonte: Elaboração própria.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste estudo foi analisar o desempenho ambiental do processo de produção e envase de cosméticos em bisnagas, com foco na identificação de oportunidades de redução de resíduos e perdas, em alinhamento com práticas sustentáveis e com o aprimoramento da gestão operacional.

O artigo apresentou inicialmente uma análise histórica e conceitual sobre a temática ambiental, o direito ambiental brasileiro e a governança ambiental como componente estratégico organizacional. Sequencialmente, um estudo de caso foi conduzido em uma unidade industrial do setor de cosméticos, centrado no processo de produção e envase em bisnagas. A análise detalhada das etapas de separação de matérias-primas, fracionamento, mistura, envase, encartuchamento e encaixotamento permitiu identificar os pontos de geração de resíduos, os impactos ambientais decorrentes das operações e as oportunidades de aprimoramento aplicáveis ao contexto produtivo analisado.

As limitações da pesquisa decorreram da disponibilidade de informações, protegidas por segredo industrial. A investigação possibilitou o mapeamento detalhado das etapas produtivas, a identificação dos pontos de maior geração de resíduos, efluentes e consumo de insumos, bem

como a proposição de medidas de intervenção destinadas a minimizar os impactos ambientais associados, confirmando a consecução dos objetivos estabelecidos.

Os resultados indicaram que a etapa de envase concentrou os principais resíduos e desperdícios, incluindo papelão, aparas de bisnagas, perdas de produto e efluentes de limpeza. Foram observados impactos relacionados ao consumo de água, energia e ar comprimido, além de riscos de vazamentos, contaminação e transtornos à comunidade. Com base nesse diagnóstico, propuseram-se melhorias como retorno de embalagens, ajustes de processo e maquinário, redução de perdas no funil de envase e otimização do uso de insumos para reduzir resíduos na fonte.

Como sugestão para pesquisas futuras, recomenda-se a realização de estudos comparativos entre diferentes unidades fabris, linhas de produção ou empresas do setor, a fim de verificar a recorrência dos aspectos e impactos identificados e ampliar a possibilidade de generalização analítica.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE HIGIENE PESSOAL, PERFUMARIA E COSMÉTICOS (ABIHPEC). **Panorama do setor 2023**. São Paulo: ABIHPEC, 2023. Disponível em: <<https://abihpec.org.br/site2019/wp-content/uploads/2023/01/Panorama-do-Setor-2023.pdf>>. Acesso em: 19 mar. 2026.

ARAÚJO, L. A. D.; NUNES JR., V. S. **Curso de direito constitucional**. São Paulo: Saraiva, 2004.

BARBIERI, J. C. **Gestão ambiental e empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. São Paulo: Saraiva, 2004.

BRASIL. **Lei n. 601, de 18 de setembro de 1850**. Dispõe sobre as terras devolutas do Império. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L0601-1850.htm>. Acesso em: 19 mar. 2026.

BRASIL. **Decreto n. 23.793, de 23 de janeiro de 1934**. Aprova o código florestal que com este baixa. 1934a. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/D23793.htm>. Acesso em: 19 mar. 2026.

BRASIL. **Decreto n. 24.643, de 10 de julho de 1934**. Decreta o Código de Águas. 1934b. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D24643compilado.htm>. Acesso em: 20 mar. 2026.

BRASIL. **Lei n. 4.504, de 30 de novembro de 1964**. Dispõe sobre o Estatuto da Terra, e dá outras providências. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L4504.htm>. Acesso em: 19 mar. 2026.

BRASIL. **Lei n. 5.197, de 3 de janeiro de 1967a**. Dispõe sobre a proteção à fauna e dá outras providências. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l5197.htm>. Acesso em: 19 mar. 2026.

BRASIL. **Decreto-Lei n. 221, de 28 de fevereiro de 1967b**. Dispõe sobre a proteção e estímulos à pesca e dá outras providências. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/Del0221.htm>. Acesso em: 19 mar. 2026.

BRASIL. **Decreto-Lei n. 227, de 28 de fevereiro de 1967c**. Dá nova redação ao Decreto-Lei n. 1.985, de 29 de janeiro de 1940 (Código de Minas). Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del0227.htm>. Acesso em: 19 mar. 2026.

BRASIL. **Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm>. Acesso em: 19 mar. 2026.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/ConstituicaoCompilado.htm>. Acesso em: 19 mar. 2026.

BRASIL. **Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm>. Acesso em: 19 mar. 2026.

BRASIL. **Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9605.htm>. Acesso em: 19 mar. 2026.

BRASIL. **Lei n. 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9985.htm>. Acesso em: 19 mar. 2026.

BRASIL. Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional. **Agenda 21 brasileira: resultado da consulta nacional**. 2. ed. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2010. Disponível em: <https://educacao.cemaden.gov.br/wp-content/uploads/2024/06/agenda_brasileira_consulta_nacional.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2026.

BRASIL. Lei n. 12.305, de 3 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da União: seção 1**, Brasília, DF, p. 3, 3 ago. 2012. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 19 mar. 2026.

BRASIL. **Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n.s 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis n.s 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória n. 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 19 mar. 2026.

BRASIL. **Lei n. 14.026, de 15 de julho de 2020.** Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei n. 9.984, de 17 de julho de 2000. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm>. Acesso em: 19 mar. 2026.

BRUNS, Giovana Baggio de. **Afinal, o que é gestão ambiental?** [S. l.]: Ambiente Brasil, 2023. Disponível em: <https://ambientes.ambientebrasil.com.br/gestao/artigos/afinal_o_que_e_gestao_ambiental.html>. Acesso em: 19 mar. 2026.

CÂMARA, João Batista Drummond. Governança ambiental no Brasil: ecos do passado. **Revista de Sociologia e Política**, Curitiba, v. 21, n. 46, p. 125-146, jun. 2013. DOI: 10.1590/S0104-44782013000200008.

CANOTILHO, J. J. G. **Direito constitucional e teoria da constituição.** 2. ed. [S. l.]: Almedina, 1998.

CROOM, S. Methodological concerns for operations management research. In: **EDEN DOCTORAL SEMINAR ON RESEARCH METHODOLOGY IN OPERATIONS MANAGEMENT**, 2005, Brussels, Belgium. [Anais...]. Brussels, 2005.

DIAS, R. **Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade.** São Paulo: Atlas, 2006.

FAUCHEUX, S.; HAAKE, J.; NICOLAÏ, I. Implications de la mondialisation économique sur la relation environnement-entreprises. **Rapport de recherche**, [S. l.], n. 95285, 1997.
FERNANDES, V. C. **Estudos de impacto ambiental: um instrumento de gestão ambiental aplicado em diagnósticos arqueológicos.** 2006. Monografia (Curso de Gestão Ambiental) – Faculdades Bagozzi, Curitiba, 2006.

GILLAN, S. L.; KOCH, A.; STARKS, L. T. Firms and social responsibility: a review of ESG and CSR research in corporate finance. **Journal of Corporate Finance**, v. 66, art. 101889, 2021. DOI: 10.1016/j.jcorpfin.2021.101889.

GREY LITERATURE NETWORK SERVICE (GreyNet). **Grey Literature Network Service.** [S. l.], 2023. Disponível em: <<http://www.greynet.org/>>. Acesso em: 19 mar. 2026.

GROENEWEGEN, P.; VERGRAGT, P. Environmental issues as threats and opportunities for technological innovation. **Technology Analysis and Strategic Management**, v. 3, n. 1, p. 43-55, 1991.

MASSOCA, Paulo Eduardo dos Santos; BRONDÍZIO, Eduardo Sonnewend. Protegemos quando valorizamos: história da legislação florestal brasileira. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 36, n. 106, set./out. 2022. DOI: 10.1590/s0103-4014.2022.36106.011.

MENDES BAPTISTA, J. L.; RODOLPHO, D. Gestão dos resíduos na indústria alimentícia. **Revista Interface Tecnológica**, v. 18, n. 1, p. 567-579, 2021. DOI: 10.31510/infa.v18i1.1139.

MILES, M. B.; HUBERMAN, A. M.; SALDAÑA, J. **Qualitative data analysis: a methods sourcebook**. 3. ed. Thousand Oaks: SAGE Publications, 2014.

MILANI, C.; SOLINÍS, G. Pensar a democracia na governança mundial: algumas pistas para o futuro. In: MILANI, C.; ARTURI, C.; SOLINÍS, G. (org.). **Democracia e governança mundial: que regulações para o século XXI?** Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2002. p. 1-20.

MONGEON, P.; PAUL-HUS, A. The journal coverage of Web of Science and Scopus: a comparative analysis. **Scientometrics**, v. 106, n. 1, p. 213-228, 2016. DOI: 10.1007/s11192-015-1765-5.

MOREIRA, Kátia Soares *et al.* The evolution of environmental legislation in the Brazilian historical context. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 2, p. e14010212087, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i2.12087.

MOURA, L. A. A. de. **Qualidade e gestão ambiental: sugestões para implantação das normas ISO 14000 nas empresas**. 2. ed. São Paulo: Juarez de Oliveira, 2000.
PORTER, M. E. **Estratégia competitiva**. Rio de Janeiro: Campus, 1991.

PORTER, M. E.; VAN DER LINDE, C. Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship. **Journal of Economic Perspectives**, v. 9, n. 4, p. 97-118, 1995. DOI: 10.1257/jep.9.4.97.

REIS, Eduardo dos *et al.* Avaliação socioambiental dos municípios de Santos e São Vicente no litoral paulista/Brasil: aplicação da análise de redes sociais ao arcabouço conceitual do DPSIR. **Revista Processando o Saber**, [s. l.], v. 17, n. 01, p. 261-278, 6 jun. 2025. DOI: 10.5281/zenodo.15499049.

ROSENAU, J. N.; CZEMPIEL, E. **Governance without government: order and change in world politics**. Cambridge: Cambridge University Press, 1992.

ROVERY, M. H. **Metodologia da Pesquisa**. Disponível em:
http://www.unilestemg.br/fapemig/downloads/exame_2004/1_Estrutura_Projeto_Pesquisa.do. Acesso em: 19 mar. 2026.

TACHIZAWA, T. **Organizações não governamentais e terceiro setor: criação de ONGs e estratégias de atuação**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2014.
VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 6. ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2005.

WAINER, Ann Helen. Legislação ambiental brasileira: evolução histórica do direito ambiental. **Revista de Informação Legislativa**, Brasília, v. 30, n. 118, p. 191-206, abr./jun. 1993. Disponível em: <<https://www2.senado.leg.br/bdsf/handle/id/176003>>. Acesso em: 19 mar. 2026.

O ESG e a busca de sustentabilidade na gestão hospitalar: um estudo crítico



The ESG and the quest for sustainability in hospital management: a critical study

Wagner Fernando 

Universidade Anhanguera - UNIDERP
wagnerabreu83@gmail.com

Rosemary Matias 

Universidade Anhanguera - UNIDERP
rosematiasc@gmail.com

Alessandro Marco Rosini 

Universidade Anhanguera - UNIDERP
alessandro.rossini@yahoo.com

Ronaldo Raemy Rangel 

Fundação Getúlio Vargas - FGV
ronaldorrangel@gmail.com

Gilberto Gonçalves Facco 

Universidade Anhanguera - UNIDERP
gilbertogfacco@hotmail.com

Revista Processando o Saber

eISSN 2179-5150 - Vol 18, n. 01, 2026
Multidisciplinar - DOI - Revisão por pares

Faculdade de Tecnologia Praia Grande - FATEC

Períodicidade: Anual
revista@fatecpg.edu.br

Recebido: Jan 2026

Aceito: Mar 2026

Publicado: Jun 2026

URL: <https://www.fatecpg.edu.br/revista/index.php/ps/article/view/441>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.20029937>



RESUMO

O setor hospitalar tem grande relevância econômica no Brasil, contribuindo para o PIB e garantindo serviços de saúde de qualidade. No entanto, enfrenta desafios na adoção de novas tecnologias e modelos de gestão. A inovação vai além de terapias e dispositivos médicos, incluindo digitalização, inteligência artificial e capacitação profissional. Nesse contexto, as práticas ESG (ambientais, sociais e de governança) são essenciais para a sustentabilidade operacional, a redução de impactos ambientais e o bem-estar dos funcionários e da comunidade. Com base na complexidade do processo de inovação na área da saúde, o objetivo deste artigo é realizar uma associação entre as inovações tecnológicas e ambientais, implementadas em unidades hospitalares e os possíveis impactos no faturamento. Este estudo adota uma abordagem qualitativa e bibliográfica, baseada na análise de artigos a busca nos catálogos de bibliotecas e em bases de dados on-line, como o portal de

periódicos da CAPES, SCIELO, WEB OF SCIENCE, REDALIC e DOAJ, a fim de compilar uma lista preliminar de fontes relevantes, no período de 2010 a 2025. Conclui-se que a inovação na saúde, sob a ótica do ESG, equilibra tecnologia, sustentabilidade e viabilidade financeira. Sua implementação melhora a eficiência hospitalar, reduz impactos ambientais e gera benefícios econômicos, consolidando um modelo de gestão mais responsável e alinhado às necessidades da sociedade.

PALAVRAS-CHAVE: Inovação; Gestão Hospitalar; ESG; Sustentabilidade.

ABSTRACT

The hospital sector holds great economic importance in Brazil, contributing to the GDP and ensuring quality healthcare services. However, it faces challenges in adopting new technologies and management models. Innovation goes beyond therapies and medical devices, encompassing digitalization, artificial intelligence, and professional development. In this context, ESG (environmental, social, and governance) practices are essential for operational sustainability, reducing environmental impacts, and promoting the well-being of employees and the community. Based on the complexity of the innovation process in healthcare, this article aims to establish an association between technological and environmental innovations implemented in hospital units and their possible impacts on revenue. This study adopts a qualitative and bibliographical approach, based on the analysis of articles and searches in library catalogs and online databases, such as the CAPES periodicals portal, SCIELO, WEB OF SCIENCE, REDALIC and DOAJ, in order to compile a preliminary list of relevant sources, in the period from 2010 to 2025. It is concluded that innovation in healthcare, from the ESG perspective, balances technology, sustainability, and financial viability. Its implementation improves hospital efficiency, reduces environmental impacts, and generates economic benefits, consolidating a more responsible management model aligned with society's needs.

KEY-WORDS: Innovation; Hospital Management; ESG; Sustainability.

INTRODUÇÃO

O setor de serviços é considerado um dos principais setores de atividades para o crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) no Brasil, contribuindo com aproximadamente R\$1 trilhão (Instituto brasileiro de geografia e estatística – IBGE, 2020). Serviços hospitalares, em especial, apresentou 7,6% de valor adicionado ao PIB, o que sugere que o setor tem se tornado cada vez mais relevante para a economia nacional.

Contudo, ainda que a área da saúde apresente crescimento em sua contribuição econômica, inovar no setor de serviços pode ser um desafio. Estudos recentes apontam que a inovação na área da saúde pode assumir múltiplas formas, desde terapias medicamentosas, procedimentos cirúrgicos, dispositivos e testes, até novas formas de treinamento de profissionais de saúde, educação do paciente, modelos de gestão, financiamento e prestação de serviços, frequentemente articuladas à noção de inovação responsável e sustentabilidade dos sistemas de saúde (LEHOUX et al., 2022).

A sustentabilidade social tem se tornado um componente central na estratégia das empresas, especialmente nas organizações de saúde, que desempenham um papel fundamental no bem-estar das comunidades e na melhoria da qualidade de vida. Nesse contexto, a Bolsa de Valores do Brasil (B3) tem sido uma plataforma relevante para o acompanhamento do desempenho de empresas do setor de saúde, que cada vez mais buscam adotar práticas responsáveis que atendam não apenas aos interesses econômicos, mas também aos sociais e ambientais. A incorporação de princípios de sustentabilidade social nas práticas empresariais pode ser vista como um reflexo da crescente pressão da sociedade por uma atuação mais responsável das corporações, especialmente no setor de saúde, que lida com aspectos sensíveis da vida humana e coletiva (PWC, 2023; DELOITTE, 2023; BOFFO; PATALANO, 2020).

As empresas de saúde listadas na B3, como a Rede D'or São Luiz (RDOR3), Hapvida (HAPV3), Fleury (FLRY3) e Kora Saúde (KRSA3), têm demonstrado um engajamento crescente com a sustentabilidade social, entendendo que, além de oferecer cuidados médicos de qualidade, elas devem contribuir positivamente para as comunidades onde operam. Por exemplo, a Rede D'or São Luiz, uma das maiores redes de hospitais privados no Brasil, tem investido em práticas que visam promover a inclusão social e a melhoria do acesso à saúde para populações carentes, refletindo um compromisso não apenas com a saúde física, mas também com o fortalecimento da coesão social (PWC, 2023).

A sustentabilidade social também se reflete na gestão dos processos internos dessas organizações. Empresas como a Hapvida têm adotado políticas de inclusão e diversidade em

seus ambientes de trabalho, buscando proporcionar igualdade de oportunidades para todos os seus colaboradores, independentemente de gênero, etnia ou condição social. Isso contribui para um ambiente corporativo mais justo e representativo, refletindo a crescente preocupação das empresas com os aspectos sociais e humanos de suas operações (PWC, 2023).

A relevância da sustentabilidade social no setor de saúde é ainda mais evidente quando se observa o impacto das práticas responsáveis na performance das empresas listadas na B3. Pesquisas demonstram que a adoção de práticas de sustentabilidade social contribui para o fortalecimento da imagem corporativa, atraindo mais investidores e consumidores engajados em causas sociais. Além disso, os indicadores de desempenho social, como a redução das desigualdades no acesso à saúde, a melhoria das condições de trabalho e a promoção de ações educacionais, têm se mostrado fatores importantes para o sucesso a longo prazo dessas empresas.

Dessa forma, o objetivo deste artigo é realizar uma associação entre as inovações tecnológicas e ambientais, implementadas em unidades hospitalares e os possíveis impactos no faturamento.

Além disso, este estudo busca avançar na literatura ao propor uma leitura organizacional do ESG aplicada ao setor hospitalar. Diferentemente de abordagens predominantes que tratam o ESG sobretudo como instrumento de sinalização ao mercado financeiro ou como dimensão normativa da sustentabilidade corporativa, o presente artigo enfatiza seus efeitos internos sobre a estrutura e o funcionamento das organizações de saúde. Argumenta-se que os impactos econômicos do ESG não são diretos, mas mediados por transformações nos processos, na eficiência operacional e na qualidade assistencial, especialmente quando articulados à adoção de inovações tecnológicas e organizacionais. Ao explicitar essa questão, o estudo propõe uma conexão sustentabilidade, inovação e desempenho econômico no contexto de serviços hospitalares, contribuindo para uma compreensão mais integrada entre gestão, sustentabilidade e resultados organizacionais.

Dito de outra forma, o artigo discute como a combinação entre inovação e práticas ESG pode tornar a gestão hospitalar mais sustentável, eficiente e financeiramente viável. A partir de uma revisão bibliográfica qualitativa, fundamentada na literatura sobre ESG e *ratings* (como Refinitiv), o texto demonstra que inovação em saúde vai além de terapias e equipamentos, incluindo digitalização, IA, novos modelos de gestão e capacitação profissional.

1. REVISÃO DA LITERATURA

A inovação desempenha um papel crucial no desenvolvimento econômico e social, impulsionando a competitividade e o progresso das nações. Compreender e analisar adequadamente as dimensões, características e efeitos da inovação requer a adoção de abordagens e diretrizes consagradas internacionalmente. Nesse contexto, dois manuais amplamente reconhecidos se destacam como referências essenciais: o Manual de Oslo 4 e o Manual de Frascati.

1.1 O MANUAL DE OSLO 4: MENSURAÇÃO E TIPOLOGIA DA INOVAÇÃO

O Manual de Oslo 4, publicado pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), é um guia fundamental para a mensuração das atividades de inovação e a classificação dos tipos de inovação. Ele proporciona um arcabouço conceitual e metodológico para a coleta e análise de dados relacionados à inovação, permitindo uma compreensão mais precisa do seu impacto nos resultados econômicos e sociais (OCDE, 2018).

De acordo com o Manual de Oslo 4, a inovação é definida como "a implementação de um produto (bem ou serviço), processo, método organizacional ou prática comercial nova ou significativamente aprimorada, com resultados positivos" (OCDE, 2018, p. 55). Essa definição abrange uma ampla gama de atividades inovadoras, desde melhorias incrementais até inovações radicais, e enfatiza a importância da obtenção de resultados positivos em termos de desempenho econômico, produtividade, competitividade e impacto social.

O Manual de Oslo 4 também destaca a necessidade de considerar diferentes tipos de inovação, como inovações de produto, processo, marketing e organizacional. Esses tipos de inovação estão interconectados e podem ser complementares, influenciando o desempenho e a competitividade das organizações (OCDE, 2018). Ao adotar a estrutura do Manual de Oslo 4, é possível obter uma visão abrangente e sistematizada da inovação em diferentes setores e contextos.

1.2 O MANUAL DE FRASCATI: MEDIÇÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

Desenvolvido pela OCDE, o Manual de Frascati concentra-se na medição da inovação tecnológica, fornecendo diretrizes específicas para a coleta e interpretação de dados de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e atividades relacionadas. Ele busca capturar as dimensões

tecnológicas da inovação, levando em consideração os processos de criação e difusão de conhecimento, bem como a adoção de tecnologias avançadas em produtos e processos (OCDE, 2015).

De acordo com o Manual de Frascati, a inovação tecnológica envolve a implementação de "um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente aprimorado, ou um processo, ou um novo método de marketing, ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas" (OCDE, 2015, p. 45). Essa definição destaca a importância da adoção e aplicação de tecnologias avançadas em diversas áreas e atividades, refletindo o papel central da tecnologia na inovação.

O Manual de Frascati fornece orientações detalhadas para a mensuração e análise da inovação tecnológica, abrangendo aspectos como investimentos em P&D, colaboração em pesquisa, patentes e outras formas de propriedade intelectual, bem como transferência de tecnologia e inovação em serviços (OCDE, 2015). Ele desempenha um papel essencial na coleta de dados confiáveis e comparáveis sobre a atividade inovadora, permitindo uma compreensão aprofundada dos fatores impulsionadores e dos resultados da inovação tecnológica.

1.3 ASSOCIAÇÃO E SINERGIAS ENTRE OS MANUAIS DE OSLO 4 E FRASCATI

Uma compreensão rigorosa da dinâmica da inovação, especialmente no complexo setor da saúde, requer a correta aplicação dos referenciais da OCDE. Embora complementares, os Manuais de Oslo e Frascati possuem escopos metodológicos distintos. O Manual de Frascati fornece as diretrizes para mensurar os insumos do processo inovativo, focando nos investimentos e recursos alocados em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) (OCDE, 2015). Trata-se, portanto, de uma métrica de input, crucial para entender o esforço científico e tecnológico de uma instituição.

Já o Manual de Oslo é o instrumento concebido para mensurar a inovação propriamente dita, definida como a implementação de um produto, processo, método organizacional ou de marketing novo ou significativamente aprimorado (OCDE, 2018). Ele avalia os outputs e *outcomes*, ou seja, os resultados concretos e bem-sucedidos que chegam ao mercado ou são adotados internamente.

No contexto deste estudo, essa distinção é fundamental. A associação proposta entre inovações tecnológicas/ambientais e o faturamento hospitalar deve ser ancorada no conceito de inovação do Manual de Oslo. Por outro lado, o Manual de Frascati oferece a lente para avaliar

o nível de P&D que pode subsidiar tais inovações. A sinergia entre os quadros ocorre quando se compreende que investimentos em P&D (medidos pelo Frascati) são um vetor importante, mas não suficiente, para gerar inovações implementadas (medidas pelo Oslo). Para hospitais e pesquisadores, utilizar essas ferramentas com precisão significa evitar o equívoco de equiparar gasto com tecnologia a resultado inovador, permitindo uma avaliação mais fidedigna do desempenho e do retorno sobre os investimentos em ciência, tecnologia e inovação.

1.4 ENVIRONMENTAL, SOCIAL AND GOVERNANCE (ESG)

A pesquisa sobre tópicos ambientais, sociais e de governança corporativa (ESG) explodiu na última década, assim como a importância de integrar dados ESG às decisões de investimento no setor de gestão de ativos (muitas vezes também referido como investimento responsável ou sustentável). De 2010 a 2020, os ativos administrados usando estratégias de investimento ESG por instituições domiciliadas nos EUA cresceram de US\$ 3 trilhões para mais de US\$ 17 trilhões, com um em cada três dólares americanos investidos agora sendo administrados de acordo com os princípios ESG (US-SIF, 2020).

No Brasil, tem sido observado crescimento nos investimentos para esse tipo de abordagem. Segundo a Deloitte e o Instituto Brasileiro de Relações com Investidores 74% das empresas de capital aberto sinalizam interesse em realizar investimentos em ESG (Deloitte, 2023).

O crescente interesse dos investidores em fatores ESG reflete a visão de que questões ambientais, sociais e de governança corporativa – incluindo riscos e oportunidades – podem afetar o desempenho de longo prazo dos emissores e, portanto, devem receber a devida consideração nas decisões de investimento. Embora as definições difiram quanto à forma de consideração dos riscos ESG, em termos gerais, o investimento ESG é uma abordagem que busca incorporar fatores ambientais, sociais e de governança na alocação de ativos e nas decisões de risco, de modo a gerar retornos financeiros sustentáveis e de longo prazo (Boffo e Patalano, 2020).

Dessa forma, alguns investidores buscam aumentar a sustentabilidade dos retornos de longo prazo e outros podem desejar incorporar um alinhamento mais formalizado com os valores sociais. Em ambos os casos, há evidências crescentes de que a sustentabilidade das finanças deve incorporar fatores externos mais amplos para maximizar retornos e lucros no

longo prazo, ao mesmo tempo em que reduz a propensão a controvérsias que corroem a confiança das partes interessadas.

O investimento ESG também atraiu recentemente o interesse do setor público, incluindo bancos centrais que expressaram apoio a maneiras de ajudar na transição de sistemas financeiros para economias “mais verdes” e de baixo carbono. Vários bancos centrais em economias de mercado avançadas e emergentes se comprometeram a integrar a avaliação ESG e as práticas de investimento em algumas de suas responsabilidades, como gestão de reservas e práticas de supervisão, incluindo testes de estresse. Independentemente da trajetória real das mudanças climáticas, as decisões tomadas por empresas e intermediários financeiros indicam que a transição climática e os riscos físicos afetarão cada vez mais o setor financeiro e devem ser incluídos na avaliação da estabilidade financeira (Elsenhuber e Skenderasi, 2018).

Diante da crescente demanda, o setor financeiro está criando mais produtos e serviços relacionados a classificações, índices e fundos ESG. As empresas que se autodenominam provedoras de *ratings* ESG se multiplicaram. O número de índices ESG, fundos de ações e renda fixa está agora na casa das centenas e continua a se expandir (Boffo e Patalano, 2020). Os investidores agora podem se envolver em investimentos ESG por meio de produtos de baixo risco, como fundos do mercado monetário, *smart beta Exchange Traded Funds* (ETF) passivos e podem até mesmo assumir posições por meio de fundos de cobertura que combinam estratégias sintéticas sofisticadas com investimento alfa ESG (Boffo e Patalano, 2020).

Nesse contexto, os investidores buscam se posicionar para uma transição para uma economia de baixo carbono e podem investir em fundos de transição verde renováveis. Nesse sentido, o mercado financeiro tem se mostrado ágil em responder às demandas dos investidores de forma transparente e orientada para o cliente.

As pontuações ESG são importantes para os investidores, pois os fluxos de fundos reagem fortemente às classificações ESG dos fundos mútuos, que são construídas com base nas classificações ESG das empresas do portfólio dos fundos (Hartzmark e Sussman, 2019).

A crescente importância das pontuações ESG fez com que formuladores de políticas, investidores, empresas e pesquisadores levantassem questões sobre sua confiabilidade, consistência e qualidade geral. Por exemplo, Gibson *et al.* (2019) e Berg, Koelbel e Rigobon (2021) documentam grande discordância entre os principais provedores de classificação ESG em suas avaliações da qualidade ESG das empresas. Tang, Yan e Yao (2021) por sua vez, mostram que o MSCI deu pontuações ESG mais altas para empresas conectadas a ele por meio de propriedade institucional do que para outras empresas.

Portanto, não é surpreendente que 26% dos profissionais de investimento pesquisados por Amel-Zadeh e Serafeim (2018) indiquem preocupações com a confiabilidade da classificação ESG, embora 82% usem dados ESG no processo de investimento. Preocupações também foram levantadas no *SEC's Asset Management Advisory Committee*, onde os membros afirmaram que “as pontuações ESG não remontam muito na história e são frequentemente preenchidas [...]” (SEC, 2020, p. 9).

1.5 PONTUAÇÕES REFINITIV ESG

As pontuações ESG da Refinitiv tentam medir a qualidade ESG de uma empresa. As pontuações gerais do ESG, bem como as subpontuações dos pilares E, S e G, são pontuações de classificação percentil e são dimensionadas para variar entre 0 (mínimo) e 100 (pontuação máxima).

De acordo com a Refinitiv, as pontuações baseiam-se no desempenho relativo dos fatores ESG com o setor da empresa (para ambiental e social) e o país de incorporação (para governança) (Refinitiv, 2020). As pontuações foram inicialmente construídas pela ASSET4, uma empresa adquirida em 2009 pela Thomson Reuters.

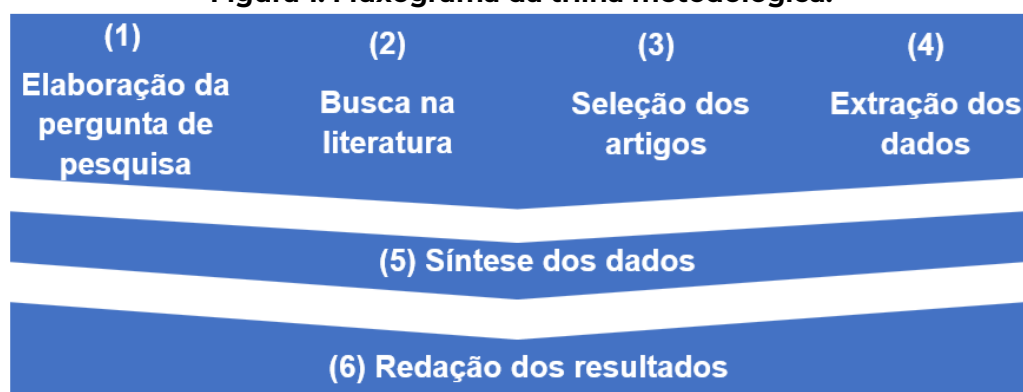
A implementação de um modelo de governança hospitalar eficiente requer uma liderança estruturada, processos de controle bem definidos e uma cultura organizacional que valorize a transparência e a inovação. A adoção de ferramentas de compliance e gestão de riscos é essencial para minimizar fraudes, melhorar a conformidade regulatória e garantir a prestação de serviços de saúde com equidade e segurança. Além disso, a digitalização e o uso de tecnologias, como inteligência artificial e análise de dados, têm permitido uma governança mais preditiva e baseada em indicadores de desempenho, o que facilita a tomada de decisões estratégicas e melhora a experiência dos pacientes (Chen, 2021).

Portanto, a governança hospitalar não se limita a um conjunto de normas burocráticas, mas representa um pilar estratégico para a sustentabilidade e a excelência no setor da saúde. Hospitais que adotam boas práticas de governança fortalecem sua credibilidade, otimizam seus processos e oferecem um atendimento mais seguro e eficiente, contribuindo para a construção de um sistema de saúde mais resiliente e inovador.

2. METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa de natureza bibliográfica, com abordagem interpretativa, fundamentada na análise de artigos científicos e referências teóricas relacionadas ao conceito de ESG (*Environmental, Social and Governance*) no contexto hospitalar. A condução metodológica seguiu uma trilha de pesquisa adaptada de Freire Galvão et al. (2014), estruturada em etapas sequenciais: (1) elaboração da pergunta de pesquisa, (2) busca na literatura, (3) seleção dos artigos, (4) extração dos dados, (5) síntese dos dados e (6) redação dos resultados, conforme apresentado no fluxograma metodológico (Figura 1).

Figura 1. Fluxograma da trilha metodológica.



Fonte: Autores

Inicialmente, foram elaboradas as seguintes questões norteadoras: (1) Quais são os principais desafios para a implementação de inovações tecnológicas no setor hospitalar brasileiro? (2) Como as políticas públicas podem incentivar a adoção de práticas ESG no setor hospitalar? (3) Quais são os principais modelos de gestão inovadores adotados por hospitais no Brasil e no mundo? (4) Como a capacitação de profissionais influencia a adoção e a eficácia das inovações no setor de saúde?

Na etapa exploratória da busca bibliográfica, foi realizada uma análise preliminar com o objetivo de compreender a amplitude da produção científica relacionada ao conceito de ESG e suas interfaces com o setor da saúde. Para isso, foram utilizados diferentes descritores em catálogos de bibliotecas e bases de dados on-line, incluindo o Portal de Periódicos da CAPES, a Scopus, a Web of Science, a PubMed e a ScienceDirect.

Os resultados dessa busca inicial evidenciaram ampla variação no volume de publicações conforme o descritor utilizado, sendo identificados aproximadamente: “ESG” (162.000 artigos), “ESG e saúde” (4.390 artigos), “ESG hospitalar” (307 artigos), “ESG e

sustentabilidade” (4.640 artigos), “ESG e práticas sustentáveis” (3.520 artigos), “ESG e indicadores de desempenho” (2.760 artigos) e “ESG e inovações tecnológicas” (1.880 artigos).

Essa etapa permitiu identificar que, embora o termo ESG apresente ampla disseminação na literatura científica, sua aplicação específica ao contexto hospitalar ainda é relativamente restrita. Observa-se uma redução significativa no número de estudos quando o descritor é direcionado para o setor da saúde, e, de forma mais acentuada, quando associado diretamente ao ambiente hospitalar. Diante desse cenário, optou-se pela utilização do descritor específico: “ESG AND hospital”. Essa escolha metodológica foi fundamentada na necessidade de delimitar a análise à produção científica que aborda explicitamente a aplicação do conceito ESG no contexto hospitalar, permitindo avaliar o grau de consolidação desse campo de investigação. Além disso, a adoção de um descritor mais restritivo contribui para reduzir a dispersão temática observada em buscas amplas, nas quais o termo ESG aparece associado a diferentes setores e áreas do conhecimento.

As buscas foram realizadas nas bases de dados mencionadas, sem restrição temporal inicial. Foram considerados artigos científicos publicados em periódicos nacionais e internacionais, posteriormente classificados em duas categorias: (i) periódicos nacionais (vinculados ao contexto brasileiro) e (ii) periódicos internacionais publicados em língua inglesa.

Quadro 1. Distribuição dos artigos por categoria e idioma

Categoria de publicação	Idioma	Número de artigos	Observações
Periódicos nacionais (Brasil)	Português / Inglês	5	Baixa ocorrência do descritor ESG associado ao contexto hospitalar
Periódicos internacionais	Inglês	30	Produção recente, concentrada principalmente após 2020
Total geral	—	35	Campo emergente, com baixa padronização terminológica

Fonte: Autores

Na etapa de seleção dos artigos, realizou-se uma triagem inicial com base na leitura de títulos, resumos e palavras-chave, a fim de verificar a aderência ao tema proposto. Em seguida, os estudos selecionados foram analisados integralmente, considerando sua relevância, abordagem metodológica e contribuição científica.

A etapa de extração dos dados consistiu na identificação e sistematização das principais informações dos estudos, incluindo objetivos, metodologias, resultados e conclusões. Posteriormente, os dados foram organizados em categorias temáticas, permitindo a análise comparativa entre os estudos.

A síntese dos dados foi conduzida de forma descritiva e analítica, destacando convergências, divergências e lacunas na literatura. Por fim, procedeu-se à redação dos resultados, articulando os achados da revisão com uma análise crítica fundamentada.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A incorporação de práticas ESG, articulada à adoção de inovações tecnológicas e organizacionais, impacta o desempenho econômico hospitalar por meio de múltiplos mecanismos interdependentes. No eixo ambiental, a implementação de soluções voltadas à eficiência energética, gestão de resíduos e uso racional de insumos reduz custos operacionais recorrentes, ampliando margens financeiras. No plano social, políticas de valorização do capital humano e melhoria das condições de trabalho contribuem para a redução da rotatividade e do absenteísmo, elevando a produtividade e a qualidade assistencial, o que tende a aumentar a demanda por serviços. Já no âmbito da governança, a adoção de práticas de transparência, compliance e gestão de riscos reduz incertezas institucionais, melhora o acesso a financiamento e pode diminuir o custo de capital. Esses três vetores, quando combinados com a digitalização de processos e o uso de tecnologias como inteligência artificial e análise de dados, promovem ganhos de eficiência operacional e melhor alocação de recursos, resultando em maior capacidade de atendimento, otimização de receitas e, consequentemente, impacto positivo sobre o faturamento e a sustentabilidade financeira das instituições hospitalares ao longo do tempo.

Tal dimensão diz respeito ao fato de que práticas ESG não devem ser tratadas apenas como atributos reputacionais, mas como insumos organizacionais capazes de alterar a forma como o hospital coordena recursos, pessoas e processos. Por exemplo, a adoção das práticas ESG permite a conversão dos ganhos operacionais em resultado econômico já que redução de custos recorrentes amplia margens, reduz riscos, melhora da qualidade assistencial e da experiência do paciente.

Assim, a discussão não está apenas em afirmar que hospitais sustentáveis são economicamente mais fortes, mas em demonstrar o nexos causal em que práticas ESG e inovação tecnológica reorganizam processos, melhoram a alocação de recursos, reduzem custos, elevam qualidade e credibilidade institucional e, por essa via, repercutem sobre receitas, margens e sustentabilidade financeira,

Diversos autores confirmam que a inovação no setor hospitalar e a adoção de práticas de ESG (ambientais, sociais e de governança) têm se mostrado essenciais para garantir o

crescimento sustentável e a eficiência das instituições de saúde (PWC, 2023; Boffo; Patalano, 2020). O setor de serviços, em especial o hospitalar, desempenha um papel relevante na economia brasileira, contribuindo de maneira significativa para o Produto Interno Bruto (PIB) (IBGE, 2020). Com a crescente relevância deste setor, surgem desafios consideráveis, especialmente no que se refere à implementação de inovações tecnológicas e práticas de sustentabilidade que buscam melhorar tanto a eficiência econômica quanto o impacto social e ambiental (Hernandes, Mazzi e Faustino-dias, 2020).

A inovação no setor de saúde pode ocorrer de diversas formas, como o desenvolvimento de novos procedimentos médicos, melhorias na educação dos pacientes e a implementação de modelos de gestão mais eficientes. Essas mudanças são fundamentais para modernizar o setor hospitalar, que enfrenta demandas cada vez maiores por qualidade no atendimento, além de um controle rigoroso dos custos operacionais, criando um ambiente organizacional que favoreça a criatividade e facilite a implementação de novas práticas (Greenhalgh et al., 2017).

Além das inovações tecnológicas, os modelos de gestão inovadores também desempenham um papel importante na busca pela sustentabilidade das instituições de saúde. A maneira como os hospitais organizam seus processos e práticas tem um impacto direto em sua eficiência e na qualidade dos serviços prestados. Portanto, a inovação organizacional é um componente essencial para garantir o sucesso no setor de serviços hospitalares (Gibson et al., 2019).

A adoção de práticas ESG no setor hospitalar oferece uma série de benefícios, que vão desde a melhoria da reputação institucional até a otimização dos recursos utilizados nas operações diárias. No campo ambiental, por exemplo, a implementação de práticas sustentáveis, como a redução do desperdício de recursos e a adoção de tecnologias que aumentem a eficiência energética, pode contribuir significativamente para a redução de custos operacionais, além de minimizar o impacto ambiental das atividades hospitalares (Berg, Koelbel e Rigobon, 2022).

No âmbito social, as práticas ESG podem promover uma gestão mais inclusiva, garantindo diversidade e equidade no ambiente de trabalho, além de melhorar as condições de trabalho dos profissionais de saúde. A adoção dessas práticas é cada vez mais vista como um diferencial competitivo, à medida que investidores e consumidores buscam por empresas socialmente responsáveis (Hartzmark e Sussman, 2019). Dessa forma, hospitais que adotam práticas ESG não só melhoram sua imagem pública, como também se tornam mais atraentes para investimentos voltados ao crescimento sustentável (Amel-zadeh e Serafeim, 2018).

Além disso, a implementação de boas práticas de governança corporativa pode contribuir para a melhoria dos resultados financeiros das instituições de saúde. A integração de aspectos sociais, ambientais e de governança nas operações hospitalares cria um ambiente favorável à sustentabilidade econômica a longo prazo (Boffo e Patalano, 2020).

Apesar dos benefícios evidentes da adoção de práticas ESG e da inovação no setor hospitalar, os desafios são significativos. A implementação de inovações, por exemplo, muitas vezes envolve altos custos iniciais, o que pode ser uma barreira, especialmente para hospitais com recursos financeiros limitados. Além disso, a resistência cultural dentro das organizações pode dificultar a adoção de novas práticas e tecnologias (Hernandes, Mazzi e Faustino-dias, 2020).

Por outro lado, as oportunidades decorrentes dessas inovações são significativas. Instituições que incorporam tecnologias emergentes e integram práticas ESG ao seu cotidiano tendem não apenas a reduzir os custos operacionais, como também a elevar a qualidade dos serviços oferecidos, fortalecendo sua competitividade no setor.

A integração de inovações tecnológicas e práticas ESG no setor hospitalar tem o potencial de transformar a maneira como as instituições de saúde operam, promovendo não apenas a melhoria do desempenho financeiro, mas também um impacto positivo na sustentabilidade social e ambiental. A adoção dessas práticas oferece um caminho promissor para enfrentar os desafios futuros, como a redução do impacto ambiental e a promoção da equidade no atendimento aos pacientes (Gibson et al., 2019).

A incorporação de práticas ESG no setor hospitalar transcende os benefícios ambientais e sociais, tornando-se um diferencial estratégico para a competitividade e o crescimento econômico. A adoção de medidas sustentáveis não apenas reforça a responsabilidade socioambiental das instituições de saúde, mas também serve como referência para outras indústrias de serviços, impulsionando um movimento mais amplo de compromisso com a sustentabilidade. Hospitais que investem em governança eficiente, redução de impactos ambientais e políticas inclusivas fortalecem sua reputação e atraem investidores, além de aprimorarem sua relação com a comunidade e os profissionais da saúde. Dessa forma, essas instituições estarão mais preparadas para enfrentar desafios futuros, aprimorar seu desempenho financeiro e consolidar seu papel no desenvolvimento sustentável do setor de saúde como um todo (Boffo e Patalano, 2020).

A integração de práticas ESG e inovações na gestão hospitalar apresenta-se como uma oportunidade essencial para a sustentabilidade econômica e social das instituições de saúde. Apesar dos desafios, como os elevados custos iniciais e a resistência a mudanças

organizacionais, os benefícios a médio e longo prazo justificam esses investimentos. A implementação de processos sustentáveis pode otimizar a utilização de recursos, reduzir desperdícios e melhorar a eficiência operacional, garantindo maior resiliência frente às demandas do setor. Além disso, hospitais que incorporam princípios ESG fortalecem sua posição no mercado, tornando-se mais inovadores e competitivos. Ao aliar governança responsável, impacto ambiental reduzido e compromisso social, essas instituições conseguem não apenas elevar a qualidade dos serviços prestados, mas também consolidar sua viabilidade financeira no longo prazo, atendendo às expectativas de um mercado cada vez mais exigente (Berg, Koelbel e Rigobon, 2022).

A inovação no setor de saúde, embora fundamental, enfrenta desafios devido à sua complexidade e à necessidade de adaptação a novas tecnologias e modelos de gestão. Essa inovação vai além do desenvolvimento de terapias e dispositivos médicos, abrangendo também a implementação de processos mais eficientes, digitalização de serviços, integração de inteligência artificial e aprimoramento contínuo da capacitação dos profissionais de saúde.

Nesse contexto, a adoção de práticas ESG no setor hospitalar torna-se essencial para garantir a sustentabilidade das operações, minimizar impactos ambientais e promover o bem-estar dos funcionários e da comunidade. Medidas como a gestão eficiente de resíduos hospitalares, o uso racional de recursos naturais, a adoção de fontes de energia renovável e a promoção de um ambiente de trabalho seguro e inclusivo são fundamentais para alinhar os hospitais às melhores práticas globais. Além disso, a integração de inovação tecnológica com práticas ESG melhora a eficiência operacional, otimiza o controle de custos e aprimora a qualidade dos serviços prestados.

Essa abordagem também fortalece a reputação das instituições de saúde, tornando-as mais atrativas para investidores e consolidando seu papel como protagonistas na transformação do setor. Com a crescente demanda por soluções sustentáveis e inovadoras, os hospitais que adotam esses princípios não apenas garantem sua viabilidade econômica e social, mas também assumem um compromisso com a construção de um sistema de saúde mais eficiente, responsável e preparado para os desafios do futuro.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A incorporação de inovação e práticas ESG no setor hospitalar é essencial para garantir sustentabilidade e competitividade. A adoção de novas tecnologias e modelos de gestão eficientes otimiza processos, reduz custos e melhora a qualidade dos serviços. A inovação possibilita avanços em diagnósticos e tratamentos, acelerando a recuperação dos pacientes e tornando o atendimento mais eficaz. Além disso, a digitalização e o uso de inteligência artificial favorecem a análise preditiva de dados, aprimorando a tomada de decisões e fortalecendo o desempenho financeiro.

Do ponto de vista teórico, este artigo contribui para a literatura ao propor uma leitura organizacional do ESG no setor hospitalar, demonstrando que seus efeitos econômicos não se manifestam de forma direta, mas por meio de mecanismos intermediários associados à reorganização de processos, à melhoria da eficiência operacional e à elevação da qualidade assistencial. Ao integrar essas dimensões à adoção de inovações tecnológicas e organizacionais, o estudo avança ao oferecer uma análise que conecta sustentabilidade, inovação e desempenho econômico em serviços de saúde. Essa abordagem permite superar leituras simplificadas que associam ESG apenas à reputação ou à conformidade normativa, evidenciando seu potencial como instrumento de transformação da gestão e geração de valor econômico no contexto hospitalar.

Ademais as práticas ESG reforçam o compromisso com a sustentabilidade, promovendo impactos ambientais e sociais positivos. Medidas como eficiência energética, gestão de resíduos e políticas de inclusão minimizam impactos ambientais e criam um ambiente mais equitativo. Essas iniciativas também aumentam a atratividade dos hospitais para investidores e stakeholders, alinhando-se às exigências de governança e responsabilidade corporativa.

Os hospitais que integram inovação e ESG lideram a transformação do setor, tornando-se referências em eficiência, inclusão e resiliência. O futuro do setor hospitalar dependerá da capacidade dessas instituições de se adaptarem a essas demandas, consolidando um sistema de saúde mais sustentável, competitivo e socialmente responsável.

Como estudos futuros pode-se investigar como a incorporação de valores ESG na cultura organizacional impacta a motivação e o engajamento dos colaboradores.

Conclui-se que a inovação na saúde, sob a ótica do ESG, equilibra tecnologia, sustentabilidade e viabilidade financeira. Sua implementação em hospitais melhora a eficiência, reduz impactos ambientais e gera benefícios econômicos, impactando positivamente o faturamento das instituições de saúde.

REFERÊNCIAS

- AMEL-ZADEH, A.; SERAFEIM, G. Why and how investors use ESG information: evidence from a global survey. **Financial Analysts Journal**, Nova Iorque, v. 74, n. 3, p. 87-103, 2018. DOI: <https://doi.org/10.2469/faj.v74.n3.3>.
- BERG, F.; KOELBEL, G.; RIGOBON, R. Aggregate confusion: the divergence of ESG ratings. **Review of Finance**, Oxford, p. 1315-1344, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1093/rof/rfac033>.
- BERG, F.; FABISIK, K.; SAUTNER, Z. Is history repeating itself? The (un)predictable past of ESG ratings. **European Corporate Governance Institute – Finance Working Paper**, n. 708/2020, Frankfurt, 24 ago. 2021. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=3722087>. Acesso em: 9 fev. 2026.
- BOFFO, R.; PATALANO, R. **ESG investing: practices, progress, and challenges**. Paris: OECD, 2020. Disponível em: <https://www.oecd.org/finance/ESG-Investing-Practices-Progress-Challenges.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2025.
- CHEN, J. Governing collaborations: the case of a pioneering settlement services partnership in Australia. **Public Management Review**, [s. l.], v. 23, n. 9, p. 1295-1316, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/14719037.2020.1743345>.
- DELOITTE. **Empresas estão cada vez mais preocupadas em oferecer comunicação consistente a seus investidores, aponta estudo da Deloitte com o IBRI; indicadores não financeiros e agenda ESG têm ganhado relevância**. São Paulo, 2023. Disponível em: <https://www2.deloitte.com/br/pt/footerlinks/pressreleasespage/Release-Pesquisa-Deloitte-IBRI.html>. Acesso em: 15 jul. 2024.
- ELSENHUBER, U.; SKENDERASI, A. ESG investing: the role of public investors in sustainable investing. In: BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS. **Evolving practices in public investment management**. Basileia, 2018. Disponível em: https://www.publicinvestorsconference.com/proceedings/conference_7/EPPIM7_Paper003.pdf. Acesso em: 12 jul. 2024.
- FAUSTINO-DIAS, A. F. Recuperação de falhas de serviços: um estudo de caso em hospitais de São José do Rio Preto. **Empreenda UniToledo**, Araçatuba, v. 1, n. 1, p. 156-174, 2017.
- GALVÃO, T. F.; PEREIRA, M. G. Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 183-184, 2014. DOI: <https://doi.org/10.5123/S1679-49742014000100018>.
- GIBSON, R.; KRUEGER, P.; SCHMIDT, P. ESG rating disagreement and stock returns. **Swiss Finance Institute Research Paper**, n. 19-67, Zurique, 2019. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=3433728>. Acesso em: 9 fev. 2026. (Forthcoming in *Financial Analysts Journal*).
- HARTZMARK, S. M.; SUSSMAN, A. B. Do investors value sustainability? A natural experiment examining ranking and fund flows. **Journal of Finance**, [s. l.], v. 74, n. 6, p. 2789-2837, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1111/jofi.12841>.

HERNANDES, F. O.; MAZZI, R. A. P.; FAUSTINO-DIAS, A. F. Programas de qualidade como ferramenta de apoio em serviços hospitalares. In: IV EIGEDIN. *Anais eletrônicos...* Campo Grande, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/355211990_PROGRAMAS_DE_QUALIDADE_COMO_FERRAMENTA_DE_APOIO_EM_SERVICOS_HOSPITALARES. Acesso em: 15 jan. 2025.

IBGE. **Pesquisa anual de serviços**. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/servicos/9028-pesquisa-anual-de-servicos.html>. Acesso em: 10 jan. 2025.

GREENHALGH, T.; WHERTON, J.; PAPOUTSI, C.; LYNCH, J.; HUGHES, G.; AHMED, R.; SHAW, S. Beyond Adoption: A New Framework for Theorizing and Evaluating Nonadoption, Abandonment, and Challenges to the Scale-Up, Spread, and Sustainability of Health and Care Technologies. *Journal of Medical Internet Research*, v. 19, n. 11, e367, 2017. DOI: 10.2196/jmir.8775.

LEHOUX, P. et al. Responsible innovation in health and health system sustainability: insights from health innovators' views and practices. **Health Services Management Research**, v. 35, n. 4, p. 196–205, 2022. doi: 10.1177/09514848211048606

OCDE. **Manual de Frascati: diretrizes para coleta e análise de dados sobre pesquisa e desenvolvimento experimental**. 7. ed. Paris: OCDE, 2015.

OCDE. **Manual de Oslo: diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação**. 4. ed. Paris: OCDE, 2018. Disponível em: http://www.finep.gov.br/images/a-finep/biblioteca/manual_de_oslo.pdf. Acesso em: 2 fev. 2025.

PWC. **How health organizations can integrate ESG priorities**. Nova York, 2023. Disponível em: <https://www.pwc.com/us/en/industries/health-industries/library/esg-health-industry.html>. Acesso em: 5 fev. 2025.

REFINITIV. **Environmental, social and governance (ESG) scores from Refinitiv**. Nova York, 2020. Disponível em: <https://www.refinitiv.com/en/sustainable-finance/esg-scores>. Acesso em: 22 jan. 2025.

TANG, D. Y.; YAN, J.; YAO, C. Y. The determinants of ESG ratings: rater ownership matters. Paris, 2021. (**Finance Meeting EUROFIDAI - ESSEC**). Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=3889395>. Acesso em: 9 fev. 2026.

THOMSON-REUTERS. **ESG scores methodology**. Toronto, 2017. Disponível em: <https://web.archive.org/web/20170329145502/https://financial.thomsonreuters.com/content/dam/openweb/documents/pdf/financial/esg-scores-methodology.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2025.

US-SIF. **Report on US sustainable and impact investing trends**. Washington, DC, 2020. Disponível em: https://www.ussif.org/blog_home.asp?display=155. Acesso em: 18 jan. 2025.

IA em ação: uma análise comparativa entre algoritmos e especialistas na recomendação de carteiras de investimento



AI in action: a comparative analysis between algorithms and experts in investment portfolio recommendation

Dinora Faveri 

Universidade do Est. de Sta. Catarina - UDESC
dinora.faveri@udesc.br

Kevin Ezequiel Santos Fromming 

Universidade do Est. de Sta. Catarina - UDESC
dinorabaldo@yahoo.com.br

PALAVRAS-CHAVE: Inteligência Artificial;
Investimento; Carteira de Ações; Mercado Financeiro.

ABSTRACT

The study compared the profitability and risk-return relationship of stock portfolios entirely formed based on Artificial Intelligence (AI) recommendations with portfolios recommended by financial institutions. The sample consists of 15 (fifteen) stock portfolios traded on the Brazilian stock exchange. Of these, 5 (five) were recommended entirely by AI (ChatGPT, Gemini, Microsoft Copilot, Perplexity, and Deepseek), 2 (two) portfolios were recommended by Banco BTG Pactual, 4 (four) by Banco Itaú Unibanco, 2 (two) portfolios were recommended by the brokerage Ágora Investimentos, and 2 (two) portfolios by Genial Corretora. The analysis period was from March 1, 2025, to September 1, 2025 (6 months). The research is relevant as it addresses the use of AI as a recommendation tool in the investment field, given the great complexity of the financial market for beginner investors. The study contributes to verifying the accuracy of AI recommendations in the investment area, given the ease of obtaining information. It also contributes due to the low number of studies in the area. It was found that portfolios recommended by financial institutions achieved better returns than portfolios recommended by AI, in addition to showing a better risk-return relationship. It is understood that the limitation of AI in predicting market trends, economic analyses, and the chosen companies affected the results obtained

KEY-WORDS: Artificial Intelligence; Investment; Stock Portfolio; Financial Market.

Revista Processando o Saber

eISSN 2179-5150 · Vol 18, n. 01, 2026
Multidisciplinar · DOI · Revisão por pares

Faculdade de Tecnologia Praia Grande – FATEC

Periodicidade: Anual
revista@fatecpg.edu.br

Recebido: Jan 2026

Aceito: Mar 2026

Publicado: Jun 2026

URL: <https://www.fatecpg.edu.br/revista/index.php/ps/article/view/442>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.20045109>



RESUMO

O estudo realizou a comparação de rentabilidade e relação risco versus retorno de carteiras de ações inteiramente formadas por recomendação de Inteligência Artificial (IA) com carteiras recomendadas por instituições financeiras. A amostra é constituída por 15 (quinze) carteiras de ações negociadas na bolsa de valores brasileira. Destas, 5 (cinco) foram recomendadas inteiramente por IA (ChatGPT, Gemini, Microsoft Copilot, Perplexity e Deepseek), 2 (duas) carteiras recomendadas pelo Banco BTG Pactual, 4 (quatro) pelo Banco Itaú Unibanco, 2 (duas) carteiras recomendadas pela corretora Ágora Investimentos e 2 (duas) carteiras pela Genial Corretora. O período de análise foi de 1º de março de 2025 a 1º de setembro de 2025 (6 meses). A pesquisa é relevante ao abordar a utilização de IA como uma ferramenta de recomendação na área de investimentos, frente à grande complexidade do mercado financeiro para investidores iniciantes. O estudo contribui na verificação da assertividade das recomendações de IA na área de investimentos, visto a facilidade de obter-se informações. Além de contribuir com a baixa quantidade de estudos na área. Constatou-se que as carteiras recomendadas por instituições financeiras obtiveram retornos melhores que carteiras recomendadas por IA, além de apresentarem melhor relação risco versus retorno. Entende-se que a limitação da IA em prever tendências de mercados, análises econômicas e das empresas escolhidas afetaram os resultados obtidos.

INTRODUÇÃO

Ao longo da história, a humanidade desenvolveu diversas formas de gerar riqueza desde o comércio de trocas até os sofisticados mercados financeiros. Dentre essas formas, os investimentos se destacam como uma das mais poderosas ferramentas de geração de capital, fazendo com que o dinheiro aplicado de maneira estratégica produza mais dinheiro. Nesse sentido, investir consiste em uma prática que transcende épocas e fronteiras, refletindo a evolução do pensamento econômico e a busca constante por prosperidade (Olivo, 2021).

A inovação tecnológica tem provocado importantes mudanças em como o mercado financeiro atua. O setor financeiro ocupa o primeiro lugar em relação a transformação digital e a cada dia que passa é possível observar esse fato. O avanço com o uso da Inteligência Artificial como primeiro contato com o cliente tornou-se comum, transformando o atendimento menos interpessoal (Leite; Camargo, 2022). Com o avanço tecnológico, surgiram diversos meios de facilitar decisões, abrindo espaço para a Inteligência Artificial.

Lima *et al.* (2021) trataram em seu estudo a utilização da Inteligência Artificial como meio de otimizar uma carteira de investimentos em ações na análise de dados e construção de modelos analíticos. No estudo de Rosenblum *et al.* (2024) foi abordado como a gestão de um portfólio de ativos para aposentadoria pode ser influenciada com a utilização de IA. O resultado para ambos os estudos não foi favorável para a utilização da Inteligência Artificial, devido à falta de informações atualizadas no banco de dados da Inteligência Artificial utilizada, assim como a carência de estudos que utilizem a IA como ferramenta auxiliadora na tomada de decisão no momento de alocação financeira.

Sperry (2025) buscou analisar o desempenho e comparar as carteiras de investimentos recomendadas por profissionais de investimentos. O resultado da pesquisa foi que as carteiras recomendadas não apresentam rentabilidade acima dos índices analisados, considerando seu risco total, ficando abaixo do mercado. Também foi constatada a ausência de pesquisas que expandam o volume de carteiras, assim como, a utilização de mais índices

Os estudos anteriores abordam a utilização de IA como ferramenta para analisar as ações que compõem uma carteira ou para comparar carteiras de investimentos com índices do mercado. O presente trabalho se diferencia ao investigar se uma carteira de ações inteiramente recomendada por sistemas de IA apresenta desempenho superior em relação às carteiras sugeridas por instituições financeiras tradicionais, como bancos e corretoras. Além da análise de performance, este estudo examina a relação risco versus retorno dessas carteiras automatizadas.

O estudo busca também apresentar os diferentes chats de Inteligência Artificial como formadores de carteiras de ações para pessoas com conhecimento básico de mercado financeiro, visto que será comparado com carteiras de acesso limitados e formados por especialistas. O objetivo deste estudo é realizar uma análise comparativa entre carteiras de ações recomendadas por instituições financeiras e aquelas sugeridas por diferentes sistemas de IA (ChatGPT, Gemini, Microsoft Copilot, Perplexity, Deepseek).

A justificativa deste estudo baseia-se na quantidade limitada de estudos sobre Inteligência Artificial aplicado a investimentos, especialmente na formação de carteiras de investimento. Frente a complexidade do mercado financeiro, baixo conhecimento de investidores iniciantes e o crescimento de chats de IA, a utilização desta ferramenta surge como uma alternativa na tomada de decisão dos investidores. A principal contribuição deste estudo é verificar a utilização de IA na formação de carteiras de investimentos, em comparação com carteiras formadas por especialistas.

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA OU REVISÃO DA LITERATURA

1.1 CARTEIRA DE INVESTIMENTOS EM AÇÕES

Investimentos são uma forma de obter retorno tanto financeiro quanto intelectual, através de uma aplicação de recurso, sendo ele em dinheiro ou em tempo. Mesmo tendo aspectos diferentes, em ambos será necessário renunciar a algum recurso, com a expectativa de retorno no futuro (Bodie; Kane; Marcus, 2015). Oliveira (2021) explica que cada investidor deve ter sua filosofia de investimentos, com seus ideais. Grandes gestores de investimentos replicam o que funciona em certa parte de clientes com os demais, não seguindo essa filosofia. Cada investidor deve ter conhecimento para saber analisar se determinado ativo segue seus princípios.

A Comissão de Valores Mobiliários (2016) explica que os fundos de Investimentos são uma opção de aplicação financeira, formada com outros investidores. Esses fundos funcionam com um CNPJ próprio, sendo possível pesquisar seu cadastro junto a CVM, por onde são fiscalizados. Diferente dos fundos de investimentos, Lima *et al.* (2021) explicam que uma carteira de investimentos é formada por apenas um dono, sendo pessoa física ou jurídica. As carteiras de investimentos podem ser de renda variável ou renda fixa. A carteira de ações é formada em 100% de ativos de renda variável, sendo participações societárias em empresas de capital aberto.

Segundo dados do Governo do Brasil (2022) uma ação de uma empresa é a menor parte de seu capital, sendo emitida para obtenção de recursos sob a forma de capital próprio, onde o detentor desta ação é sócio da empresa. Embora todas as empresas possuam ações ou cotas, apenas as empresas de sociedade anônima devidamente cadastradas na CVM podem ter suas ações negociadas na bolsa de valores. Ao comprar estas ações negociadas, é possível montar uma carteira de investimentos. As ações podem ser classificadas em dois tipos, preferenciais e ordinárias, conforme explica Bodie, Kane e Marcus (2015) ambas as ações possuem benefícios, onde as preferenciais detêm preferência na distribuição de dividendos, e as ações ordinárias possuem direito a votos em assembleias da empresa. Além do ganho com dividendos, as ações podem apresentar o ganho de capital, cujo valor de mercado aumentou, consequentemente o valor de sua ação aumenta também.

Lehmkuhl, Schnorrenberger e Flach (2022) abordam que montar uma carteira de investimento é um processo complexo e que demanda tempo, sendo necessário escolher os ativos de forma eficiente. Uma carteira de investimentos recomendada apresenta diversas vantagens e desvantagens, o que deve ser considerado pelo investidor.

Sperry (2025) explica que o sistema financeiro brasileiro está em constante evolução, onde a oferta por produtos está diretamente alinhada à inovação tecnológica. É explicado que carteiras recomendadas são apresentadas como ferramentas eficazes para diferentes tipos de perfis de investidores, onde é promovido uma alocação melhor de recursos, assim otimizando tempo dos investidores, não sendo necessário análise de ação por ação da carteira.

1.2 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NAS ORGANIZAÇÕES

Segundo Bittencourt (2006) o que se denomina Inteligência Artificial (IA) é um ramo da ciência da computação muito antiga, oficialmente reconhecida em 1956. Desenvolvida inicialmente através de ideias filosóficas, científica e tecnológicas advindas de outras ciências, tão antigas quanto a lógica. A IA é o resultado da evolução de diferentes campos, capaz de simular o raciocínio e aprendizados humanos.

A Inteligência Artificial pode ser caracterizada como um ramo da computação que se ocupa da automação inteligente de dados. A IA deve-se basear em princípios que incluem dados estruturados, conhecidos como algoritmos, e através destes algoritmos obtém-se respostas e análises, confirma Luger (1993). Segundo Santos, Iudícibus e Marion (2024) a IA é um ramo

da ciência da computação o qual o sistema pode raciocinar, aprender e agir de forma autônoma, buscando humanizar as máquinas.

O rápido avanço da tecnologia de Inteligência Artificial, tem permitido a empresas de diversos setores extrair uma grande quantidade de dados e expandir a capacidade humana. A implementação de IA nas estratégias operacionais apresentou uma grande otimização dos processos manuais, aumento de produtividade e vantagem competitiva no mercado, afirma Santos, Iudícibus e Marion (2024).

De acordo com Antunes e Oliveira (2025) a IA influencia o desempenho competitivo das organizações, estudos indicam que empresas que adotam tecnologias analíticas baseadas em IA atingem melhores indicadores de eficiência operacional, além de tomarem decisões estratégicas com melhor qualidade. A IA possibilita identificar oportunidades de mercado, antecipar mudanças dos consumidores e, otimizar a alocação de recursos.

A combinação de informações de origens distintas melhora a eficácia dos modelos de aprendizado de máquina (Machine Learning), o qual permitem que as organizações incorporem uma maior variedade de dados e consequentemente tomem melhores decisões, destacam também a importância da integração dos dados internos e externos, tornando um fator importante para o sucesso da utilização de IA dentro da organização.

1.3 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NOS INVESTIMENTOS

De acordo com Yoshinaga e Castro (2023) todo o setor financeiro vem passando por profundas transformações tecnológicas através da IA. A utilização desta ferramenta transformou todo o aspecto de finanças antes conhecido. Essa evolução engloba setores de estratégias de investimentos, avaliação de riscos, e a tomada de decisão no âmbito financeiro pessoal e corporativo. Além de que são vários fatores que impulsionam a utilização de IA, tais como a capacidade de processar e analisar uma grande quantidade de informações, avaliação de oportunidades.

Os autores comentam também que as estratégias de investimentos utilizadas anteriormente baseavam-se em pesquisas e análises fundamentalistas das demonstrações financeiras das empresas, de maneira manual, o que demandava muito tempo e atenção dos especialistas, entretanto o surgimento de novas tecnologias de IA e machine learning, possibilitou o desenvolvimento de novas formas de análise, consequentemente em maneiras inovadoras de estratégias de investimentos. Essa nova abordagem baseada em dados e machine

learning possibilitou a obtenção de novos insights, facilitando a tomada de decisão no âmbito dos investimentos.

Sutiene *et al.* (2024) aborda que o rápido avanço de sistemas baseados em IA transformaram-se em caixas-pretas, que geram incertezas sobre como cada ferramenta toma suas decisões. Portanto, devido a essas incertezas, a utilização de Inteligência Artificial nas finanças sofre dificuldades, visto que as decisões tomadas devem apresentar diversos requisitos, como a confiabilidade, transparência e ética.

A aplicação de ferramentas de Inteligência Artificial na área financeira revolucionou como grandes empresas operam e tomam decisões. A automação do processamento de dados é onde a IA tem se destacado, sendo capaz de processar e gerar relatórios de forma eficiente. A incorporação de ferramentas de IA tem contribuído para uma melhor eficiência operacional, além de ajudar na tomada de decisões estratégicas, demonstrando como instrumento essencial na competitividade e inovação, aborda Ferreira e Da Cruz (2025).

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa está caracterizada como quantitativa, em que busca comparar resultados referentes à rentabilidade e riscos das carteiras analisadas. Trata-se de uma pesquisa descritiva, pois tem o propósito de analisar e interpretar resultados das carteiras de investimento para responder ao problema do estudo. Os procedimentos metodológicos configuram-se como pesquisa documental.

Considerando o objetivo da pesquisa de realizar uma comparação entre carteiras de investimento em ações inteiramente recomendadas por chats de Inteligência Artificial com carteiras recomendadas por bancos e corretoras, comparando-os sua rentabilidade e risco, o presente estudo buscou formar carteiras de investimento com ações inteiramente brasileiras negociadas na B3 (Brasil Bolsa Balcão). A população de estudo foram 15 carteiras, sendo 5 delas completamente sugeridas por chats de Inteligência Artificial (ChatGPT, Gemini, Microsoft Copilot, Perplexity e Deepseek) e outras 10 carteiras recomendadas por bancos e corretoras de valores. As carteiras têm composição que variam de 5 a 19 ações. O período de análise considerado foi de 6 meses, considerado período de curto prazo, levando em conta o intervalo de análise de 1º de março de 2025 a 1º de setembro de 2025, sendo possível observar o comportamento das carteiras em um período curto.

Esta pesquisa utilizou ferramentas de IA na formação das carteiras de investimento, sempre sob supervisão humana rigorosa e em conformidade com princípios éticos estabelecidos. Ferramentas utilizadas:

- ChatGPT – 4o (OpenAI): Formação da carteira ChatGPT;
- Microsoft Copilot (Microsoft): Formação da carteira Copilot;
- Gemini (Google): Formação da carteira Gemini;
- Deepseek (Deepseek): Formação da carteira Deepseek;
- Perplexity (Perplexity): Formação da carteira Perplexity.

Para realizar a composição das carteiras recomendadas por IA, foram estabelecidos critérios e requeridos em uma única solicitação “Preciso de uma carteira de investimento aportado 100% em ações brasileiras negociadas na B3. Eu sou um investidor arrojado, busco nessa carteira retorno com um risco menor, desejo que tenha ações que pagam dividendos, e ações com potencial valorização. Será aplicado o valor de R\$10.000,00. Essa carteira deve ter no mínimo 10 ações diferentes e no máximo 25, busco diversificação de empresas. Preciso saber quais ações comprar para montar a carteira e qual será a porcentagem que irei investir do meu valor, assim como quanto cada ação representa na carteira”. Após essa solicitação cada chat utilizou critérios próprios com base em dados disponíveis em seus sistemas e foram feitas as recomendações.

Após a recomendação das carteiras de IA, foi utilizada a ferramenta *Microsoft Excel* para organização dos dados. Possibilitando o controle, composição e efetuar os devidos cálculos utilizados no estudo. Das quinze carteiras geradas, apenas a Carteira 1 (ChatGPT), apresentada na Tabela 1, é reproduzida neste artigo em razão de restrições de espaço.

Tabela 1: Carteira 1 ChatGPT

CHATGPT						
	EMPRESA	AÇÃO	RAMO	% INVESTIDO	VALOR INVESTIDO	QUANTIDADE DE AÇÕES
1	Petrobras	PETR4	Petróleo	10%	R\$ 1.000,00	28 R\$ 35,93
2	Vale	VALE3	Mineração	10%	R\$ 1.000,00	18 R\$ 55,15
3	Itaú Unibanco	ITUB4	Financeiro	10%	R\$ 1.000,00	34 R\$ 29,04
4	Banco do Brasil	BBAS3	Financeiro	10%	R\$ 1.000,00	37 R\$ 27,31
5	Taesa	TAE11	Energia	10%	R\$ 1.000,00	30 R\$ 32,79
6	Copasa	CSMG3	Saneamento	10%	R\$ 1.000,00	43 R\$ 23,27
7	Eletrobras	ELET3	Energia	10%	R\$ 1.000,00	26 R\$ 38,22
8	Gerda	GGBR4	Siderurgia	10%	R\$ 1.000,00	60 R\$ 16,66
9	WEG	WEGE3	Bens de capital	10%	R\$ 1.000,00	21 R\$ 48,42
10	Movida	MOVI3	Serviços	10%	R\$ 1.000,00	281 R\$ 3,56

Fonte: Elaborada pelos autores com apoio da ferramenta de IA ChatGPT (2025)

Para realizar a comparação da rentabilidade das carteiras, foi utilizada a ferramenta Google Finance, onde é possível alocar as ações e formar uma carteira fictícia, sendo possível o acompanhamento em tempo real.

Para realizar a análise do risco foi considerada a relação risco *versus* retorno o qual foi mensurado através do Índice Sharpe (1966) de todas as carteiras do estudo. O Índice Sharpe mensura qual o prêmio de retorno de uma carteira ou portfólio em relação ao seu risco, utiliza o desvio padrão da carteira como risco, e compara-o com um ativo livre de risco, podendo ser a poupança ou Selic, por exemplo. No estudo, foi utilizada a taxa CDI acumulada do período analisado como a taxa livre de risco.

Para calcular o Índice Sharpe, obteve-se o Retorno do portfólio através da média de rentabilidade mensal de cada carteira analisada calculada através da função (MÉDIA=) no *Microsoft Excel*, para o Retorno da taxa livre de risco foi utilizada a média de retorno do CDI, também com a mesma função (MÉDIA=), para obter informações de Desvio padrão, foi utilizado a função (=DESPAD.P) no retorno mensal de cada carteira, e com essas informações foi possível descobrir o Índice Sharpe de cada portfólio.

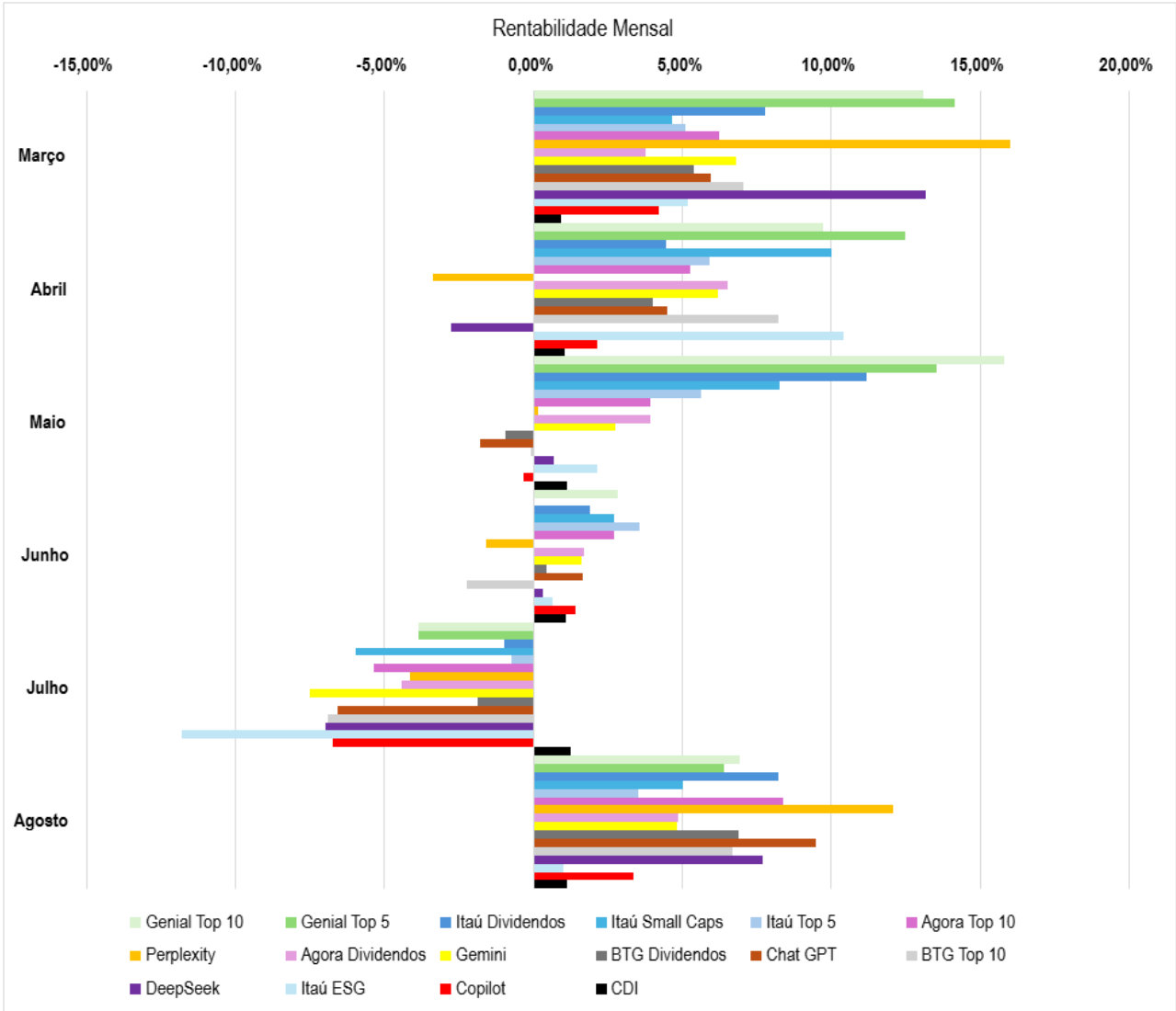
O Índice Sharpe é um indicador de eficiência dos investimentos que retrata a relação entre o risco e o retorno. Portanto, carteiras com risco mais elevado devem apresentar um prêmio pelo risco assumido também elevado (Assaf Neto, 2006). Após obter os resultados de rentabilidade e de risco de cada carteira, foi feito um ranqueamento entre as carteiras recomendadas de IA e carteiras recomendadas por bancos ou corretoras, apresentando as carteiras com melhores indicadores. Também foi feito uma análise e comparação das carteiras recomendadas por IA.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao longo dos 6 meses analisados, de 1º de março de 2025 a 1º de setembro de 2025, cada carteira apresentou retornos diferentes, sendo possível observar grandes oscilações mês a mês, diferentemente da taxa CDI, que se manteve constante, sem oscilações bruscas. Quando comparadas as 15 carteiras, sendo 5 delas recomendadas por chats de Inteligência Artificial (ChatGPT, Microsoft Copilot, Deepseek, Gemini e Perplexity) e 10 carteiras recomendadas por instituições financeiras, apenas a Carteira Copilot e a Carteira Itaú ESG obtiveram retorno menor do que o CDI acumulado do período, tendo desempenho inferior às demais carteiras.

Destacaram-se as carteiras recomendadas pela corretora Genial Investimentos, Carteira Genial Top 10 e Genial Top 5, obtendo retorno acima de 500% do CDI. As carteiras recomendadas por IA apresentaram retorno parecidos entre elas, a carteira que apresentou melhor rentabilidade foi a Carteira Perplexity ocupando a 7ª posição do ranqueamento geral, seguida por Gemini ocupando a 9ª posição, ChatGPT ficando em 11ª, Deepseek em 13ª e por fim ocupando a última colocação geral a carteira Copilot, 15ª. Pelo Gráfico 1 é possível observa-se as rentabilidades mensais.

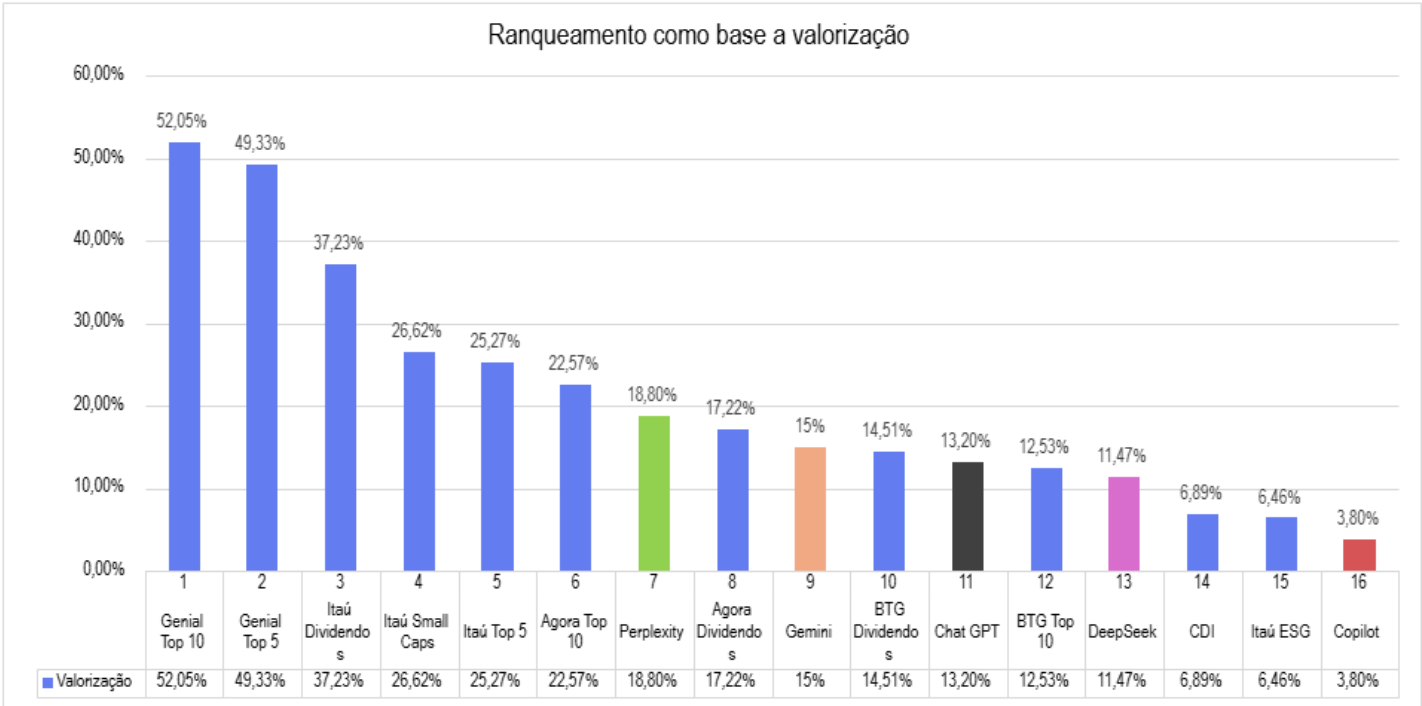
Gráfico 1: Rentabilidade mensal das carteiras



Ao analisar a rentabilidade mensal, verificou-se uma constância do CDI (cor preta) mês a mês, o que era esperado, porém em julho, foi o mês em que o CDI apresentou maior retorno, momento em que todas as carteiras perderam valor de mercado. Essa desvalorização ocorrida em julho, pode estar relacionada com a elevação dos impostos aplicados pelo governo dos Estados Unidos ao Brasil. O “tarifaço” ocorreu em 31 de julho de 2025, onde então o presidente dos Estados Unidos, Donald John Trump, assinou a uma ordem executiva, adicionando a alíquota de 40% sobre todos os produtos brasileiros, os quais ficaram com 50% de impostos (Embaixada EUA, 2025). Com esse cenário de instabilidade econômica, entende-se que muitos investidores buscaram alternativas com maior segurança, como títulos vinculados ao CDI. Não sendo possível afirmar tal relação, o que foi observado interpreta-se como influências macroeconômicas.

A carteira Itaú Top 5, foi a que apresentou a menor perda, em contrapartida, a carteira Itaú ESG acabou perdendo mais de 11% do seu valor, mostrando a grande volatilidade do mercado de ações. Com a análise feita, é perceptível a importância que a estratégia tomada no momento da formação de uma carteira de investimento fez diferença. Abaixo, na Tabela 2, o ranqueamento final das carteiras, com base em sua valorização total, ou seja, quanto o dinheiro aplicado em 01/03/2025 valorizou até a data de 01/09/2025.

Tabela 2: Ranqueamento das carteiras com base na valorização



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Em se tratando da análise apenas das carteiras recomendadas por IA, observa-se a variação do retorno mês a mês, ficando perceptível em que houve meses com rentabilidade negativa. Dentre as 5 carteiras utilizadas no estudo, a carteira Perplexity apresentou melhor rentabilidade (18,8%) ficando à frente apenas de quatro carteiras recomendadas por instituições financeiras.

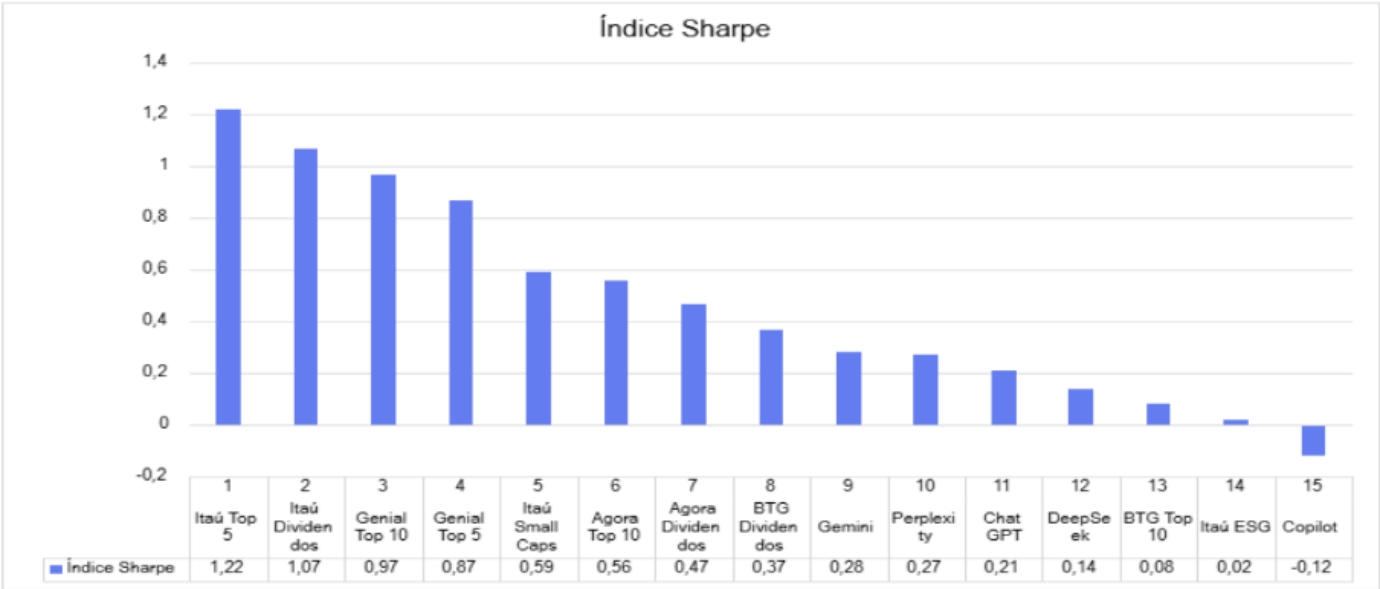
Ao comparar a carteira Perplexity com as demais recomendadas por IA, observa-se a diferença de 3,8% na questão de rentabilidade em comparação com a carteira Gemini, que ficou como segunda melhor rentabilidade das recomendações de IA. Ao verificar a composição das carteiras, a carteira Perplexity possui 15 ativos diferentes, Microsoft Copilot e ChatGPT possuem 10 ativos cada uma, Gemini 16 e Deepseek 19 ativos em sua composição

Para a análise do risco de cada carteira, foi utilizado o Índice Sharpe, que mede o retorno de cada carteira ajustado ao seu risco. Ao analisar o ranqueamento geral, nota-se que as carteiras

recomendadas por instituições financeiras apresentaram melhor eficiência ajustado ao risco, em comparação com as carteiras recomendadas por Inteligência Artificial.

A carteira Itaú Top 5 apresentou o melhor índice, no valor de 1,22 ocupando a 1ª posição, seguida pela carteira Itaú Dividendos com 1,07 e ocupando a 3ª colocação Genial Top 10 alcançando o índice de 0,97. Nota-se que não manteve o ranqueamento anterior, da valorização, onde a Genial Top estava em 1º lugar e a Itaú Top 5 em 5º. A carteira Gemini apresentou melhor resultado das carteiras recomendadas por IA atingindo o índice de 0,28, ocupando a 9ª colocação, seguida por Perplexity (0,27), ChatGPT (0,21), Deepseek (0,14) e ocupando a última colocação geral, Microsoft Copilot (-0,12). Abaixo encontra-se a Tabela 3, com dados do Índice Sharpe, além do ranqueamento.

Tabela3: Ranqueamento Índice Sharpe



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Na população de amostra, apenas duas carteiras apresentaram-se vantajosas em relação ao seu risco, acredita-se que este fenômeno ocorreu devido à baixa oscilação das carteiras, notou-se uma constância da rentabilidade da carteira Itaú Top 5 e Itaú Dividendos, cujo seu desvio padrão foi menor, ocasionando a melhora do Índice Sharpe. As carteiras recomendadas por IA obtiveram baixos resultados ao comparar com as carteiras recomendadas por instituições financeiras, ficando à frente apenas das carteiras BTG Top 10 e Itaú ESG. A carteira Copilot foi a única a apresentar índice negativo, indicando que o investimento não compensou ao risco assumido.

Após analisar os resultados obtidos, foi possível verificar uma grande discrepância entre as carteiras recomendadas por bancos e corretoras em comparação com as carteiras de IA.

Assim como abordado por Lima *et al.* (2021) e Rosenblum *et al.* (2024) a utilização de ferramentas de IA não apresentaram resultados satisfatórios para o uso em carteiras de investimento, indicando uma maior assertividade dos especialistas. Porém, entende-se que as grandes organizações devem investir em novas tecnologias para um maior processamento de dados, informações e fazer o uso do aprendizado de máquina para uma otimização das recomendações.

Mesmo apresentando retorno positivo, a diferença entre a carteira Genial Top 10 (1ª) e a carteira Perplexity (melhor desempenho de IA) é de mais de 250%, revelando uma performance inferior por parte das IAs. Uma possível explicação para essas diferenças seriam a limitação de análise das IAs em tendência de mercado, cenário macro e microeconômicos, uma limitação de dados atualizados e a falta de estratégia na alocação dos ativos.

Considera-se como hipótese também, a falta de aprofundamento nas empresas, como análise das demonstrações contábeis atualizadas. Mas além da rentabilidade, deve-se considerar o risco que o investidor está exposto ao investir em cada carteira. As carteiras recomendadas por instituições financeiras apresentaram melhores índices, demonstrando superioridade em comparação com IAs, mesmo as carteiras com IA apresentando retorno positivo, o risco assumido torna o investimento não vantajoso.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo investigar o desempenho de carteiras de ações inteiramente formadas por ferramentas de Inteligência Artificial com carteiras recomendadas por instituições financeiras. Foram analisadas as rentabilidades e a relação risco versus retorno de cada portfólio. Além disso, buscou-se apresentar os diferentes chats de Inteligência Artificial como formadores de carteiras de investimento em ações, sendo de fácil acesso por pessoas com conhecimento básico do mercado financeiro, realizando a comparação com carteiras de acesso limitado, formados por especialistas.

Durante o período de 6 meses, de 1º de março de 2025 a 1º de setembro de 2025, todas as carteiras analisadas apresentaram retornos diferentes, com oscilações mensais, período em que o CDI se manteve constante. Ao realizar as comparações de todas as 15 carteiras, apenas duas carteiras obtiveram retornos menores que o CDI, as carteiras Copilot e Itaú ESG. As carteiras Genial Top 10 e Genial Top 5 destacaram-se como melhores carteiras na questão rentabilidade, apresentando retorno acima de 500% do CDI. As 5 carteiras recomendadas por

IA (ChatGPT, Microsoft Copilot, Deepseek, Gemini e Perplexity) apresentaram retornos parecidos, sendo a carteira Perplexity obtendo a melhor rentabilidade (18,8%).

Ao analisar a composição das carteiras de IA, notou-se uma tendência para empresas do setor financeiro e setor energético, sendo presente em todas as carteiras, destacando-se as ações ITUB4 e BBAS3 o qual se fizeram presentes em 4 das 5 carteiras analisadas.

Na análise da relação risco versus retorno, foi utilizado o Índice Sharpe, que mede o retorno de cada carteira ajustado ao seu risco. Quando analisado o ranqueamento geral, as carteiras recomendadas por instituições financeiras apresentaram melhores índices, sendo a carteira Itaú Top 5 (1,22) e Itaú Dividendos (1,07).

Das carteiras recomendadas por IA, a carteira Gemini atingiu o índice de 0,28 tendo o melhor desempenho e ocupando a 9ª colocação, seguida pela carteira Perplexity (0,27), ChatGPT (0,21), Deepseek (0,14) e Copilot (-0,12) que obteve a última colocação geral. Na população analisada, apenas duas carteiras apresentaram-se vantajosas (Itaú Top 5 e Itaú Dividendos) considerando seu risco, entende-se que esses resultados foram devidos à baixa oscilação das carteiras, o qual tiveram um baixo desvio padrão.

Após coletar e analisar os resultados, verificou-se significativas diferenças entre as carteiras analisadas. As carteiras recomendadas por bancos e corretoras apresentaram resultados melhores em comparação com as carteiras recomendadas por IA. Ao comparar a melhor carteira de IA (Perplexity) e a melhor carteira da população de estudo (Genial Top 10), observou-se uma diferença de mais de 250% no quesito rentabilidade, revelando um desempenho inferior por parte das IAs. Acredita-se que essas diferenças seriam decorrentes às limitações de análise das ferramentas de Inteligência Artificial.

Ressalva-se que nesse estudo, não foram incluídos os rendimentos advindos dos dividendos e juros sobre capital durante o período analisado. Entretanto, admite-se que devido ao curto período analisado não iria alterar o ranqueamento final. Também não foi possível acompanhar a gestão efetuada pelas instituições financeiras onde mês a mês efetuam a gestão das carteiras, onde entram novas ações e saem as antigas. Para posteriores pesquisas, sugerem-se análises solicitando a gestão ativa das carteiras, como fazem as instituições financeiras, além de realizar a análise por um período maior.

REFERÊNCIAS

- AGORA INVESTIMENTOS. **Carteiras recomendadas**. Disponível em: <https://insights.agorainvestimentos.com.br/insights/play/46273473/progresso> .Acesso em: 03 mai. 2025.
- ANTUNES, C. R.; OLIVEIRA, A. B. **Marketing analytics e inteligência artificial na transformação da competitividade empresarial**. Revista Gestão & Tecnologia, v. 25, n. 3, p. 0-0, 2025.
- ASSAF, N., A. **Mercado Financeiro**. 7ª edição, Atlas, São Paulo, 2006.
- BITTENCOURT, G. **Inteligência artificial: ferramentas e teorias**. 3. ed. rev. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2006.
- BODIE, Z.; KANE, A.; MARCUS, A. **Investimentos**. 10. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. E-book. ISBN 9788580554205. Acesso em: 27 abr. 2025.
- BTG PACTUAL. **Carteiras recomendadas**. Disponível em: <https://content.btgpactual.com/research/carteiras-recomendadas?page=1&size=18&order=DESC> Acesso em: 03 mai. 2025.
- COMISSÃO DE VALORES MOBILIÁRIOS. **Instrução CVM 579**, de 30 de agosto de 2016. Dispõe sobre a elaboração e divulgação das demonstrações contábeis dos Fundos de Investimento em Participações. Publicada no Diário Oficial da União de 31 ago. 2016. Retificada em 15 dez. 2016. Disponível em: <https://conteudo.cvm.gov.br/legislacao/instrucoes/inst579.html> .Acesso em: 25 set. 2025
- EMBAIXADA DOS ESTADOS UNIDOS NO BRASIL. **O presidente Donald J. Trump enfrenta as ameaças aos EUA por parte do governo do Brasil**. Disponível em: <https://br.usembassy.gov/pt/o-presidente-donald-j-trump-enfrenta-as-ameacas-aos-eua-por-parte-do-governo-do-brasil/>. Acesso em: 25 out. 2025.
- FERREIRA, V. J.; CRUZ, L. H. S. **Finanças e inteligência artificial** – uma pesquisa exploratória. Observatório de la Economía Latinoamericana, v. 23, n. 6, e10297, 2025.
- GENIAL INVESTIMENTOS. **Carteira de ações**. Disponível em: <https://analisa.genialinvestimentos.com.br/carteiras-recomendadas/renda-variavel/> Acesso em: 03 mai. 2025.
- GOVERNO DO BRASIL. O que é uma ação? Gov.br, Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/investidor/pt-br/investir/tipos-de-investimentos/acoes/o-que-e-uma-acao> Acesso em: 28 mai. 2025.
- ITAÚ CORRETORA. **Recomendações de investimento**. Disponível em: <https://www.itaucorretora.com.br/nossosservicos/recomendacoes-de-investimento.aspx> Acesso em: 03 mai. 2025.
- LEHMKUHL, R.; SCHNORRENBURGER, D.; FLACH, L. **Teoria moderna do portfólio: a busca por uma carteira de investimentos adequada**. Revista Controladoria e Gestão, v. 3, n. 1, p. 578-594, 2022. Acesso em: 28 mai. 2024.

LEITE, L.; CAMARGO, M. **Open banking**: inovação aberta no sistema financeiro. Rio de Janeiro: Expressa, 2022. E-book. ISBN 9786553620353. Acesso em: 26 mai. 2025.

LIMA, V. A. *et al.* **Análise da inteligência artificial aplicada para otimização da carteira de ações previstas no Ibovespa**. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – SIMEP, 9., 2021, Caruaru. Anais... Caruaru: UniFavip, 2021. Acesso em: 22 mai. 2025.

LUGER, G. **Artificial intelligence**. 6. ed. México: Pearson University, 1993.

OLIVO, R. L. F. **Breve história das finanças**: e as suas lições práticas para os investidores. São Paulo: Almedina Brasil, 2021. E-book. ISBN 9786587019147. Acesso em: 25 out. 2025.

OLIVEIRA, G. R. de. **Como escolher e administrar seus investimentos**: conceitos, ideias e experiências. São Paulo: Almedina Brasil, 2021. E-book. p.33. ISBN 9786587019284.

RODRIGUES, F.; RODRIGUES, F. A.; RODRIGUES, T. V. R. **Modelos de machine learning para predição do sucesso de startups**. Revista de Gestão e Projetos, v. 12, n. 2, p. 28-55, 2021.

ROSENBLUM, T. O. A. *et al.* **IA**: a revolução na gestão de investimentos para aposentadoria. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ADMINISTRAÇÃO, Paraná, 2024. Acesso em: 25 mai. 2025.

SANTOS, J. O. D.; IUDÍCIBUS, S.; MARION, J. C. **Relação entre retorno, índices contábeis e indicadores de cenário econômico utilizando a metodologia de painel de dados de empresas do setor de inteligência artificial**. Revista de Contabilidade do Mestrado em Ciências Contábeis da UERJ (Online), v. 29, n. 3, p. 0-0, 2024.

SHARPE, W. **Mutual Fund Performance**. Part 2: Supplement on Security Prices. v.39, Chicago: The Journal of Business, n. 1, p. 119-138, 1966

SPERRY, M. V. A. **Análise do desempenho de carteiras de investimento recomendadas no mercado brasileiro de ações**. 2025. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2025.

SUTIENE, K. *et al.* **Enhancing portfolio management using artificial intelligence: literature review**. *Frontiers in Artificial Intelligence*, v. 7, e1371502, 2024. doi: 10.3389/frai.2024.1371502.

YOSHINAGA, C. E.; CASTRO, H. **Inteligência artificial**: A vanguarda das finanças. GV Executivo: O futuro das finanças. v. 22, n. 3 p. 5-9, jul./set. 2023.

Análise sazonal da concentração de NO₂ em Cubatão/SP (2015-2025) frente aos padrões de qualidade do ar



Seasonal analysis of NO₂ concentration in Cubatão, SP (2015–2025) compared to air quality standards

Natasha Stefani dos Santos Farias 

Fatec Praia Grande

natasha.santos003@gmail.com

Aline Isabel Montanheri Oliveira 

Fatec Praia Grande

alinebell100@gmail.com

Denis Pimentel 

Fatec Praia Grande

dpimentel110@gmail.com

Izabel da Silva Andrade 

Fatec Praia Grande

izaabel94@hotmail.com

Revista Processando o Saber

eISSN 2179-5150 · Vol 18, n. 01, 2026

Multidisciplinar · DOI · Revisão por pares

Faculdade de Tecnologia Praia Grande – FATEC

Períodicidade: Anual

revista@fatecpg.edu.br

Recebido: Jan 2026

Aceito: Mar 2026

Publicado: Jun 2026

URL: <https://www.fatecpg.edu.br/revista/index.php/ps/article/view/447>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.20045213>



RESUMO

O presente trabalho avalia a variação das concentrações de dióxido de nitrogênio (NO₂) em Cubatão (SP) entre 2015 e 2025, utilizando dados das estações da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB): Centro, Vale do Mogi e Vila Parisi. As análises mostram que as médias anuais de NO₂ permaneceram sistematicamente acima dos limites recomendados pela OMS (10 µg/m³) e pela CETESB – MI2 (20 µg/m³), com valores médios variando entre 30,45 µg/m³ no Centro, 35,93 µg/m³ no Vale do Mogi e 49,84 µg/m³ em Vila Parisi ao longo do período. Durante a pandemia de COVID-19 (2020–2021), observou-se uma redução temporária das concentrações, atribuída à queda nas atividades industriais e no tráfego veicular; entretanto, os níveis permaneceram acima dos padrões de qualidade do ar e voltaram a aumentar no período pós-pandemia. Os resultados evidenciam um quadro persistente de poluição atmosférica por NO₂ no município, com implicações relevantes para a saúde pública e necessidade de políticas mais eficazes de controle de emissões e aprimoramento do monitoramento ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Poluição Atmosférica, dióxido de nitrogênio, monitoramento de qualidade do ar, poluição do ar urbana, Cubatão.

ABSTRACT

This study evaluates the variation in nitrogen dioxide (NO₂) concentrations in Cubatão (SP) between 2015 and 2025, using data from the Environmental Company of the State of São Paulo (CETESB) stations: Centro, Vale do Mogi, and Vila Parisi. The analyses show that the annual averages of NO₂ remained systematically above the limits recommended by the WHO (10 µg/m³) and by CETESB – MI2 (20 µg/m³), with average values varying between 30.45 µg/m³ in Centro, 35.93 µg/m³ in Vale do Mogi, and 49.84 µg/m³ in Vila Parisi throughout the period. During the COVID-19 pandemic (2020–2021), a temporary reduction in concentrations was observed, attributed to the drop-in industrial activities and vehicular traffic; However, levels remained above air quality standards and increased again in the post-pandemic period. The results highlight a persistent pattern of NO₂ air pollution in the municipality, with significant implications for public health and the need for more effective emission control policies and improved environmental monitoring.

KEY-WORDS: Atmospheric Pollution, Nitrogen dioxide, Air quality monitoring, Urban air pollution, Cubatão.

INTRODUÇÃO

A poluição atmosférica constitui um dos principais desafios ambientais e de saúde pública da atualidade, com destaque para os poluentes gasosos e material particulado emitidos por fontes antrópicas e de processos naturais. Entre esses poluentes, o dióxido de nitrogênio (NO₂) assume papel central devido ao seu impacto direto na saúde humana, contribuindo para doenças respiratórias, cardiovasculares e redução da expectativa de vida (WHO, 2021). Segundo a OMS, exposições prolongadas a concentrações de NO₂ acima dos valores de referência estão associadas ao aumento de internações hospitalares por bronquite, asma e agravamento de condições pré-existentes (WHO, 2021).

No Brasil, a problemática da poluição atmosférica ganha relevância em municípios que apresentam forte presença industrial, tráfego intenso de veículos e condições meteorológicas que favorecem a dispersão ou acumulação de poluentes. O município de Cubatão, localizado na Baixada Santista, é reconhecido historicamente como um polo industrial estratégico, mas também como um dos principais casos de degradação ambiental associados à emissão de poluentes atmosféricos. Entre as décadas de 1980 e 1990, a cidade chegou a ser denominada “Vale da Morte”, em virtude dos altos níveis de poluição e seus impactos sobre a saúde da população e o meio ambiente (CETESB, 2023)

Desde então, avanços significativos ocorreram no controle de emissões, monitoramento ambiental e aplicação de políticas públicas. Entretanto, estudos recentes indicam que, embora os níveis de material particulado (MP₁₀ e MP_{2,5}) e dióxido de enxofre (SO₂) tenham apresentado quedas acentuadas, o NO₂ ainda representa um desafio, especialmente em áreas de tráfego intenso e proximidade com fontes industriais (CETESB, 2024).

A regulamentação da qualidade do ar no Brasil, atualmente, é estabelecida pela Resolução CONAMA nº 491/2018, que definiu padrões nacionais progressivos para diversos poluentes, alinhando-se de forma gradual aos valores-guia recomendados pela OMS. Para o NO₂, a resolução adota metas intermediárias (MI1, MI2 e MI3), sendo que a Meta Intermediária 2 (MI2) estabelece o valor de 20 µg/m³ (média anual) como parâmetro de controle (CONAMA, 2018). A OMS, por sua vez, em sua revisão de 2021, recomenda o valor de 10 µg/m³ (média anual) como limite seguro para exposição de longo prazo (WHO, 2021). Assim, os estados brasileiros vêm adotando estratégias graduais de adequação, de modo a reduzir as concentrações até os valores de referência internacional (CETESB, 2025).

Cubatão apresenta características ímpares para o estudo da poluição atmosférica por NO₂. O município abriga indústrias de grande porte, como siderúrgicas, petroquímicas e

fábricas de fertilizantes, além de elevado fluxo de veículos leves e pesados devido à sua posição estratégica de ligação entre o planalto paulista e o Porto de Santos. Essas condições resultam em uma combinação de fontes fixas e móveis que contribuem para a emissão de óxidos de nitrogênio (NO_x), dos quais o NO₂ é o mais monitorado por seus impactos ambientais e à saúde (Vergnhanini Filho, 2016).

A análise temporal dos dados de qualidade do ar também permite avaliar os efeitos de eventos excepcionais, como a pandemia da COVID-19, que levou à redução significativa das atividades industriais e do tráfego de veículos em 2020 e 2021.

Diversos estudos internacionais evidenciam quedas abruptas nas concentrações de NO₂ durante os períodos de restrição de mobilidade (Seguel *et al.*, 2022; Moreira *et al.*, 2021; Nakada & Urban, 2020). Na América Latina, pesquisas conduzidas em capitais como Bogotá, Santiago e São Paulo identificaram reduções significativas nas concentrações de NO₂ durante o período pandêmico. As medianas observadas por satélite diminuíram em aproximadamente 40%, 35% e 47%, respectivamente (Seguel *et al.*, 2022). Contudo, os efeitos foram temporários, e a retomada das atividades resultou em elevações nos anos seguintes.

Dessa forma, a presente pesquisa tem como objetivo analisar a variação da concentração de NO₂ no município de Cubatão/SP, comparando os períodos pré-pandemia (2015 a 2019), pandemia (2020 a 2021) e pós-pandemia (2022 a 2024). A investigação utiliza dados das estações de monitoramento da CETESB e emprega ferramentas estatísticas e gráficas para avaliar a evolução temporal do poluente. A comparação com os limites de referência da OMS e da CETESB (MI2) possibilita verificar a adequação da qualidade do ar frente às normativas ambientais e discutir os avanços e desafios para o controle da poluição no município.

Espera-se, com este estudo, contribuir para a compreensão dos impactos do NO₂ em Cubatão e subsidiar políticas públicas de gestão da qualidade do ar. Além disso, a análise comparativa entre os períodos pré, durante e pós-pandemia pode evidenciar o papel das fontes móveis e fixas de emissão no município, bem como reforçar a importância do monitoramento ambiental como ferramenta de gestão e prevenção de riscos à saúde da população.

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O caso de Cubatão, constitui um dos exemplos mais emblemáticos dos impactos duradouros que um modelo de industrialização acelerada, concentrada e pouco regulamentada pode exercer sobre a saúde pública e o meio ambiente.

Desde a implantação de seu polo industrial, o município tornou-se um símbolo da poluição atmosférica no Brasil, resultado da intensa concentração de atividades siderúrgicas, petroquímicas e de fertilizantes, aliada a condições topográficas e meteorológicas desfavoráveis à dispersão dos poluentes.

Já na década de 1980, estudos pioneiros sobre morbidade hospitalar revelavam as primeiras consequências desse processo: as doenças respiratórias ocupavam a segunda principal causa de internações, com a pneumonia respondendo por cerca de 20% dos casos. Crianças menores de cinco anos figuravam entre as mais afetadas, refletindo os efeitos da exposição crônica a um ambiente intensamente degradado e à ausência de políticas eficazes de controle ambiental (Rocha *et al.*, 1988).

Três décadas depois, novas pesquisas baseadas em séries temporais (2003–2008) confirmaram estatisticamente a forte associação entre poluição atmosférica e aumento das internações por doenças respiratórias e cardiovasculares (Nardocci *et al.*, 2013). Verificou-se que incrementos de 10 µg/m³ em material particulado (PM₁₀) estavam relacionados a elevação de 4,25% nas internações respiratórias gerais e 5,74% entre crianças menores de cinco anos. Entre adultos acima de 39 anos, observou-se crescimento nas hospitalizações por doenças cardiovasculares, evidenciando os impactos diretos da poluição sobre a morbidade populacional. Esses resultados quantificam o custo humano de um modelo de desenvolvimento que negligenciou a sustentabilidade ambiental e a saúde coletiva.

A persistência desses agravos ao longo dos anos revela problemas estruturais agravados pela histórica deficiência dos serviços de saúde locais. Na década de 1980, o município não dispunha de leitos de terapia intensiva nem de ambulatorios especializados em pneumologia. Mesmo décadas depois, verificava-se a carência de uma rede pública capaz de diagnosticar, tratar e acompanhar adequadamente os casos de doenças relacionadas à poluição atmosférica. Tal cenário evidencia um ciclo de vulnerabilidade: a mesma atividade econômica que gera renda e empregos é também responsável por produzir e perpetuar o adoecimento da população.

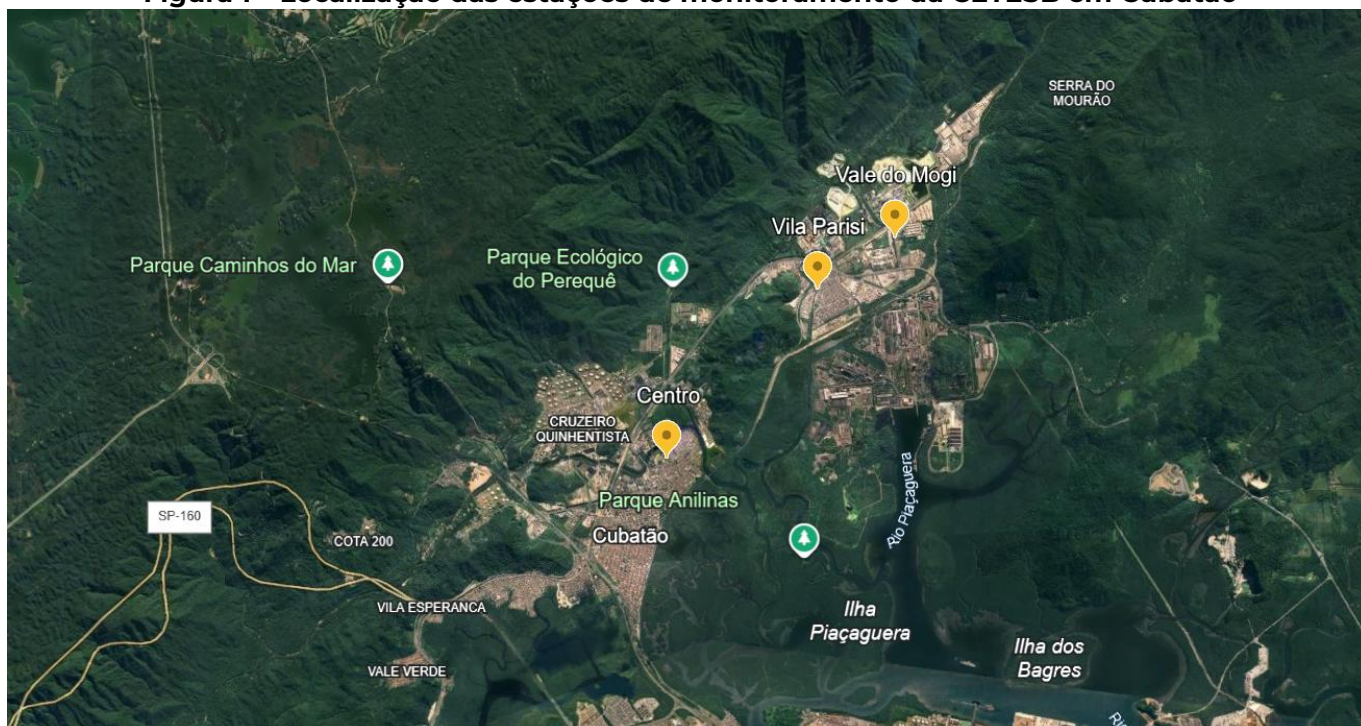
O legado socioambiental de Cubatão constitui um importante alerta sobre os riscos de negligenciar a proteção à saúde em nome do crescimento econômico. Embora as políticas de controle de emissões tenham proporcionado melhorias graduais na qualidade do ar, os efeitos acumulados de décadas de poluição ainda persistem na saúde e nas condições de vida da população. Esse panorama reforça a necessidade de políticas públicas integradas e permanentes, que unam monitoramento ambiental contínuo, investimentos em infraestrutura de saúde e estratégias de mitigação de emissões industriais e veiculares.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2.1 DADOS DE SUPERFÍCIE

A presente pesquisa foi desenvolvida a partir de dados secundários de qualidade do ar, disponibilizados pela CETESB por meio de sua rede automática de monitoramento e da plataforma QUALAR. O município de Cubatão/SP conta com estações de monitoramento localizadas em áreas estratégicas, como Centro, Vila Parisi e Vale do Mogi, representando regiões de diferentes influências antrópicas — área central, proximidade com o polo industrial e zona de tráfego intenso (CETESB, 2023). A figura 1, ilustra a localização das estações da CETESB mencionadas anteriormente.

Figura 1 – Localização das estações de monitoramento da CETESB em Cubatão



Fonte: Google Earth (2025).

Os arquivos utilizados para análise estavam no formato .csv, contendo registros horários de poluentes, meteorologia e demais parâmetros. Para esta pesquisa, foram extraídos os valores de dióxido de nitrogênio (NO₂), que posteriormente foram tratados estatisticamente. O recorte temporal da análise compreendeu os anos de 2015 a 2025, permitindo a comparação de três períodos distintos:

- Pré-pandemia: 2015 a 2019;
- Pandemia: 2020 a 2021;
- Pós-pandemia: 2022 a 2025.

Essa divisão temporal fundamenta-se em estudos que evidenciaram reduções significativas nas emissões atmosféricas durante a pandemia de COVID-19, atribuídas à diminuição das atividades industriais e do tráfego veicular (Moreira *et al.*, 2021; Nakada & Urban, 2020).

2.2 TRATAMENTO DOS DADOS

A etapa de tratamento e análise dos dados foi realizada em ambiente computacional *Google Colab*, utilizando a linguagem de programação *Python* e as bibliotecas *Pandas*, *Matplotlib* e *Seaborn*, que são amplamente empregadas em estudos de qualidade do ar pela capacidade de manipulação de séries temporais e visualização estatística (Mckinney, 2010; Hunter, 2007; Waskom, 2021).

Conforme recomendado por Vianna Jr e De Come (2025), a fim de eliminar valores ausentes, negativos ou códigos de falha utilizados pelo sistema de monitoramento (como -99, -999), foi feito um pré-tratamento, eliminando estes valores indesejados.

Inicialmente, foram calculadas as médias diárias e mensais de NO₂ a partir das séries horárias, procedimento recomendado pela Agência Europeia de Meio Ambiente (EEA, 2019) para reduzir variações pontuais e permitir comparações temporais. Posteriormente, calcularam-se as médias anuais aritméticas, utilizadas como parâmetro para comparação com os limites de referência estabelecidos pela Organização Mundial da Saúde (OMS, 2021) e pela Resolução CONAMA nº 491/2018, que adota a Meta Intermediária 2, MI2 (20 µg/m³) como valor de controle no Brasil.

As análises estatísticas compreenderam o cálculo de medidas de tendência central (média e mediana), dispersão (desvio-padrão) e amplitude (valores mínimos e máximos), bem como a elaboração de gráficos de séries temporais e *boxplots* para avaliar a distribuição das concentrações nos diferentes períodos. Além disso, foram calculadas as frequências relativas de superação dos limites (OMS e CETESB MI2), expressas em porcentagem do número de anos em que as médias anuais ultrapassam os valores de referência.

Esse conjunto metodológico permitiu não apenas observar a evolução histórica das concentrações de NO₂ em Cubatão, mas também identificar diferenças sazonais e comportamentais associadas aos períodos pré-pandemia, pandemia e pós-pandemia. A integração entre dados oficiais, tratamento estatístico e comparação com padrões de qualidade do ar confere ao estudo robustez e relevância científica para subsidiar discussões sobre políticas ambientais e saúde pública.

2.2.1 Ferramentas de análise

Foram utilizados diversos métodos gráficos e tabelas com o objetivo de apresentar e analisar as informações de maneira clara e organizada. Os métodos utilizados foram:

- *Boxplots*, para representar a variação da concentração de NO₂ por estação e por período, destacando a dispersão e possíveis outliers.
- Séries temporais, para identificar a tendência histórica da poluição atmosférica no município.
- Gráficos comparativos de estatísticas, incluindo médias, medianas, desvios, valores mínimos e máximos, com linhas de referência dos padrões normativos.
- Tabela de ultrapassagens, que indica a porcentagem de vezes em que os valores observados excederam os limites de qualidade do ar.

2.2.2 Normas de comparação

A avaliação da qualidade do ar foi feita de dois referenciais normativos:

- Organização Mundial da Saúde (OMS, 2021), que recomenda para o NO₂ o valor guia de 10 µg/m³ (média anual);
- CETESB (2024), que adota metas intermediárias de qualidade do ar. Neste estudo, foi utilizada a Meta Intermediária 2 (MI2), correspondente a 20 µg/m³ (média anual), conforme Resolução CONAMA nº 491/2018 e alinhamento progressivo à diretriz da OMS.

Os valores obtidos em cada estação foram comparados com esses limites, permitindo verificar a adequação ou não da qualidade do ar em Cubatão no período analisado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante a análise dos dados obtidos da CETESB (2025), verificou-se que a Estação Centro apresentou lacunas significativas de medição entre o último semestre de 2022 e o primeiro semestre de 2025, com ausência parcial ou total de registros de NO₂ em alguns meses. Essas interrupções estão relacionadas a processos de calibração, manutenção técnica e substituição de sensores, situações recorrentes em estações automáticas de monitoramento atmosférico.

Gráfico 1 – Série temporal completa de NO₂ (2015-2025) (µg/m³)



Fonte: Elaborado pelos Autores (2025)

A série temporal analisada no presente trabalho compreende um período de quase 10 anos de dados (2015 a 2025). Os dados apresentados no gráfico 1, mostram a distribuição da concentração de NO₂ do período citado. Neste gráfico é possível observar que as concentrações sempre estão acima dos valores padrões estabelecidos pela legislação estadual, bem como os valores de recomendação da OMS, esses resultados indicam que a qualidade do ar na região permanece comprometida durante todo o período estudado.

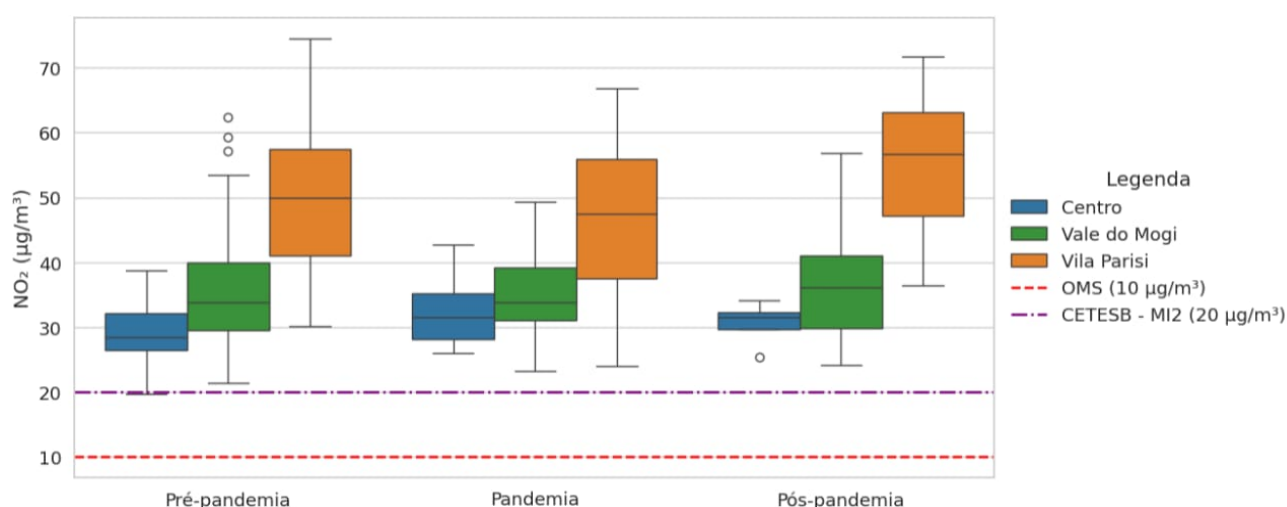
Durante os anos de 2020 e 2021, nota-se uma redução temporária nas concentrações médias, coincidindo com o período da pandemia de COVID-19, quando houve queda significativa nas atividades industriais e no tráfego urbano. Ainda assim, mesmo nesse intervalo de menor emissão, os níveis de NO₂ permaneceram superiores aos valores recomendados, sugerindo que as fontes fixas continuam sendo importantes contribuintes locais.

A partir de 2022, os valores voltaram a aumentar, acompanhando a retomada econômica e o restabelecimento do fluxo veicular e industrial, o que reforça a influência direta das emissões antrópicas sobre a poluição atmosférica em Cubatão.

Além disso, o comportamento cíclico observado ao longo da série temporal indica uma forte dependência das condições meteorológicas, especialmente dos padrões de circulação de ar e estabilidade atmosférica, que influenciam diretamente a dispersão de poluentes. Entre as estações, Vila Parisi apresentou as maiores concentrações médias de NO₂, o que pode ser atribuído à proximidade com o polo industrial e maior densidade de tráfego.

Mesmo após uma década de monitoramento, não se observa tendência de redução sustentável das concentrações de NO₂, evidenciando que as políticas locais de controle da qualidade do ar ainda são insuficientes para promover uma melhoria significativa na atmosfera da cidade.

Gráfico 2 – Comparação de NO₂ por período e estação (µg/m³)



Fonte: Elaborado pelos Autores (2025)

Os dados apresentados no Gráfico 2 mostram a distribuição das concentrações de dióxido de nitrogênio (NO₂) em Cubatão ao longo dos três períodos avaliados, sendo a pré-pandemia, pandemia e pós-pandemia.

No período pré-pandemia, observam-se níveis elevados de NO₂, especialmente na estação Vila Parisi, onde passam de 50 µg/m³, refletindo a forte influência das atividades industriais concentradas nessa região. Já nas estações Vale do Mogi e Centro, as concentrações situam-se entre 30 e 40 µg/m³, indicando menor impacto direto de emissões industriais, mas

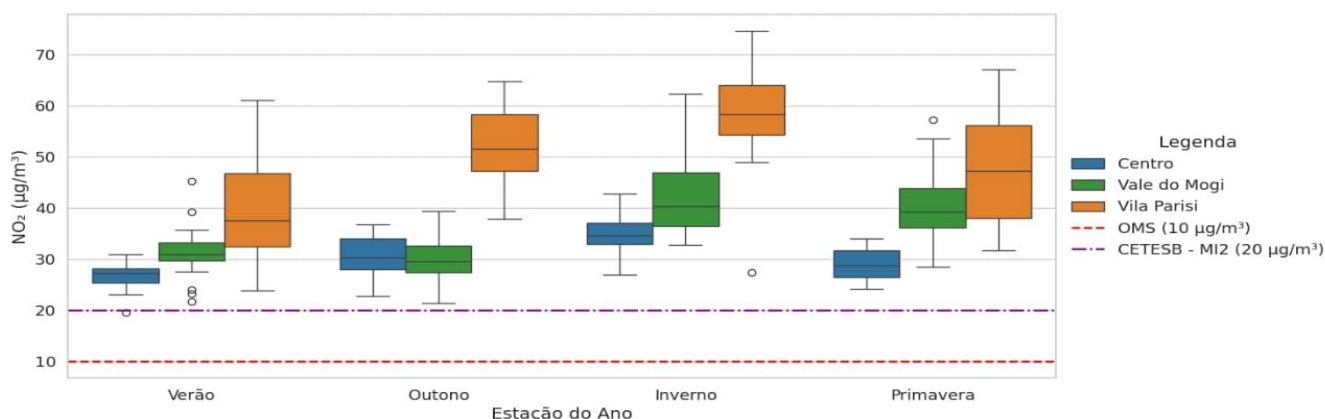
ainda assim acima dos valores de referência estabelecidos pela OMS (10 µg/m³) e pela CETESB (MI2 20 µg/m³).

Durante a pandemia, nota-se uma redução significativa nas concentrações de NO₂ em todas as estações de monitoramento. Essa queda está diretamente associada às medidas restritivas impostas, como redução do tráfego urbano, fechamento temporário de indústrias e comércios, além da diminuição do transporte de carga que resultou em menores emissões de poluentes atmosféricos. Esse fenômeno pode ser interpretado como um “experimento natural” de mitigação da poluição, demonstrando de forma concreta a relação direta entre atividade antrópica e degradação da qualidade do ar.

No período pós-pandemia, observa-se uma recuperação gradual dos níveis de NO₂, acompanhando o retorno das atividades econômicas e da circulação de veículos, embora sem atingir os picos máximos observados antes. Esse comportamento reforça o caráter temporário da melhoria ambiental ocorrida durante a pandemia, evidenciando que, sem mudanças estruturais nas fontes emissoras, as concentrações tendem a retornar aos patamares anteriores. Esse comportamento observado assemelha-se com o de estudos anteriores realizados na Região Metropolitana de São Paulo, onde a suspensão das atividades econômicas influenciou diretamente na redução de poluentes e a retomada mostrou o aumento das concentrações de tais (Moreira *et al.*, 2021; Andrade *et al.*, 2022).

Entre as estações analisadas, a estação Centro apresentou os menores valores em todos os períodos, o que pode ser explicado pela menor influência direta de fontes industriais e pela presença de tráfego urbano menos intenso nessa região, em comparação às áreas industriais de Vila Parisi e Vale do Mogi.

Gráfico 3 – NO₂ por estação do ano(µg/m³)



Fonte: Elaborado pelos Autores (2025)

Os dados apresentados no Gráfico 3 evidenciam a variação sazonal das concentrações médias de dióxido de nitrogênio (NO₂) nas estações de monitoramento de Cubatão, obtidas a partir da agregação dos meses correspondentes a cada estação do ano (verão, outono, inverno e primavera), permitindo identificar o comportamento do poluente ao longo do ciclo anual.

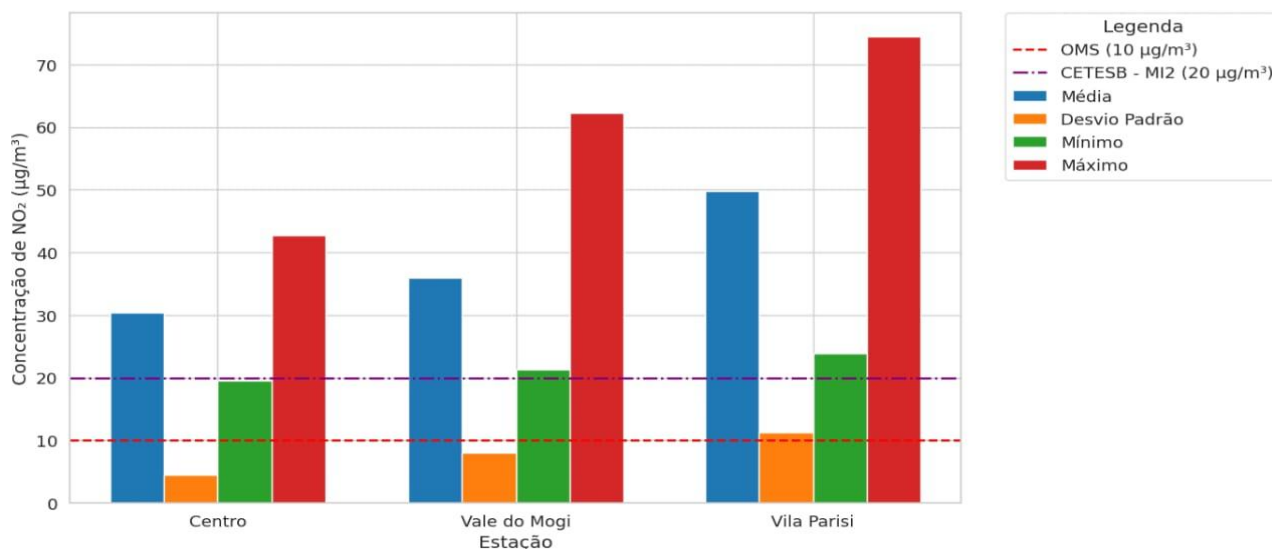
Observa-se que as maiores concentrações de NO₂ ocorrem durante o inverno e a primavera, especialmente na estação Vila Parisi, onde os valores variam entre 60 e 70 µg/m³. Esse padrão pode ser explicado pelas condições meteorológicas típicas do inverno, caracterizadas por baixa dispersão atmosférica e inversões térmicas, que dificultam a diluição dos poluentes na troposfera (Silva *et al.*, 2020). Na primavera, ocorre uma retomada gradual das atividades industriais e do tráfego veicular, após o período mais frio, o que contribui para o aumento das emissões e manutenção de níveis elevados de poluentes.

Durante o verão, as concentrações diminuem significativamente, reflexo da maior instabilidade atmosférica, aumento da radiação solar e maior frequência de chuvas, que favorecem a dispersão e a remoção dos poluentes (CETESB, 2025). Dessa forma, o inverno se destaca como o período mais crítico, apresentando concentrações que frequentemente ultrapassam os limites estabelecidos pela OMS (10 µg/m³) e pela CETESB (MI2 20 µg/m³).

A análise dessa sazonalidade demonstra a influência direta das variáveis meteorológicas sobre a qualidade do ar, destacando a necessidade de políticas públicas específicas para períodos de maior risco, como o inverno, que incluam controle rigoroso de emissões veiculares e industriais, além do incentivo ao uso de transportes sustentáveis e monitoramento intensificado.

Entre as estações avaliadas, a Vila Parisi permanece como a região mais impactada, seguida por Vale do Mogi e, por fim, o Centro, confirmando o efeito combinado da localização industrial e da densidade do tráfego urbano sobre a poluição atmosférica local.

Gráfico 4 – Resumo estatístico Anual Médio de NO₂ (µg/m³)



Fonte: Elaborado pelos Autores (2025)

Os dados apresentados no Gráfico 4 mostram o resumo estatístico das concentrações médias anuais de dióxido de nitrogênio (NO₂) para as três estações de monitoramento de Cubatão: Centro, Vale do Mogi e Vila Parisi.

Em todas as estações, observa-se que as médias anuais de NO₂ ultrapassam os limites estabelecidos pela OMS e pela CETESB, mesmo considerando a meta intermediária 2 de 20 µg/m³, evidenciando uma situação persistente de má qualidade do ar no município.

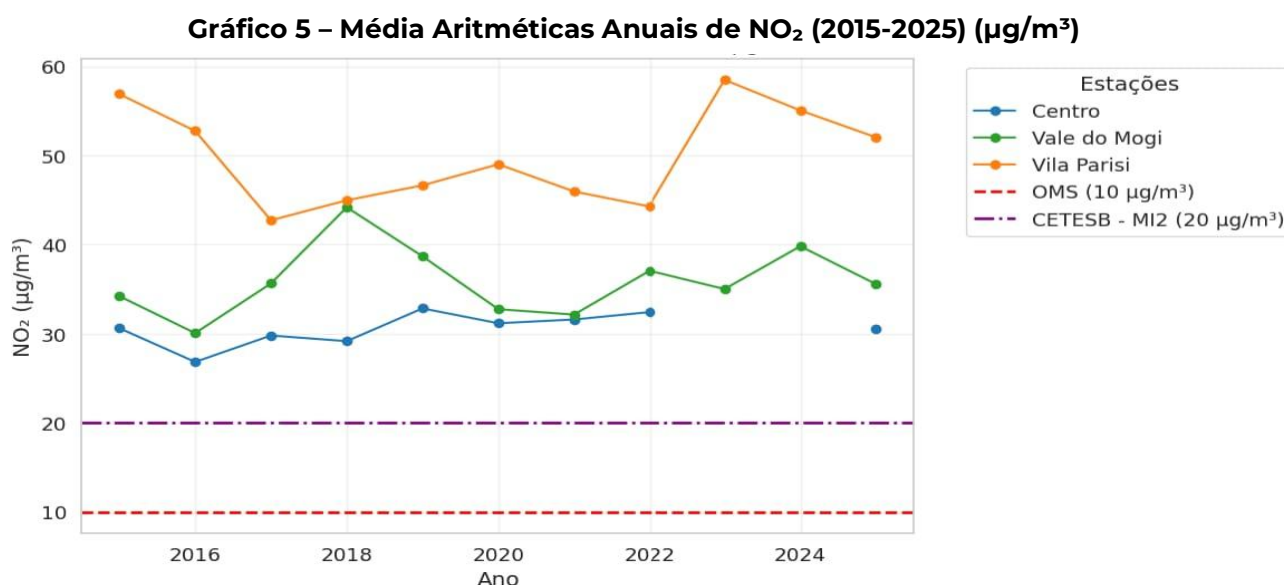
A estação Centro apresenta valores médios próximos de 30 µg/m³, enquanto Vale do Mogi e Vila Parisi registram concentrações progressivamente mais elevadas, atingindo cerca de 50 µg/m³ em Vila Parisi. Essa diferença espacial reflete a distribuição desigual das fontes emissoras, sendo Vila Parisi a região mais próxima das atividades industriais e com maior densidade de tráfego pesado, o que contribui diretamente para o aumento da concentração de NO₂.

O desvio padrão reduzido na estação Centro indica uma menor variabilidade temporal das concentrações, sugerindo que as emissões na região são mais estáveis e predominantemente associadas ao tráfego urbano. Por outro lado, o desvio padrão mais elevado em Vila Parisi aponta para uma maior oscilação dos níveis de poluição, possivelmente influenciada por fontes emissoras intermitentes, como paradas e retomadas de processos industriais.

A diferença entre os valores mínimos e máximos mostra que episódios críticos de poluição não são eventos isolados, mas ocorrem de forma recorrente ao longo dos anos. Tal comportamento reforça a necessidade de ações contínuas de mitigação, fortalecimento das

políticas de controle de emissões industriais e veiculares, além da expansão do monitoramento atmosférico em tempo real.

Esses resultados evidenciam que, mesmo após uma década de monitoramento, não há tendência de melhoria significativa na qualidade do ar de Cubatão, reforçando a importância de estratégias públicas de longo prazo para garantir o cumprimento dos padrões de qualidade do ar e proteger a saúde da população exposta.



Fonte: Elaborado pelos Autores (2025)

Os dados apresentados no Gráfico 5 mostram as médias aritméticas anuais das concentrações de dióxido de nitrogênio (NO₂) nas estações Centro, Vale do Mogi e Vila Parisi, comparadas aos limites de referência estabelecidos pela OMS (10 µg/m³) e pela CETESB (MI2 20 µg/m³).

Observa-se que, ao longo de todo o período analisado, nenhuma das estações apresentou médias anuais dentro dos padrões recomendados, caracterizando uma situação persistente de má qualidade do ar em Cubatão. A estação Vila Parisi manteve os maiores valores, com médias anuais frequentemente acima de 50 µg/m³, refletindo a forte influência das atividades industriais e logísticas da região.

Em 2018, observa-se um pico expressivo na estação Vale do Mogi, com concentrações superiores a 40 µg/m³. Esse aumento pode estar associado a uma intensificação das emissões veiculares naquele período. Moreira *et al.* (2021) mostram que a redução na circulação da frota veicular na cidade de São Paulo resultou em queda nas concentrações de NO₂, reforçando a influência direta do tráfego sobre esse poluente. Nos demais anos, as concentrações de NO₂ em

Vale do Mogi se mantiveram próximas ou ligeiramente abaixo desse valor, indicando uma estabilidade relativa, porém ainda acima dos limites recomendados pelas normas ambientais.

A Estação Centro apresenta uma lacuna de dados entre o último semestre de 2022 e o primeiro semestre de 2025, conforme já discutido anteriormente, em função de manutenções e calibrações dos equipamentos. Essa ausência de registros explica a interrupção da série temporal nessa estação, sem comprometer a tendência geral observada no conjunto dos dados.

Durante o período da pandemia, observou-se uma redução temporária das médias anuais, especialmente nas estações Vale do Mogi e Vila Parisi, resultado direto da diminuição das atividades industriais e do tráfego urbano devido às medidas restritivas impostas pela COVID-19. No entanto, a partir de 2022, as concentrações voltarão a crescer, acompanhando a retomada econômica e reforçando a influência direta das emissões antrópicas na poluição atmosférica local.

De modo geral, os resultados do gráfico evidenciam que, mesmo após uma década de monitoramento, não há tendência de redução sustentável nas concentrações de NO₂. Isso sugere que as medidas atuais de controle de emissões podem não ser suficientes para promover reduções consistentes nas concentrações do poluente.

Do ponto de vista da saúde pública, níveis cronicamente elevados de NO₂ estão associados a aumento de internações por doenças respiratórias — como asma, bronquite e doença pulmonar obstrutiva crônica, além de impactos cardiovasculares e imunológicos (WHO, 2021; CETESB, 2023). Em Cubatão, região historicamente marcada por altos índices de poluição, essa exposição contínua representa um risco significativo à população vulnerável, em especial crianças e idosos.

Esses resultados reforçam a necessidade urgente de adoção de medidas mitigadoras, como modernização de processos industriais, controle mais rigoroso das emissões veiculares e incentivo a alternativas de transporte limpo, de modo a alinhar a qualidade do ar local aos padrões.

Tabela 1 – Resumo estatístico Anual Médio de NO₂ (µg/m³)

Estações	Indicadores			
	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão	Média
Centro	19,60	42,74	4,45	30,45
Vale do Mogi	21,34	62,30	8,01	35,93
Vila Parisi	23,93	74,51	11,34	49,84

Fonte: Elaborado pelos Autores (2025)

Os dados apresentados na Tabela 1 mostram o comportamento estatístico anual das concentrações de NO₂ nas estações de monitoramento de Cubatão. Observa-se que, ao longo de todo o período, as médias anuais permanecem acima dos valores recomendados pela OMS (10 µg/m³) e da CETESB (MI2 20 µg/m³), o que evidencia uma condição persistente de má qualidade do ar.

A estação Vila Parisi apresenta os maiores valores de concentração média (49,84 µg/m³) e desvio padrão (11,34), reflexo da influência direta das atividades industriais do polo petroquímico e siderúrgico da região. Em contraste, o Centro registra os menores valores médios (30,45 µg/m³) e menor variabilidade, caracterizando uma área predominantemente urbana com menor influência industrial (CETESB, 2025)

Esses resultados reafirmam as conclusões de Rocha *et al.* (1988) e Nardocci *et al.* (2013), que identificaram Vila Parisi como a localidade mais vulnerável à poluição atmosférica em Cubatão devido à proximidade das fontes fixas emissoras e à topografia que dificulta a dispersão dos poluentes.

Tabela 2 – Resumo estatístico de NO₂ por período e estação (2015-2025)

Períodos	Estações	Média	Mediana	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
Pré pandemia	Centro	29,10	28,48	4,24	38,78	19,60
	Vale do Mogi	36,02	33,81	9,49	62,30	21,34
	Vila Parisi	49,33	49,99	11,45	74,51	30,11
Pandemia	Centro	31,96	31,54	4,35	42,74	25,89
	Vale do Mogi	35,16	33,75	5,95	49,27	23,18
	Vila Parisi	46,47	47,44	10,96	66,83	23,94
Pós Pandemia	Centro	30,57	31,47	3,72	34,04	25,31
	Vale do Mogi	36,91	36,06	8,40	56,90	24,08
	Vila Parisi	55,48	56,66	9,77	71,68	36,40

Fonte: Elaborado pelos Autores (2025)

Os dados apresentados na Tabela 2 mostram o comportamento estatístico da evolução das concentrações de NO₂ nos períodos pré-pandemia, pandemia e pós-pandemia, observa-se que, durante o período pré-pandemia (2015–2019), os valores médios eram elevados, sobretudo em Vila Parisi, com concentrações acima de 50 µg/m³.

Com a chegada da pandemia (2020–2021), houve redução temporária dos níveis de NO₂ em todas as estações, efeito associado à queda nas atividades econômicas e à restrição do tráfego veicular (Moreira *et al.*, 2021; CETESB, 2022). Contudo, no período pós-pandemia (2022-2025), observa-se nova elevação das concentrações, especialmente em Vila Parisi, que retorna a médias próximas de 55 µg/m³, demonstrando retomada das emissões industriais e urbanas.

A estação Centro apresenta as menores variações entre os períodos, reforçando seu perfil urbano com menor influência direta das indústrias. Esses resultados mostram a relação direta entre intensidade de atividades antrópicas e níveis de poluição atmosférica.

Tabela 3 – Média Aritméticas Anuais (2015- 2025)

Estações			
Anos	Centro	Vale do Mogi	Vila Parisi
2015	30,61	34,21	56,89
2016	26,83	30,06	52,75
2017	29,79	35,64	42,73
2018	29,16	44,18	44,97
2019	32,83	38,68	46,65
2020	31,17	32,75	49,02
2021	31,59	32,14	45,96
2022	32,42	37,08	44,27
2023	-	35,01	58,49
2024	-	39,81	55,06
2025	30,57	35,56	52,03

Fonte: Elaborado pelos Autores (2025)

Os dados apresentados na Tabela 3 mostram as médias aritméticas anuais das concentrações de dióxido de nitrogênio (NO₂) nas estações Centro, Vale do Mogi e Vila Parisi, comparadas aos limites de referência estabelecidos pela OMS (10 µg/m³) e pela CETESB (MI2, 20 µg/m³). Ressalta-se que a ausência de valores para a estação Centro decorre da indisponibilidade desses dados na plataforma QUALAR.

Os maiores picos de concentrações nas estações ocorreram em 2018 na Vale do Mogi 44,18 µg/m³, 2019 no Centro 32,83 µg/m³ e em 2023 na Vila Parisi 58,49 µg/m³. Esses aumentos podem estar associados à intensificação das atividades industriais e veiculares nesse período.

Nos anos (2020 e 2021), observa-se uma redução temporária nas médias anuais, consequência das restrições de mobilidade e da desaceleração industrial impostas pela pandemia de COVID-19. Apesar dessa queda, as concentrações permaneceram acima dos valores recomendados, indicando que a redução das emissões foi pontual e não estrutural.

Com a retomada das atividades econômicas, as médias voltaram a subir em 2023 e 2024, especialmente em Vila Parisi, onde os valores médios ficaram próximos de 58 µg/m³.

De forma geral, a Estação Vila Parisi manteve as maiores médias anuais do período (≈ 58 µg/m³), seguida por Vale do Mogi (≈ 44 µg/m³) e Centro (≈ 32 µg/m³).

Essa hierarquia reflete a distribuição das fontes emissoras, sendo Vila Parisi a área de maior influência industrial, Vale do Mogi uma zona mista de tráfego e indústria, e o Centro uma área predominantemente urbana, com menor densidade de fontes fixas.

Esses resultados reforçam que a poluição por NO₂ em Cubatão mantém-se em níveis preocupantes, exigindo políticas ambientais mais eficazes, modernização dos sistemas de controle de emissões e planejamento urbano integrado, de modo a reduzir a exposição da população aos riscos respiratórios associados a esse poluente.

Tabela 4 – Ultrapassagens de NO₂ (% de vezes acima dos limites)

Estações	Indicadores	
	OMS (10 µg/m ³)	CETESB MI2 (20 µg/m ³)
Centro	81,82	81,82
Vale do Mogi	100	100
Vila Parisi	100	100

Fonte: Elaborado pelos Autores (2025)

Os dados apresentados na Tabela 4 mostram a avaliação da frequência de ultrapassagens dos limites normativos das concentrações de dióxido de nitrogênio (NO₂) nas estações Centro, Vale do Mogi e Vila Parisi, comparadas aos limites de referência estabelecidos pela Organização Mundial da Saúde (OMS, 10 µg/m³) e pela CETESB – Meta Intermediária 2 (20 µg/m³). Essas porcentagens foram calculadas com base em todo o conjunto de dados compreendido entre 2015 e 2025, permitindo uma análise abrangente do comportamento do poluente ao longo da série histórica. Neste conjunto de dados, observa-se que as estações Vale do Mogi e Vila Parisi registraram 100% de superações em ambos os limites, evidenciando que todas as médias anuais excederam os padrões de qualidade do ar recomendados. Esse comportamento demonstra um quadro de não conformidade crônica, refletindo a influência contínua das atividades industriais e do tráfego veicular intenso nessas regiões.

A Estação Centro apresentou um percentual de 81% de superações, valor inferior em razão da lacuna de dados registrada entre o último semestre de 2022 e o primeiro semestre de 2025, decorrente de processos de calibração, manutenção e substituição de sensores. Ainda assim, os dados disponíveis indicam que os níveis de NO₂ permaneceram acima dos valores estabelecidos pela OMS e CETESB, sugerindo que, se os dados ausentes fossem contabilizados, o índice real de ultrapassagens seria possivelmente ainda maior.

Esse padrão reforça o diagnóstico de que a poluição atmosférica em Cubatão persiste de forma estrutural, com destaque para as estações Vila Parisi e Vale do Mogi, localizadas em áreas com maior densidade industrial e veicular. Resultados semelhantes foram observados por

Rocha *et al.* (1988) e Nardocci *et al.* (2013), que apontaram Vila Parisi como a região mais vulnerável à exposição de poluentes, em função da proximidade com o polo petroquímico e da topografia que dificulta a dispersão.

Os índices elevados e recorrentes de NO₂ revelam uma exposição prolongada da população a concentrações nocivas, com impactos diretos sobre a saúde respiratória, especialmente em crianças, idosos e portadores de doenças crônicas (OMS, 2021).

De forma geral, a análise confirma que nenhuma das estações de monitoramento apresentou conformidade com os padrões de qualidade do ar durante o período avaliado, evidenciando que, mesmo após quase uma década de monitoramento contínuo, a qualidade do ar em Cubatão permanece insatisfatória. Esse cenário reforça a necessidade de políticas públicas mais eficazes, modernização dos sistemas de controle de emissões e integração entre ações ambientais e de saúde pública, como forma de mitigar os impactos sociais e ambientais da poluição atmosférica.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise das concentrações de dióxido de nitrogênio (NO₂) no município de Cubatão/SP, ao longo do período de 2015 a 2025, evidencia um quadro persistente de poluição atmosférica, especialmente nas áreas mais próximas ao polo industrial — Vila Parisi e Vale do Mogi. Nessas regiões, as médias anuais ultrapassam de forma recorrente os limites estabelecidos pela CETESB (Meta Intermediária 2 – 20 µg/m³) e pela Organização Mundial da Saúde (OMS – 10 µg/m³), confirmando a gravidade do problema ambiental e de saúde pública local.

Mesmo com avanços tecnológicos e políticas de controle de emissões, as concentrações de NO₂ permanecem acima dos padrões de qualidade do ar, caracterizando uma situação crônica de não conformidade ambiental. Observou-se uma redução temporária durante o período pandêmico (2020–2021), reflexo da diminuição das atividades industriais e da circulação veicular. Contudo, com a retomada econômica no pós-pandemia (2022–2025), houve nova elevação dos níveis de poluentes, sobretudo na estação Vila Parisi, que registrou as maiores médias anuais e variações sazonais mais acentuadas.

Os resultados obtidos — em especial nas Tabelas 3 e 4 — indicam que 100% das medições em Vale do Mogi e Vila Parisi excederam simultaneamente os valores de referência da OMS e da CETESB, enquanto o Centro apresentou 81% de superações, resultado

parcialmente afetado por lacunas de medição entre 2022 e 2025. Esse cenário reforça a necessidade de ações imediatas de mitigação, voltadas à redução das emissões e ao fortalecimento do monitoramento ambiental contínuo.

Diversos estudos reforçam a relação direta entre a elevação das concentrações de NO₂ e o aumento da incidência de doenças respiratórias, especialmente em crianças, idosos e indivíduos com comorbidades (Nardocci *et al.*, 2013; WHO, 2021). Assim, a busca pelo cumprimento dos limites estabelecidos pela OMS deve envolver múltiplas frentes:

- Renovação e modernização da frota veicular, especialmente de veículos pesados;
- Manutenção periódica dos motores e catalisadores voltados à redução de NO₂;
- Fiscalização rigorosa dos combustíveis e emissões industriais;
- Adequação dos processos produtivos às metas internacionais de controle atmosférico.

Por fim, recomenda-se a ampliação e modernização da rede de estações automáticas da CETESB, garantindo a continuidade e confiabilidade dos registros. O monitoramento sistemático, aliado a políticas públicas integradas entre os setores industrial, de transporte e saúde ambiental, é essencial para reduzir os impactos do NO₂ e assegurar a melhoria da qualidade do ar e do bem-estar da população cubatense.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Izabel da Silva; ARAUJO, Elaine Cristina; CORRÊA, Thaís; MACEDO, Fernanda de Mendonça; LANDULFO, Eduardo. **Análise espaço-temporal de NO₂ na região metropolitana de São Paulo**. Holos Environment (Online), v. 21, p. 436-444, 2022.

<https://doi.org/10.14295/holos.v21i4.12461>

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Padrões de qualidade do ar**. São Paulo: CETESB, 2025. Disponível em:

https://www.cetesb.sp.gov.br/cetesb/qualidade_ambiental/ar/informacoes_basicas/padroles_de_qualidade_do_ar.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Boletim Anual da Qualidade do Ar para o Estado de São Paulo – 2023**. São Paulo: CETESB, 2023. Disponível em:

https://www.cetesb.sp.gov.br/cetesb/qualidade_ambiental/ar/publicacoes_e_relatorios/boletim_anual

CETESB. Sistema QUALAR - **Qualidade do ar**. 2021. Disponível em:

<https://cetesb.sp.gov.br/ar/qualar/>

CONAMA. **Resolução nº 491, de 19 de novembro de 2018**. Dispõe sobre os padrões de qualidade do ar e altera as resoluções CONAMA nº 03/1990 e nº 436/2011. Diário Oficial da União, Brasília, 2018.

HUNTER, J. D. **Matplotlib: A 2D graphics environment**. Computing in Science & Engineering, v. 9, n. 3, p. 90–95, 2007. Doi: 10.1109/MCSE.2007.55

McKINNEY, W. **Python for Data Analysis**. Sebastopol: O'Reilly Media, 2010

NAKADA, L.Y.K. E URBAN, R.C. (2020) COVID-19 pandemic: Impacts on the air quality during the partial lockdown in São Paulo state, Brazil, Sci. Total Environ, 730, 139087, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139087>

MOREIRA, Gregori de Arruda; ANDRADE, Izabel da Silva; CACHEFFO, Alexandre; YOSHIDA, Alexandre Calzavara; GOMES, Antonio Arleques; SILVA, Jonatan João da; LOPES, Fábio Julianoda Silva; LANDULFO, Eduardo. **COVID-19 outbreak and air quality: Analyzing the influence of physical distancing and the resumption of activities in São Paulo municipality**. URBAN CLIMATE, v. 37, p. 100813, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2021.100813>

NARDOCCI, A. C. et al. **Air pollution and respiratory and cardiovascular diseases: a time series study in Cubatão, Brazil (2000–2009)**. Environmental Health, v. 12, n. 15, p. 1–9, 2013. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00150012>

OMS – Organização Mundial da Saúde. **WHO Global Air Quality Guidelines: Particulate Matter (PM_{2.5} and PM₁₀), Ozone, Nitrogen Dioxide, Sulfur Dioxide and Carbon Monoxide**. Geneva: WHO, 2021.

ROCHA L.E., FREITAS C.U., FERREIRA J.N.N., FARIA C.G., KUMAGAI F.U. **Dados comparativos de morbidade hospitalar do município de Cubatão e do Estado de São Paulo (Brasil)**. Rev Saúde Pública 1988; 22:118-31.

SEGUEL, Rodrigo J.; GALLARDO, Laura; OSSES, Mauricio; ROJAS, Néstor Y.; NOGUEIRA, Thiago; MENARES, Camilo; ANDRADE, Maria de Fatima, BELALCÁZAR, Luis C.; CARRASCO, Paula; ESKES, Henk; FLEMING, Zoë L.; HUNEEUS, Nicolas; IBARRA-ESPINOSA, Sérgio; LANDULFO, Eduardo; LEIVA, Manuel; MANGONES, Sonia C.; MORAIS, Fernando G.; MOREIRA, Gregori A.; PANTOJA, Nicolás; ANDRADE, I. S. **Photochemical sensitivity to emissions and local meteorology in Bogotá, Santiago, and São Paulo**. Elementa: Science of the Anthropocene, v. 10, p. 1, 2022. <https://doi.org/10.1525/elementa.2021.00044>

VERGNHANINI FILHO, R. **Emissão de óxidos de nitrogênio (NO_x) na combustão de fontes fixas e móveis na RMSP**. Revista IPT, São Paulo, n. 4, p. 45-56, 2016.

VIANNA JR., A. S.; DE COME, F. Analisando dados de qualidade do ar por machine learning. Vetor, Rio Grande, v. 35, n. 1, e18205, 2025.

WASKOM, M. **Seaborn: Statistical data visualization**. Journal of Open-Source Software, v. 6, n. 60, p. 3021, 2021.

Os efeitos da inteligência artificial generativa no mercado editorial

The effects of generative artificial intelligence on the publishing industry



Gabriel Almeida Nunes 

Fatec Praia Grande

almeidagabriel.nunes@gmail.com

Bruno Baruffi Esteves 

Fatec Praia Grande

brunobaruffi@gmail.com

Revista Processando o Saber

eISSN 2179-5150 · Vol 18, n. 01, 2026

Multidisciplinar · DOI · Revisão por pares

Faculdade de Tecnologia Praia Grande – FATEC

Períodicidade: Anual

revista@fatecpg.edu.br

Recebido: Jan 2026

Aceito: Mar 2026

Publicado: Jun 2026

URL: <https://www.fatecpg.edu.br/revista/index.php/ps/article/view/448>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.20045259>



RESUMO

Este trabalho analisa as implicações éticas, práticas e mercadológicas do uso de modelos de Processamento de Linguagem Natural (PLN) e Inteligência Artificial Generativa (IAG) na produção editorial. O estudo justifica-se pela rápida integração dessas ferramentas no ecossistema criativo e pelos potenciais efeitos na autoria, na remuneração de criadores e na qualidade do conteúdo. Metodologicamente, a pesquisa caracteriza-se como uma revisão bibliográfica crítica e análise documental, examinando políticas de plataformas de publicação, marcos regulatórios e literatura acadêmica atual. Os resultados apontam para um cenário de excesso de oferta e saturação do mercado, que pode desestimular criadores humanos e reduzir a diversidade criativa, além de evidenciar a falibilidade técnica das ferramentas de detecção de IA e as incertezas jurídicas sobre a propriedade intelectual de obras geradas por máquinas. Conclui-se que o desafio atual não consiste em interromper o avanço técnico, mas em regulamentar seu impacto de forma ética e equilibrada. É imperativo que a inovação tecnológica seja conciliada com a valorização da autoria humana e com marcos de transparência, garantindo que a IAG atue como complemento, e não substituta, da expressão humana singular.

PALAVRAS-CHAVE: Escrita Generativa; Inteligência Artificial no mercado editorial; ética em IA.

ABSTRACT

Este trabalho analisa as implicações éticas, práticas e mercadológicas do uso de modelos de Processamento de Linguagem Natural (PLN) e Inteligência Artificial Generativa (IAG) na produção editorial. O estudo justifica-se pela rápida integração dessas ferramentas no ecossistema criativo e pelos potenciais efeitos na autoria, na remuneração de criadores e na qualidade do conteúdo. Metodologicamente, a pesquisa caracteriza-se como uma revisão bibliográfica crítica e análise documental, examinando políticas de plataformas de publicação, marcos regulatórios e literatura acadêmica atual. Os resultados apontam para um cenário de excesso de oferta e saturação do mercado, que pode desestimular criadores humanos e reduzir a diversidade criativa, além de evidenciar a falibilidade técnica das ferramentas de detecção de IA e as incertezas jurídicas sobre a propriedade intelectual de obras geradas por máquinas. Conclui-se que o desafio atual não consiste em interromper o avanço técnico, mas em regulamentar seu impacto de forma ética e equilibrada. É imperativo que a inovação tecnológica seja conciliada com a valorização da autoria humana e com marcos de transparência, garantindo que a IAG atue como complemento, e não substituta, da expressão humana singular.

KEY-WORDS: Generative Writing; Artificial Intelligence in the publishing market; AI Ethics.

INTRODUÇÃO

Em novembro de 2022 foi lançado de maneira gratuita para o público o site e aplicativo ChatGPT, pela empresa OpenAI. Em janeiro do ano seguinte, o website já tinha alcançado 100 milhões de usuários (Reuters, 2023).

O ChatGPT é o exemplo mais conhecido da popularização recente da Inteligência Artificial Generativa que utiliza modelos de linguagem, mas não é o único. Diversas empresas lançaram suas próprias ferramentas que utilizam da mesma tecnologia, como Claude, Gemini e DeepSeek.

Com o aumento de usuários e ferramentas disponíveis, ficou cada vez mais comum o uso de Inteligência Artificial Generativa (IAG) para diversas atividades, tais como aplicação no sistema educativo, para a criação de designs, produção de conteúdo e no mercado editorial.

Hoje nós temos diversas inteligências que são capazes de gerar textos, páginas ou até livros completos, através de um *prompt* de comando bem detalhado. Com isso, diversos escritores independentes acabaram adotando o uso dessas ferramentas para produzirem livros de maneira muito mais rápida.

Existem alguns casos que evidenciam isso, como a proliferação de títulos auto publicados em plataformas digitais, a adoção de IAG por pequenas editoras e autores independentes para acelerar produção e mudanças recentes em políticas de plataformas de publicação que buscam lidar com conteúdo gerado por IA. Esses acontecimentos colocam em evidência tanto o potencial produtivo das ferramentas quanto os desafios práticos e éticos que elas impõem ao ecossistema editorial.

Diante desse cenário, surge a necessidade de entender melhor as dimensões desse fenômeno. Este trabalho busca analisar como os modelos de Processamento de Linguagem Natural (PLN) estão sendo utilizados para a produção de produtos editoriais, quais são as problemáticas éticas e práticas associadas a esse uso e quais soluções (técnicas, políticas ou regulatórias) têm sido propostas ou implementadas.

O estudo é justificado pela rápida adoção dessas tecnologias e pelos potenciais efeitos na autoria, na remuneração de criadores, na qualidade do conteúdo e na dinâmica do mercado editorial. Além disso, a crescente disponibilidade de detectores automáticos e de propostas técnicas levanta perguntas sobre eficácia, equidade e possíveis efeitos colaterais (por exemplo, falsos positivos que prejudiquem autores humanos). Entender essas dinâmicas é relevante tanto para pesquisadores quanto para profissionais do setor editorial e para formuladores de políticas públicas.

Como objetivo geral, este trabalho propõe analisar as implicações éticas, práticas e mercadológicas do uso de modelos de PLN na produção editorial. Metodologicamente, a pesquisa será desenvolvida como uma revisão bibliográfica crítica complementada por análise documental. A revisão reunirá artigos acadêmicos, relatórios de mercado, matérias de imprensa especializada e documentos de políticas de plataformas de publicação. A análise documental permitirá examinar medidas e comunicados oficiais de plataformas e trabalhos técnicos sobre detectores e *watermarking*.

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA E MODELOS DE LINGUAGEM

A inteligência artificial não é uma ferramenta nova, já que algumas técnicas existem desde 1950; o que mudou foram as técnicas utilizadas, a capacidade computacional e a quantidade de dados disponíveis (Ludemir, 2021).

Como ainda não sabemos exatamente como fazer os computadores aprenderem igual ao ser humano, testamos técnicas diferentes para simular esse aprendizado. Para fins deste artigo, focaremos na IA Generativa e o Modelo de Linguagem de Grande Escala (LLM), as tecnologias utilizadas em ferramentas como ChatGPT e Gemini.

LLM são ferramentas treinadas em grandes quantidades de dados textuais, com o intuito de aprenderem a gerar textos semelhantes ao humano, além de conseguir interagir através de perguntas e comandos (Kasneci *et al.*, 2023).

Esses modelos funcionam com base em redes neurais profundas, especialmente as chamadas *transformers*, capazes de processar sequências de texto e identificar padrões linguísticos complexos.

Durante o treinamento, o modelo é exposto a bilhões de palavras retiradas de livros, sites, artigos e outros textos públicos, aprendendo a prever qual será a próxima palavra em uma frase. Esse processo é conhecido como aprendizado supervisionado em larga escala.

Durante esse processo de tokenização, o modelo de linguagem de grande escala (LLM) atribui a cada token determinados pesos (ou valores numéricos) com base em sua avaliação da importância relativa de cada token em uma frase e das relações estatísticas entre eles. A partir desses pesos – chamados de *embeddings* – o modelo prevê quais palavras devem vir em seguida, por exemplo, em resposta a uma pergunta ou comando feito por um usuário (Lee, 2024, p. 13-14).

Esses sistemas não apenas reproduzem informações, mas combinam elementos linguísticos aprendidos para gerar conteúdo inédito, o que caracteriza a inteligência artificial generativa. Entretanto, apesar da fluidez e aparentarem criatividade, os LLM não compreendem o que estão escrevendo. Eles baseiam-se em probabilidades estatísticas e não em raciocínio consciente, o que pode levar a erros de interpretação, informações imprecisas ou repetições de vieses presentes nos dados de treinamento.

1.2 APLICAÇÕES DA IA NA PRODUÇÃO DE CONTEÚDO

Com a capacidade de inteligência artificial produzir textos enormes através de linhas de comandos, muitos aspirantes a autores começaram a utilizar esta ferramenta para produção de texto. Isso vem acontecendo na produção de artigos, livros e roteiros. E aqui, a ideia não é tratar do uso dessas ferramentas para fazer correções ortográficas automatizadas ou traduções mais rápidas, mas sim sobre a produção de conteúdo completa.

Um dos grandes exemplos do uso de IA para produção de livros é a situação na Amazon, que limitou a publicação de livros em sua plataforma para três por dia. Em sua publicação anunciando a mudança, a empresa justificou a decisão mencionando a “rápida evolução da IA generativa” (Amazon KDP, 2023, tradução nossa). A medida foi uma resposta ao aumento repentino de títulos automatizados submetidos ao *Kindle Direct Publishing* (KDP), muitos deles produzidos integralmente por modelos de linguagem, com pouca ou nenhuma intervenção humana (Núcleo Jornalismo, 2023). Essa explosão de conteúdo gerou debates sobre qualidade, originalidade e saturação do mercado editorial, além de preocupações com o uso indevido de nomes de autores reais em obras geradas por IA (Mathias, 2023; Barz, 2024).

Outro caso relevante é o conflito da *Writers Guild of America* (WGA), no qual roteiristas de cinema e televisão protestaram não apenas por melhores salários, mas também por proteção contra o uso descontrolado de IA em seus trabalhos. A reivindicação principal incluía cláusulas que impedissem que roteiros fossem substituídos ou reescritos por sistemas automatizados (Benson, 2024). Esse episódio mostrou que o impacto da inteligência artificial na autoria não se limita à literatura, mas se estende a todo o setor criativo e cultural.

A tendência geral é que a IA esteja sendo usada para automatizar tarefas tradicionalmente associadas à criatividade humana. Essa automação não se limita à substituição de processos mecânicos, mas também atividades tradicionalmente associadas à intuição e à originalidade humana. O avanço dessa fronteira redefine o que entendemos por trabalho criativo

e desafia as estruturas tradicionais de autoria e valor simbólico da obra, ao tensionar os limites entre produção humana e produção automatizada (Boden, 1998; Lewis *et al.*, 2025).

1.3 QUESTÕES ÉTICAS E LEGAIS

O uso de inteligência artificial para a produção textual traz muitos problemas éticos e legais, envolvendo todas as etapas do processo – conflitos que vão do uso de materiais existentes para o treinamento do algoritmo, até o questionamento de propriedade intelectual para um texto feito inteiramente com Inteligência Artificial. Segundo Granjeiro *et al.* (2025), apesar dos avanços, as limitações dessas ferramentas ainda representam desafios significativos. A padronização do estilo de escrita observada no ChatGPT pode restringir a criatividade e a expressão individual dos autores, ou seja, para além do quesito legal, há também um impacto social, com redução da variedade artística e estética.

A discussão sobre autoria e propriedade intelectual é uma das mais centrais nesse contexto. Se uma obra é criada a partir de *prompts*, mas o texto final é gerado por uma IA, surge a dúvida sobre quem deve ser considerado o autor: o usuário, o desenvolvedor da ferramenta ou a própria máquina. Como o direito autoral pressupõe a existência de autoria humana, conteúdos produzidos sem intervenção criativa direta tendem a não possuir proteção legal, uma vez que órgãos reguladores afirmam que apenas obras resultantes de criatividade humana podem ser protegidas por direitos autorais (United States Copyright Office, 2023). Além disso, há a questão ética do uso de bases de dados compostas por textos protegidos por direitos autorais para o treinamento dos modelos, o que pode configurar apropriação indevida de obras pré-existentes.

Outro ponto relevante diz respeito à transparência e à detecção do uso de IA. A ausência de declaração sobre o uso dessas ferramentas pode induzir o leitor ao erro e gerar situações de plágio, especialmente quando partes do texto são apenas reformuladas ou reproduzidas de obras existentes. Por esse motivo, plataformas como Amazon KDP e editoras científicas vêm implementando políticas que exigem que os autores informem se e como utilizaram ferramentas de IA em suas produções. Essa medida busca preservar a confiança do público e garantir que o processo de criação seja transparente, ainda que híbrido.

Entretanto, não há uma ferramenta adequada para dizer se foi utilizada IA no texto, fazendo com que no momento, se dependa da honestidade do autor do texto ou livro. Segundo Weber-Wulff *et al.* (2023, p.27):

Nossas conclusões não confirmam as alegações apresentadas pelos sistemas. Eles frequentemente produzem falsos positivos e falsos negativos. Além disso, é muito fácil enganar esses sistemas utilizando ferramentas de paráfrase ou tradução automática. [...] Embora os softwares de detecção de similaridade textual também sofram com falsos positivos e falsos negativos (Foltýnek *et al.*, 2020 *apud* Weber-Wulff *et al.*, 2023), ao menos é possível fornecer evidências de possível má conduta. No caso das ferramentas de detecção de texto gerado por IA, isso não ocorre.

1.4 IMPACTOS MERCADOLÓGICOS E ECONÔMICOS

O uso de Inteligência Artificial na criação de conteúdo que será alocado em plataformas *online* pode influenciar de maneira negativa a vida dos criadores humanos, pois o excesso de conteúdo diminui o interesse dos usuários e, por consequência, a capacidade dos autores de obterem vantagens do uso desta ferramenta. A pesquisa feita por Zhang (2024, p. 6), diz o seguinte:

Os produtores de conteúdo baseados em IA ainda se beneficiam dos baixos custos de produção, mas os criadores humanos perdem participação de mercado e podem enfrentar preços mais baixos. Como resultado, o bem-estar social (ΔW) pode diminuir ou apresentar apenas uma melhora mínima, já que os efeitos negativos sobre o excedente do consumidor podem superar quaisquer ganhos no excedente do produtor.

No mesmo artigo, o autor também menciona que esse efeito está relacionado à qualidade do conteúdo gerado pela IA sugerindo que o problema pode estar mais na superficialidade do material produzido do que na ferramenta em si. Entretanto, a produção de um livro, artigo ou roteiro envolve um processo criativo complexo, que vai muito além de reunir informações já existentes e misturá-las em algo aparentemente coeso. A escrita literária exige tempo, planejamento e revisão, etapas que não se limitam a correções ortográficas, mas envolvem estilo, coerência e intenção estética.

É possível, então, concluir que a produção em massa, como demonstrado no marketplace da Amazon, que limitou o envio a três livros por dia, não consegue manter um nível mínimo de qualidade literária sem prejudicar o conjunto dos autores. Esse fenômeno afeta diretamente o valor percebido das obras publicadas, pois o público tende a associar a autopublicação a produtos de qualidade inferior quando há excesso de títulos sem curadoria adequada.

Além disso, autores independentes e editoras pequenas enfrentam desafios significativos nesse novo cenário. A redução de custos trazida pela automação permite que grandes empresas e ferramentas baseadas em IA dominem a produção e a distribuição de conteúdo, dificultando que criadores humanos se destaquem em um ambiente saturado.

A competição deixa de ser apenas por qualidade, passando a envolver velocidade e volume, fatores em que a IA naturalmente leva vantagem.

Essas mudanças também transformam a forma como o público consome conteúdo. Plataformas digitais, algoritmos de recomendação e motores de busca priorizam quantidade e engajamento, o que muitas vezes favorece produções superficiais ou repetitivas. Esse processo reconfigura os modelos tradicionais do setor editorial e altera a percepção de valor das obras publicadas (Ryzhko *et al.*, 2024). Com isso, a credibilidade editorial, antes associada ao rigoroso processo de revisão e publicação, passa a ser questionada, especialmente quando o leitor não tem clareza sobre a origem do texto.

1.5 REGULAÇÕES E INICIATIVAS RECENTES

Com a popularização dos modelos de linguagem, surgiram também questionamentos sobre quem é o autor legítimo de uma obra criada com o auxílio de IA e sobre como as leis de direitos autorais devem se adaptar a essa nova realidade.

Segundo Lee (2024), o principal problema jurídico reside no fato de que as obras geradas por IA não se enquadram na definição tradicional de autoria. O direito autoral, em sua essência, pressupõe a existência de um sujeito humano criador, capaz de exercer controle criativo, intenção e originalidade. Modelos de linguagem, por outro lado, não possuem consciência ou intenção, apenas reproduzem padrões extraídos de grandes volumes de dados. Assim, conceder direitos autorais a uma máquina violaria a própria base filosófica e constitucional que sustenta a noção de autoria.

Benson (2024) reforça essa ideia ao destacar que as obras produzidas por IA são incompatíveis com o sistema de copyright em um nível fundamental porque a lei atual foi construída com base na concepção de autoria humana. Além disso, o processo de treinamento desses modelos frequentemente utiliza materiais protegidos por direitos autorais, o que suscita dúvidas quanto à legalidade do uso desses dados como base de aprendizado.

Nos Estados Unidos, as autoridades responsáveis pela aplicação da lei de direitos autorais afirmaram que não concederão proteção a obras criadas integralmente por IA reforçando que o fator humano é indispensável para o reconhecimento jurídico da autoria (United States Copyright Office, 2023). Essa posição foi reiterada em 2023, quando o escritório rejeitou o pedido de registro de uma obra visual produzida sem intervenção humana. No

entanto, ainda há zona cinzenta quanto às criações colaborativas, em que a IA é utilizada como ferramenta auxiliar.

Na União Europeia, o debate adotou uma forma mais sistemática com o AI Act, aprovado em 2024, que propõe classificar os sistemas de IA conforme o nível de risco e impõe obrigações de transparência e rastreabilidade aos desenvolvedores. A legislação europeia prevê, por exemplo, que obras geradas por IA devem ser claramente identificadas, garantindo que o público saiba se está consumindo conteúdo humano ou automatizado. Conforme estabelece o Artigo 5 do regulamento:

Os utilizadores de um sistema de IA que gere ou manipule conteúdos de imagem, áudio ou vídeo que constituam *deepfakes* devem revelar que o conteúdo foi gerado ou manipulado artificialmente. [...] Os utilizadores de um sistema de IA que gere ou manipule texto publicado com o objetivo de informar o público sobre questões de interesse público devem revelar que o texto foi gerado ou manipulado artificialmente (União Europeia, 2024, p. 84).

Essa medida se alinha ao princípio da transparência informativa, essencial para preservar a confiança do público e a integridade das produções culturais. Entretanto, volta-se aos empecilhos já mencionados (Weber-Wulff *et al.*, 2023).

1.6 TENTATIVAS DE SOLUÇÕES E LIMITAÇÕES TÉCNICAS

Com o avanço das inteligências artificiais generativas e sua crescente utilização na produção de conteúdo, diversas iniciativas têm surgido para identificar, regular e mitigar seus impactos negativos. Entre as abordagens discutidas destacam-se o uso de detectores de texto gerados por IA e o método de marca d'água digital (*AI watermarking*).

Os detectores de IA têm o objetivo de distinguir textos produzidos por humanos daqueles gerados por modelos de linguagem, por meio de padrões estatísticos e outras métricas linguísticas. No entanto, estudos recentes demonstram que essas ferramentas ainda apresentam resultados inconsistentes. Weber-Wulff *et al.* (2023), ao testarem diversos detectores acadêmicos, concluíram que eles produzem uma quantidade significativa de falsos positivos e falsos negativos, além de serem facilmente burlados por técnicas simples como parafrasear de maneira automática e o uso de tradução por máquina. Por isso, os autores desaconselham seu uso em contextos acadêmicos e editoriais, onde a comprovação de autoria precisa ser mais robusta.

Outra linha de pesquisa envolve o uso de marca d'água digital em textos, imagens e áudios gerados por IA. Essa técnica busca inserir padrões invisíveis de rastreamento no conteúdo gerado, permitindo identificar sua origem. Grandes empresas, como Google e OpenAI, têm explorado o *watermarking* como forma de garantir transparência e rastreabilidade no conteúdo publicado. Contudo, essa abordagem enfrenta desafios técnicos e éticos significativos: os métodos podem ser facilmente removidos, e ainda não há consenso sobre como aplicá-los de maneira universal sem comprometer a privacidade e a liberdade criativa dos usuários.

Além dessas tentativas, há iniciativas regulatórias, como o AI Act da União Europeia, que propõe a obrigatoriedade de *disclosure* (declaração de uso de IA) para obras geradas, total ou parcialmente, por sistemas automatizados. Conforme o art. 50 do *EU AI Act*, empresas que utilizam sistemas de IA para criar ou modificar conteúdo devem informar os usuários sobre essa interação, exceto em situações legais específicas ou quando o material tiver caráter artístico ou satírico (União Europeia, 2024).

Essa política busca responsabilizar as empresas desenvolvedoras e os usuários quanto à origem e autenticidade do conteúdo publicado, mas ainda enfrenta debates sobre viabilidade técnica, aplicação internacional e impacto na liberdade artística.

Essas iniciativas evidenciam que, embora já existam esforços concretos para lidar com a questão da autoria e da autenticidade no conteúdo gerado por IA, nenhuma solução atual se mostra totalmente eficaz ou definitiva. As limitações técnicas dos detectores, a fragilidade do *watermarking* e a lentidão na formulação de políticas públicas indicam que o tema ainda exige pesquisa contínua e cooperação interdisciplinar entre engenheiros, juristas, artistas e editores.

2. METODOLOGIA

Esta pesquisa é de natureza qualitativa, com caráter exploratório e descritivo, fundamentada em uma revisão bibliográfica integrativa e em análise de conteúdo. O objetivo é reunir, examinar e interpretar criticamente a literatura acadêmica, técnica e jornalística que discute o uso de modelos de linguagem (LLMs) e de inteligência artificial generativa na produção de conteúdo para os mercados editorial e criativo.

Foram selecionados artigos, relatórios e publicações entre 2018 e 2025, obtidos em bases de dados como Google Scholar, Scielo, ScienceDirect, SpringerLink, MDPI, além de jornais e revistas especializadas. Excepcionalmente, também foram incluídas obras anteriores

consideradas fundamentais para a definição conceitual do estudo, como aquelas relacionadas à teoria da criatividade.

Durante o processo de levantamento bibliográfico, foram considerados, entre os artigos acadêmicos, apenas aqueles publicados em periódicos revisados por pares (*peer-reviewed journals*), garantindo a qualidade e a validade científica das informações analisadas. Essa escolha assegura que os textos utilizados passaram por avaliação crítica de especialistas antes da publicação, reduzindo a presença de erros conceituais e aumentando a confiabilidade das conclusões.

Adicionalmente, foram incluídas fontes jornalísticas e institucionais recentes, como reportagens da Reuters, do IGN Brasil e do Núcleo, e comunicados de entidades como a Amazon KDP e a WGA. Essas fontes, embora não acadêmicas, foram utilizadas para contextualizar casos reais e decisões de impacto direto no mercado editorial, oferecendo uma visão mais ampla e atual sobre o uso de inteligência artificial generativa fora de um ambiente estritamente acadêmico.

A seleção também buscou abranger diferentes contextos geográficos e culturais, incluindo artigos provenientes da América do Norte, Europa e Ásia, de modo a incorporar perspectivas diversas sobre as implicações éticas, legais e econômicas do uso da inteligência artificial na criação de conteúdo. Essa abordagem comparativa permite compreender o fenômeno de forma global e identificar padrões ou divergências entre as práticas e políticas adotadas em diferentes países.

Após o processo de seleção e organização do material, iniciou-se a etapa de análise, conduzida de forma interpretativa, com base na técnica de análise de conteúdo proposta por Bardin (2011), buscando identificar convergências, divergências e lacunas entre os autores e documentos, de modo a compreender como o uso de IA generativa tem sido discutido em diferentes contextos. Essa abordagem permitiu elaborar uma visão crítica sobre os impactos sociais, éticos e econômicos dessas tecnologias.

Assim, a metodologia adotada oferece uma base sólida para compreender criticamente as implicações da inteligência artificial generativa na autoria, na ética e no mercado editorial contemporâneo.

3. DISCUSSÃO E ANÁLISE

A partir da revisão realizada, é possível observar que o avanço da inteligência artificial generativa vem impactando profundamente a produção de conteúdo e as relações de trabalho no setor criativo. A facilidade de uso dessas ferramentas e o baixo custo de operação têm transformado não apenas o modo de criação, mas também a dinâmica econômica e social que envolve autores, editoras e plataformas digitais. Para analisar esse cenário, esta seção agrupa as contribuições dos autores consultados em eixos temáticos que evidenciam as tensões entre automação e criação humana.

3.1 IMPACTOS MERCADOLÓGICOS E O DESEQUILÍBRIO DA OFERTA

O aumento da quantidade de conteúdo disponível, impulsionado pelo uso de modelos de linguagem de grande escala, cria um ambiente de excesso de oferta. Isso leva a uma diminuição do valor percebido das obras e reduz as oportunidades de destaque para criadores humanos. A análise de Zhang (2024) reforça esse ponto ao demonstrar que, apesar dos ganhos de produtividade, os criadores humanos perdem espaço no mercado e enfrentam queda nos preços de seus trabalhos, resultando em um possível declínio do bem-estar social. Zhang (2024, p. 3) diz que: “A introdução da IA generativa pode levar a um excesso de oferta no mercado, fazendo com que o equilíbrio tradicional deixe de existir. [...] O risco de saturação do mercado pode desestimular os criadores humanos, levando a uma perda de diversidade criativa.”

Essa observação evidencia que o problema não está apenas na eficiência produtiva proporcionada pelas IAs, mas também na ruptura do equilíbrio de mercado. O excesso de produção automatizada gera saturação e reduz o incentivo à criação original, resultando em perda de diversidade cultural e de oportunidades para autores humanos.

Além da questão econômica, há também impactos qualitativos e simbólicos. A literatura e o jornalismo, por exemplo, deixam de ser vistos apenas como expressões humanas e passam a coexistir com textos produzidos de forma automática. Essa coexistência muda a maneira como o público interpreta a autoria, o esforço criativo e até o valor cultural de uma obra. Lewis (2025, p. 3) afirma:

Se as tecnologias disruptivas anteriores, incluindo as formas iniciais de IA, limitaram-se amplamente a alterar formas periféricas de produção e distribuição de notícias [...] a IA generativa representa uma mudança significativa 'de fora para dentro', desafiando o próprio cerne da autopercepção do jornalismo como um empreendimento criativo.

3.2 TENSÕES REGULATÓRIAS E A INSUFICIÊNCIA DO CONTROLE TÉCNICO

Os efeitos também se estendem às editoras menores e autores independentes, que enfrentam dificuldades para competir com o volume e a velocidade da produção automatizada. Plataformas como a Amazon KDP tentam mitigar esse problema com restrições e exigências de transparência sobre o uso de IA, mas as medidas ainda são insuficientes para conter a saturação do mercado e o impacto negativo sobre a renda dos criadores. A limitação de publicações, embora necessária, evidencia a tensão entre inovação tecnológica e preservação da qualidade.

Weber-Wulff *et al.* (2023) demonstra que ferramentas de detecção de IA são pouco confiáveis, produzindo frequentes falsos positivos e sendo facilmente burladas por paráfrases. É nesse vácuo de eficácia técnica que a regulação jurídica torna-se protagonista. Na União Europeia, o AI Act (2024) busca endereçar essa crise de credibilidade através do Artigo 50, estabelecendo obrigações claras de transparência informativa. Conforme o regulamento:

Os utilizadores de um sistema de IA que gere ou manipule texto publicado com o objetivo de informar o público sobre questões de interesse público devem revelar que o texto foi gerado ou manipulado artificialmente. Esta obrigação não se aplica quando o conteúdo gerado por IA tiver sido submetido a um processo de revisão humana ou de controlo editorial [...] (União Europeia, 2024, p. 82).

Do ponto de vista ético e social, a inteligência artificial também influencia o valor simbólico do trabalho criativo. Como destaca Benson (2024), as novas formas de automação alteram as relações entre autoria, propriedade intelectual e representação sindical. A greve da *Writers Guild of America* (WGA), que reivindicou a proteção contra o uso da IA na escrita de roteiros, mostra que a tecnologia não é apenas uma ferramenta neutra, mas que pode também redefinir papéis, reduzir oportunidades e afetar a sustentabilidade de carreiras artísticas.

Outro ponto relevante é o desequilíbrio de acesso e poder econômico. Grandes corporações que desenvolvem e controlam modelos de linguagem concentram recursos e dados, enquanto criadores individuais dependem dessas plataformas para alcançar o público. Esse modelo reforça desigualdades e cria uma nova forma de dependência tecnológica, onde poucos controlam os meios de produção e distribuição do conteúdo digital.

Por outro lado, não se pode negar que a IA traz benefícios. No entanto, o desafio está em garantir que a tecnologia complemente, e não substitua, a expressão humana. A produção em massa e o uso indiscriminado da IA podem comprometer a diversidade cultural, gerar redundância de ideias e afastar o público de conteúdos originais e autênticos.

Deste modo, o cenário analisado revela uma transformação estrutural: a inteligência artificial redefine o que significa criar, publicar e consumir conteúdo. As fronteiras entre o trabalho humano e o automatizado tornam-se cada vez mais difusas, exigindo novas reflexões sobre ética, autoria e valor. Para fundamentar essa análise, a presente pesquisa realizou um levantamento bibliográfico e documental que totaliza 22 fontes, das quais 17, selecionadas com base em sua relevância e aderência ao tema, foram sintetizadas no quadro a seguir. As perspectivas foram agrupadas por afinidade temática para evidenciar as convergências e divergências do debate atual.

Tabela 1 – Síntese das fontes por eixo temático e contribuição analítica

Eixo temático	Autores e fontes	Contribuição para a análise
Dinâmica de mercado e economia	Zhang (2024) ; Ryzhko <i>et al.</i> (2024) ; Hu/Reuters (2023) ; Capraro <i>et al.</i> (2024).	Analizam a saturação da oferta, o impacto no bem-estar social e as desigualdades socioeconômicas.
Identidade criativa e ética	Lewis <i>et al.</i> (2025); Granjeiro <i>et al.</i> (2025); Benson (2024); Boden (1998) ; Silva (2025) ; Rocha <i>et al.</i> (2025).	Discutem o desafio à autopercepção do jornalismo, a padronização do estilo e as implicações éticas na escrita.
Regulação e autoria jurídica	União Europeia (2024); US Copyright Office (2023); Lee (2024); Migalhas (2024).	Estabelecem marcos de transparência (Art. 50), proteção de direitos autorais e regulação baseada em risco.
Controle técnico e letramento	Weber-Wulff <i>et al.</i> (2023); Madiaga (2023); Trindade & Oliveira (2024).	Demonstram a falibilidade dos detetores de IA e a necessidade de competência em informação (letramento).

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

A partir dessa coletânea, observa-se que, enquanto vozes institucionais como a União Europeia (2024) buscam soluções normativas, pesquisadores como Weber-Wulff (2023) apontam para um ceticismo técnico, e autores como Zhang (2024) alertam para o risco de um colapso na diversidade criativa. Essa multiplicidade de olhares confirma que o futuro do mercado editorial dependerá da capacidade de equilibrar inovação tecnológica com práticas que respeitem e valorizem o papel insubstituível do autor humano.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise realizada evidencia que o avanço da inteligência artificial generativa representa tanto uma oportunidade quanto um risco para o setor criativo. Do ponto de vista social e mercadológico, os impactos já são claros: há perda de espaço para autores humanos, saturação de conteúdo e uma crescente dificuldade em manter o valor simbólico e econômico da criação artística.

Contudo, é inegável que o avanço da IA é irreversível. O mundo reconhece seu potencial transformador e, por isso, busca criar mecanismos técnicos e jurídicos para limitar seus efeitos negativos. Entre eles, destacam-se as tentativas de detecção automatizada, o uso de *watermarking* e legislações como o AI Act da União Europeia, que impõem deveres de transparência e responsabilidade. No entanto, essas medidas ainda são insuficientes: as tecnologias disponíveis não possuem precisão nem alcance suficientes para conter o uso indiscriminado da IA em larga escala.

Assim, o desafio atual não está em interromper o avanço da inteligência artificial, o que seria impossível, mas em compreender e regular seu impacto de forma ética e equilibrada. É necessário promover mais estudos que unam ciência, direito, cultura e economia, buscando soluções que conciliem inovação tecnológica com a valorização da autoria e da diversidade criativa. O futuro da produção cultural dependerá da capacidade de equilibrar o progresso técnico com a preservação do que torna a criação humana singular.

REFERÊNCIAS

Amazon Kindle Direct Publishing. Update on KDP title creation limits. 2023. Disponível em: https://www.kdpcommunity.com/s/article/Update-on-KDP-Title-Creation-Limits?language=en_US. Acesso em: 25 mar. 2026.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições Persona 70, 2011.

BENSON, Alexa M. Labor, Authorship, and Unionism in the Age of Artificial Intelligence. **Saint Louis University Law Journal**, [s. l.], v. 69, n. 1, Fall 2024. Disponível em: <https://scholarship.law.slu.edu/lj/vol69/iss1/8/>. Acesso em: 12 out. 2025.

BODEN, Margaret A. Creativity and artificial intelligence. **Artificial Intelligence**, [s. l.], v. 103, n. 1-2, p. 347–356, 1998. Disponível em: <https://philpapers.org/rec/BODCAA-6>. Acesso em: 21 mar. 2026.

CAPRARO, V. *et al.* The impact of generative artificial intelligence on socioeconomic inequalities and policy making. **PNAS Nexus**, [s. l.], v. 3, n. 6, p. 191, 11 jun. 2024. Disponível em: <https://academic.oup.com/pnasnexus/article/3/6/pgae191/7689236>. Acesso em: 15 out. 2025.

MADIEGA, Tambiama. **Generative AI and watermarking – Briefing**. Brussels: European Parliament, 2023. Disponível em: https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2023/757583/EPRS_BRI%282023%29757583_EN.pdf. Acesso em: 29 out. 2025

GRANJEIRO, J. M. *et al.* The future of scientific writing: AI tools, benefits, and ethical implications. **Braz. Dent. Journal**, Ribeirão Preto, [s. l.], v. 36, e25–6471, 2025. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bdj/a/dHPHjdcScbMst6mNCvWt9sf/?lang=en>. Acesso em: 3 maio 2025.

HU, Krystal. ChatGPT sets record for fastest-growing user base – analyst note. **Reuters**, [s. l.], 2 fev. 2023. Disponível em: <https://www.reuters.com/technology/chatgpt-sets-record-fastest-growing-user-base-analyst-note-2023-02-01/>. Acesso em: 10 out. 2025

MATHIAS, Viny. Tantos livros escritos por IA estão sendo publicados que a Amazon tomou uma decisão sem precedentes. **IGN Brasil**, [s. l.], 25 set. 2023. Disponível em: <https://br.ign.com/amazon-1/120256/news/tantos-livros-escritos-por-ia-estao-sendo-publicados-que-a-amazon-tomou-uma-decisao-sem-precedentes#:~:text=81%25%20de%20livros%20escritos%20por,ou%20sem%20auxílio%20de%20IA>). Acesso em: 13 mar. 2025.

Kasneci, E. *et al.* ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences*, v. 103, 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/367541637_ChatGPT_for_Good_On_Opportunities_and_Challenges_of_Large_Language_Models_for_Education. Acesso em: 13 mar. 2025

LEE, Edward. Prompting Progress: Authorship in the Age of AI. **Florida Law Review**, [s. l.], v. 76, n. 5, p. 1321–1380, nov. 2024. Illinois Tech Chicago-Kent College of Law. Disponível em: <https://scholarship.law.ufl.edu/flr/vol76/iss5/5>. Acesso em: 14 out. 2025.

LEWIS, S., GUZMAN, A., SCHMIDT, T. *et al.* Generative AI and its disruptive challenge to journalism: an institutional analysis. **Communication and Change**, [s. l.], v. 1, n. 9, 2025. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s44382-025-00008-x>.

LUDERMIR, T. B. Inteligência artificial e aprendizado de máquina: estado atual e tendências. **Estud. av.**, São Paulo, v. 35, n. 101, p. 85–94, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/wXBdv8yHBV9xHz8qG5RCgZd/?lang=pt>. Acesso em: 17 maio 2025.

BARZ, Mario Gregorio. O Frankenstein, o babuíno e o Jabuti: o uso da IA nos livros. **Migalhas**, [s. l.], 2024. Disponível em: <https://s.migalhas.com.br/S/166833>. Acesso em: 05 abr. 2025.

SCHURIG, Sofia. Amazon vai exigir que autores auto-publicados informem se usaram IA para criar livros. **Núcleo**, [s. l.], 22 set. 2023. Disponível em: <https://nucleo.jor.br/curtas/2023-09-22-amazon-autores-autopublicar-livros/>. Acesso em: 30 maio 2025.

RYZHKO, Olena; KRAINIKOVA, Tetiana; VODOLAZKA, Svitlana; SOKOLOVA, Kateryna. Generative AI changes the book publishing industry: reengineering of business processes. **Communication & Society**, [s. l.], v. 37, n. 3, p. 255-271, 27 jun. 2024. Disponível em: <https://revistas.unav.edu/index.php/communication-and-society/article/view/49904>.

ROCHA, A. F. da; RIBEIRO, M. P.; RIBEIRO, R. P. Artificial intelligence in scientific publishing: ethical and legal issues. **Revista Gaúcha de Enfermagem**, Porto Alegre, v. 46, e20240257, 2025. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rgenf/a/qRXCLbMyV5Pj6kWNP8FwGQJ/?lang=en>. Acesso em: 17 maio 2025.

RUSSELL, S. J. **Inteligência artificial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

SILVA, D. T. da F. LETRAMENTOS ACADÊMICOS E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: analisando a simulação da compreensão do artigo acadêmico por meio do ChatGPT. **Encontros Bibli, Florianópolis**, [s. l.], v. 30, e103500, 2025. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/eb/article/view/103500>. Acesso em: 10 maio 2025.

TRINDADE, A. S. C. E.; OLIVEIRA, H. P. C. Inteligência artificial (IA) generativa e competência em informação: habilidades informacionais necessárias ao uso de ferramentas de IA generativa em demandas informacionais de natureza acadêmica-científica. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, [s. l.], v. 29, 2024. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/pci/article/view/47485/43923>. Acesso em: 12 abr. 2025.

REGULAMENTO (UE) 2024/1689 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 13 de junho de 2024, que cria regras harmonizadas em matéria de inteligência artificial e que altera os Regulamentos (CE) n.º 300/2008, (UE) n.º 167/2013, (UE) n.º 168/2013, (UE) 2018/858, (UE) 2018/1139 e (UE) 2019/2144 e as Diretivas 2014/90/UE, (UE) 2016/797 e (UE) 2020/1828 (Regulamento da Inteligência Artificial). Jornal Oficial da União Europeia, Série L, 2024/1689, 12 jul. 2024. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1689/oj>. Acesso em: 20 out. 2025.

UNITED STATES COPYRIGHT OFFICE. **Copyright Registration Guidance: Works Containing Material Generated by Artificial Intelligence**. Washington, DC: Library of Congress, 2023. Disponível em: <https://www.congress.gov/crs-product/LSB10922>. Acesso em: 5 nov. 2025.

VARGAS-ELIZONDO, Celso. The role of linguistics in artificial intelligence (AI). **Leng. Soc.**, Lima, [s. l.], v. 23, n. 2, p. 599-622, jul. 2024. Disponível em: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2413-26592024000200023&lng=es&nrm=iso. Disponível em: 10 mayo 2025. Epub 30-Dic-2024. <http://dx.doi.org/10.15381/lengsoc.v23i2.28972>.

WEBER-WULFF, D., ANOHINA-NAUMECA, A., BJELOBABA, S. *et al.* Testing of detection tools for AI-generated text. **Int J Educ Integr**, [s. l.], v. 19, n. 26, 2023. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40979-023-00146-z>.

ZHANG, Y.; ZHANG, T. The Influence of Generative AI on Content Platforms: Supply, Demand, and Welfare Impacts in Two-Sided Markets. **ArXiv**, [s. l.], 17 out. 2024. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2410.13101>. Acesso em: 14 out. 2025.

A escola dos ODS: práticas educativas para realizar direitos na educação básica.



The SDG school: educational practices to realize rights in basic education

Mauro Soares Cordeiro 
Universidade de São Paulo - USP
maurocordeiro@alumni.usp.br

Revista Processando o Saber

eISSN 2179-5150 · Vol 18, n. 01, 2026
Multidisciplinar · DOI · Revisão por pares

Faculdade de Tecnologia Praia Grande – FATEC

Períodicidade: Anual
revista@fatecpg.edu.br

Recebido: Jan 2026

Aceito: Mar 2026

Publicado: Jun 2026

URL: <https://www.fatecpg.edu.br/revista/index.php/ps/article/view/452>
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.20045530>



RESUMO

O artigo examina experiência pedagógica interdisciplinar em cinco turmas do 6º ano do Ensino Fundamental, tendo os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) como eixo estruturador. O objetivo foi integrar o ensino de História à realização dos direitos humanos, por meio de pesquisa-ação que mobilizou os estudantes na identificação de demandas do território e na elaboração de projetos de intervenção ao longo de três trimestres. Os dados foram registrados em planilha colaborativa e analisados sob abordagem quantitativa e qualitativa. Foram identificados 27 projetos vinculados aos 17 ODS, com maior incidência nos ODS 2, 12, 14 e 16. As ações foram organizadas em quatro categorias: artístico-comunicativas, ambientais-práticas, educativo-sociais e tecnológico-inovadoras, evidenciando o cultivo de disposições como colaboração, pensamento crítico e postura ética. A experiência demonstrou potencial de inovação educacional ao promover protagonismo discente e a tradução de agendas globais em propostas locais contextualizadas. Conclui-se que a escola pública constitui espaço estratégico para a formação cidadã e a realização de direitos, destacando-se a importância de fortalecer articulações entre diferentes níveis educacionais em favor da sustentabilidade.

PALAVRAS-CHAVE: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS); Educação Básica; Inovação educacional; Direitos Humanos; Pesquisa-Ação.

ABSTRACT

The article examines an interdisciplinary pedagogical experience developed in five 6th-grade elementary school classes, using the Sustainable Development Goals (SDGs) as a structuring axis. The objective was to integrate History teaching with the realization of human rights through action research that mobilized students to identify local demands and develop intervention projects over three academic terms. Data were recorded in a collaborative spreadsheet and analyzed using quantitative and qualitative approaches. Twenty-seven projects linked to the 17 SDGs were identified, with higher incidence in SDGs 2, 12, 14, and 16. The actions were organized into four categories: artistic-communicative, environmental-practical, educational-social, and technological-innovative, evidencing the cultivation of dispositions such as collaboration, critical thinking, and ethical stance. The experience constituted grassroots educational innovation by promoting student protagonism and local translation of global agendas. It concludes that public schools represent strategic spaces for citizenship education and rights realization, highlighting the importance of strengthening articulations between different educational levels in favor of sustainability.

KEY-WORDS: Sustainable Development Goals (SDG); Basic Education; Educational innovation; Human Rights; Action Research.

INTRODUÇÃO

A integração da educação escolar aos marcos globais de desenvolvimento, como a Agenda 2030 e seus 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), apresenta-se como um imperativo pedagógico e social. No campo educacional, essa agenda internacional é concebida como recurso potencial para mobilizar atores e práticas no âmbito escolar (Akkari, 2017). Contudo, estudos recentes têm alertado para o risco de uma apropriação acrítica e instrumental dos ODS, que prioriza a qualificação para o mercado em detrimento de uma formação integral e cidadã (Novais; Akkari, 2024), além de evidenciar o descompasso entre a adesão formal aos pactos globais e a efetivação do direito à educação em contextos de desigualdade estrutural (Akamine; Oliveira; Shiota, 2023). Tais constatações colocam em relevo a necessidade de investigar processos educativos que promovam uma tradução crítica e localizada dos marcos globais, especialmente na educação básica, onde se forjam as primeiras experiências de cidadania.

O presente artigo insere-se nesse debate ao examinar uma experiência pedagógica interdisciplinar desenvolvida com estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental da Escola Municipal Roberto Mário Santini, em Praia Grande (SP), que tomou os ODS como eixo estruturador. A pesquisa parte do seguinte problema: *como a escola pública pode apropriar-se dos ODS de modo que favoreçam a realização de direitos?* Para orientar a investigação e o exame dos dados, foram formuladas as seguintes questões específicas: Que demandas locais relacionadas aos ODS são percebidas e priorizadas por estudantes do 6º ano ao investigarem seu território? Que tipos de ações de intervenção os estudantes propõem para responder a essas demandas, e o que tais propostas revelam sobre sua compreensão dos ODS? Em que medida o processo de elaboração e socialização dos projetos mobiliza disposições como colaboração, pensamento crítico e postura ética? Como a experiência pode ser compreendida à luz dos conceitos de inovação educacional e de educação como direito que viabiliza outros direitos?

A hipótese que orienta o estudo é que, ao mobilizar os estudantes na investigação da realidade e na proposição de soluções, a abordagem dos ODS por meio da pesquisa-ação pode configurar-se como inovação educacional, promovendo uma apropriação crítica e localizada dos marcos globais. Essa apropriação, por sua vez, tenderia a cultivar disposições como colaboração, pensamento crítico e postura ética, contribuindo para a formação de sujeitos capazes de intervir em sua realidade e de articular demandas locais a agendas mais amplas de direitos.

O objetivo geral do estudo foi examinar essa experiência pedagógica, buscando compreender seus desdobramentos para a formação dos estudantes e para a apropriação crítica dos ODS no currículo escolar. Como objetivos específicos, pretendeu-se: (a) identificar as demandas locais relacionadas aos ODS percebidas pelos estudantes; (b) descrever e categorizar as propostas de intervenção elaboradas; (c) avaliar, à luz do referencial teórico, em que medida tais práticas favorecem o cultivo de disposições éticas e colaborativas; e (d) discutir as implicações da experiência para a inovação educacional na escola pública.

A relevância da investigação reside em sua contribuição para o campo educacional em ao menos três dimensões. Primeiro, ao oferecer evidências empíricas sobre os desafios e potencialidades da integração dos ODS no currículo da educação básica, em diálogo com estudos recentes que apontam a necessidade de metodologias participativas e contextualizadas (Tovar Mora; Poza Vilches; Ladino Ospina, 2022; Souza et al., 2024). Segundo, ao articular conceitos como disposições, inovação educacional e direito à educação, propondo um quadro analítico que pode subsidiar futuras pesquisas e práticas educativas. Terceiro, ao reafirmar o papel da escola pública como espaço vital para a constituição de uma cidadania ativa e para a construção de um futuro sustentável e justo, em sintonia com o apelo de Artaxo (2025) por uma educação que incorpore a compreensão dos limites planetários e das desigualdades sociais. Esse projeto se insere, assim, em uma trajetória de investigações sobre políticas educacionais, memória social e luta por direitos (Cordeiro, 2009; 2017).

O artigo está estruturado em cinco seções, incluindo esta introdução. A fundamentação teórica discute os conceitos de disposições em contraposição às competências, o papel da escola como espaço de inovação educacional e a relação entre ODS e direitos humanos, estabelecendo o diálogo com autores como Canagarajah e Hashiguti (2025), Ghanem (2004; 2012), McCowan (2010; 2015) e com estudos empíricos sobre educação para a sustentabilidade (Moreno; Perusi, 2024; Ghilardi-Lopes et al., 2023; Brito; Cunha; Siveres, 2018). Os procedimentos metodológicos detalham a pesquisa-ação, o contexto, os participantes e as etapas de implementação, com ênfase nos instrumentos de coleta e nos procedimentos de análise qualitativa. A seção de resultados e discussão apresenta os dados obtidos, organizados em torno das questões de pesquisa, e os examina à luz do referencial adotado. Por fim, as considerações sintetizam os achados, apontam limitações do estudo e indicam implicações para a prática educativa e para pesquisas futuras.

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A discussão sobre a incorporação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) na educação básica requer um arcabouço teórico que articule as dimensões global e local do conhecimento escolar, bem como os processos de aprendizagem e a formação cidadã. Esta seção está organizada em quatro subseções que abordam, respectivamente, os desafios da apropriação crítica da Agenda 2030, o conceito de disposições em contraposição às competências, o papel da escola como espaço de inovação educacional e a relação entre educação, direitos humanos e ODS.

1.1 A AGENDA 2030 E OS ODS NO CONTEXTO EDUCACIONAL: DESAFIOS DA APROPRIAÇÃO CRÍTICA

A Agenda 2030, com seus 17 ODS, constitui um marco internacional que busca mobilizar governos, sociedade civil e instituições educacionais em torno de metas comuns para o desenvolvimento sustentável (ONU, 2025). No campo educacional, Akkari (2017) alerta que, embora a agenda represente um consenso internacional, corre o risco de ser apropriada de forma acrítica se não considerar as realidades concretas das comunidades escolares. O autor argumenta que os ODS devem ser vistos como instrumentos de mobilização que ganham sentido quando traduzidos pelas práticas locais, e não como prescrições universais a serem simplesmente aplicadas. No contexto brasileiro, o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2018) reforça a necessidade de adaptação das metas da Agenda 2030 às desigualdades regionais e socioeconômicas do país, ratificando o sentido dos ODS como direitos a serem realizados pelo Estado e pela sociedade.

Essa necessária adaptação da Agenda 2030 às realidades locais é um desafio premente, como demonstram estudos empíricos no contexto brasileiro e latino-americano. Novais e Akkari (2024), ao analisarem as políticas de Educação de Jovens e Adultos (EJA), alertam para o risco de uma “leitura instrumental” da educação ao longo da vida, que, sob a influência das agendas internacionais, prioriza a qualificação para o mercado de trabalho em detrimento de uma formação integral e cidadã. Os autores evidenciam que as metas dos ODS, embora representem um avanço, podem reforçar uma perspectiva minimalista se não forem contrabalançadas por uma visão crítica e emancipadora da educação.

A complexidade dessa apropriação crítica é ainda mais evidente em projetos de integração regional. Akamine, Oliveira e Shiota (2023) investigaram a Rota de Integração

Latino-Americana (RILA) e seus desafios educacionais sob a ótica dos ODS 4, 8 e 17. As autoras constatarem que, apesar dos acordos e da adesão formal à Agenda 2030, os países envolvidos (Brasil, Paraguai, Argentina e Chile) apresentam indicadores educacionais preocupantes, com altas taxas de exclusão e defasagem escolar. Isso demonstra que a mera assinatura de pactos globais não garante a efetivação do direito à educação, sendo necessárias políticas robustas que considerem as desigualdades estruturais de cada território.

Ademais, a emergência climática adiciona uma camada de urgência a esse debate. Artaxo (2025) ressalta que o ODS 13 (Ação contra a mudança global do clima) é central para a realização de todos os demais. O autor defende que a educação para a sustentabilidade deve incorporar a compreensão dos limites planetários e das desigualdades sociais, tornando-se um instrumento fundamental para que a sociedade compreenda os riscos e cobre políticas efetivas, aproximando a ciência das decisões públicas.

1.2 DISPOSIÇÕES VERSUS COMPETÊNCIAS: CONTRIBUIÇÕES DA PEDAGOGIA CRÍTICA E DA NEUROCIÊNCIA

Para analisar os processos formativos desencadeados por projetos que integram os ODS ao currículo, o conceito de “disposições”, proposto por Canagarajah e Hashiguti (2025), oferece uma lente profícua. Diferentemente das competências, frequentemente associadas a habilidades mensuráveis e individuais, as disposições referem-se a qualidades relacionais e processuais, como colaboração, pensamento crítico e postura ética, que se cultivam na ação coletiva orientada para o bem comum. Essa noção dialoga com a pedagogia freireana, para quem a “leitura do mundo” precede a leitura da palavra e constitui condição para a intervenção transformadora (Freire, 1987). A neurociência cognitiva contemporânea corrobora essa perspectiva ao evidenciar que a aprendizagem significativa ocorre quando o conhecimento é sustentado por experiências emocionalmente marcantes e contextualizadas, ativando redes neurais associadas à resolução de problemas e à tomada de decisão (Cosenza; Guerra, 2011).

Essa perspectiva encontra respaldo em experiências pedagógicas concretas. Moreno e Perusi (2024), ao relatarem o uso da “ecotinta” à base de solo em um curso de Geografia, demonstram como metodologias ativas e lúdicas podem fomentar disposições como a criatividade, o senso de pertencimento e a responsabilidade socioambiental. A atividade artística com o solo, ao conectar os estudantes com a temática da conservação (ODS 15), mobilizou aprendizagens baseadas na experiência, em consonância com os princípios da neurociência e da pedagogia freireana.

A formação de disposições também está associada ao desenvolvimento de um pensamento complexo e sistêmico. Ghilardi-Lopes et al. (2023) argumentam que o oceano pode funcionar como um “tema integrador” nos currículos, promovendo a interdisciplinaridade. Ao analisarem a relação entre a Cultura Oceânica e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), as autoras mostram que todos os seus princípios se conectam às competências de Ciências da Natureza, abrindo possibilidades para o desenvolvimento de disposições como a colaboração, a comunicação e o engajamento cidadão em torno de questões socioambientais globais.

Essa abordagem é corroborada por Tovar Mora, Poza Vilches e Ladino Ospina (2022) em seu estudo com escolas colombianas. Os pesquisadores identificaram que as práticas pedagógicas voltadas para a Educação para a Sustentabilidade (EpS) favorecem o desenvolvimento de competências como o pensamento crítico e a tomada de decisão participativa. Os docentes, apesar das diferenças institucionais, demonstraram preferência por abordagens que integram valores, reflexões éticas e a problematização da realidade, o que converge diretamente com a noção de “disposições” aqui comentada. Assim, a formação de disposições éticas e críticas requer metodologias que mobilizem os estudantes como protagonistas de suas próprias aprendizagens.

1.3 ESCOLA COMO ESPAÇO DE INOVAÇÃO E CIDADANIA ATIVA

A escola, nesse contexto, é compreendida como espaço de inovação educacional no sentido proposto por Ghanem (2004): não como aplicação de reformas vindas “de cima para baixo”, mas como ação micropolítica que emerge do protagonismo dos sujeitos no cotidiano escolar. O autor distingue inovação de reforma, enfatizando que a primeira envolve rupturas com práticas estabelecidas e a participação ativa da comunidade. Em estudos posteriores, Ghanem (2012) reforça que a inovação educacional fortalece a cidadania ao transformar a escola em um espaço de exercício democrático, onde estudantes, professores e famílias constituem conhecimentos e intervenções sociais.

A ideia de inovação como ação micropolítica, proposta por Ghanem, é corroborada por estudos empíricos que investigam a gestão participativa e seus efeitos. Brito, Cunha e Siveres (2018), ao analisarem escolas em Sobral (CE) contempladas pelo Programa Dinheiro Direto na Escola (PDDE) - Escolas Sustentáveis, identificaram que a aplicação de recursos em projetos socioambientais, aliada à participação democrática, resultou em impactos positivos como o fortalecimento do “sentimento de pertencimento”, a “união de esforços” e a “qualificação de

parcerias”. Os autores propõem indicadores qualitativos que demonstram como a descentralização da gestão e o envolvimento com o entorno são fatores decisivos para transformar a escola em um espaço educador sustentável.

Essa perspectiva é aprofundada por Brito, Siveres e Cunha (2019) ao discutirem o uso de indicadores qualitativos para avaliar tais projetos. Os autores argumentam que a avaliação qualitativa permite captar a multidimensionalidade das mudanças, indo além de métricas quantitativas e contemplando a conscientização ambiental e a ressignificação de valores.

A importância de instrumentos de avaliação é também o foco de Souza et al. (2024), que propuseram um conjunto de indicadores de sustentabilidade para escolas brasileiras. A partir da adaptação de ferramentas consolidadas e validação com especialistas, os autores estruturaram um modelo em três eixos (gestão, estrutura física e educação para a sustentabilidade). O estudo reforça que a “escola sustentável” deve articular esses eixos de forma integrada, promovendo coerência entre o discurso e a prática, e que a gestão participativa é condição indispensável para o sucesso da implementação.

Em contexto colombiano, Tovar Mora, Poza Vilches e Ladino Ospina (2022) também observaram que o Projeto Ambiental Escolar (PRAE) funciona como um dispositivo de inovação e ambientalização curricular. Apesar das diferenças de enfoque entre as escolas, a pesquisa evidenciou que a participação ativa da comunidade e a formação docente são elementos-chave para que a EpS se consolide como prática transformadora e não como um tema marginal no currículo. Essa perspectiva alinha-se à defesa de uma educação que forme sujeitos históricos críticos, capazes de intervir em sua realidade (Jacobi, 2003).

1.4 EDUCAÇÃO COMO DIREITO HUMANO E A REALIZAÇÃO DOS ODS

A compreensão dos ODS como pacto de direitos fundamentais (Piovesan, 2004) exige que se examine a interdependência entre o direito à educação e os demais direitos. McCowan (2010; 2015) argumenta que a educação é um direito humano que viabiliza a realização de outros direitos enquanto se realiza, ou seja, o processo educativo já deve incorporar práticas que promovam saúde, igualdade, justiça social e sustentabilidade. Nessa perspectiva, a integração dos ODS no currículo constitui oportunidade para o exercício da cidadania ativa e para a constituição de conhecimentos significativos respaldados pelas necessidades locais.

A visão de McCowan sobre a educação como direito que viabiliza outros direitos é exemplificada em estudos que abordam a Agenda 2030 de forma sistêmica. Akamine, Oliveira

e Shiota (2023) destacam a sinergia entre os ODS 4, 8 e 17 no contexto da RILA, argumentando que a formação de capital humano por meio da educação é condição para que os países da rota possam aproveitar as oportunidades de desenvolvimento, ao mesmo tempo em que enfrentam desafios como a exclusão escolar. A cooperação internacional (ODS 17) surge, assim, como mecanismo fundamental para fortalecer políticas educacionais e garantir que o crescimento econômico não se dê à custa da degradação social e ambiental.

Essa interdependência fica ainda mais evidente quando se considera a crise climática. Artaxo (2025) alerta que “sem um clima estável será impossível termos água, comida e saúde para a maioria da população”, relacionando o ODS 13 a todos os demais. A educação, nesse contexto, é peça-chave para a conscientização sobre os riscos e para a formação de uma cidadania ativa capaz de pressionar por mudanças estruturais, alinhando-se ao conceito de “justiça climática e ética”.

No âmbito da educação básica, experiências práticas demonstram essa conexão. Moreno e Perusi (2024) vinculam a educação em solos ao ODS 15, mostrando como o conhecimento sobre a conservação desse recurso natural é fundamental para a manutenção da vida e para a segurança alimentar. Autores como Guimarães (2003) e Bittencourt (2009) destacam o papel do ensino de História nesse processo, ao oferecer ferramentas para compreender as desigualdades e os processos sociais que moldam o presente.

A abordagem interdisciplinar, por sua vez, potencializa a articulação entre diferentes áreas do conhecimento, tornando as aprendizagens aplicáveis à realidade local e fortalecendo o engajamento comunitário (Sacristán, 2017). Um exemplo paradigmático dessa articulação vem do campo da economia solidária: Pereira e Messias (2025), ao analisarem a organização de catadores em uma cooperativa, evidenciam como a autogestão e a economia solidária podem promover a inclusão social e o trabalho decente (ODS 8), vinculando-se aos ODS 1, 3, 5, 10 e 11. A experiência, embora fora do ambiente escolar formal, serve como referência de práticas sustentáveis e participativas que podem e devem ser dialogadas com a educação para a cidadania, demonstrando que a concretização dos ODS passa pela transformação das relações sociais, econômicas e ambientais em todos os espaços da sociedade.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta seção descreve os procedimentos metodológicos adotados no desenvolvimento do projeto “A Escola dos ODS: História, Direitos Humanos e Sustentabilidade”, detalhando a abordagem de pesquisa, o contexto de implementação, os sujeitos envolvidos, as etapas de execução, os instrumentos de coleta e os procedimentos de exame dos dados.

2.1 ABORDAGEM E TIPO DE PESQUISA

Optou-se pela pesquisa-ação como metodologia central do projeto, conforme conceituada por Morin (2004), por tratar-se de uma abordagem que integra planejamento, ação e reflexão de forma contínua e interligada. A pesquisa-ação revelou-se coerente com os objetivos do projeto por permitir: (a) a intervenção direta na realidade escolar; (b) a participação ativa dos estudantes como coprodutores do conhecimento; (c) a adaptação dinâmica das ações às necessidades identificadas ao longo do processo; e (d) a investigação sistemática das disposições que emergem da prática discente. Trata-se, portanto, de uma pesquisa de abordagem quali-quantitativa, de caráter exploratório e interventivo, que combina a produção de conhecimentos com a transformação da realidade investigada.

2.2 CONTEXTO E PARTICIPANTES DA PESQUISA

O projeto foi implementado ao longo do ano letivo de 2025 na Escola Municipal Roberto Mário Santini, localizada no Município da Estância Balneária de Praia Grande, litoral do Estado de São Paulo. A escolha da escola justifica-se por seu projeto pedagógico, que já contempla iniciativas como o Projeto Ginga Mulekada, voltado à valorização da cultura afro-brasileira e ao protagonismo juvenil, criando condições favoráveis para a integração dos ODS ao currículo.

Participaram da pesquisa cinco turmas de 6º ano do Ensino Fundamental II (6B, 6C, 6D, 6E e 6F), totalizando aproximadamente 100 estudantes com idades entre 10 e 12 anos. As turmas foram selecionadas por serem as séries iniciais do segmento, presumindo um trabalho de continuidade nos anos seguintes. O projeto foi desenvolvido no componente curricular de História, utilizando uma das três aulas semanais destinadas à série.

2.3 ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA-AÇÃO

O projeto estruturou-se em três trimestres, conforme detalhamento a seguir:

2.3.1 Primeiro trimestre: planejamento e sensibilização

Esta etapa inicial teve como objetivos: (a) apresentar a Agenda 2030 e os 17 ODS aos estudantes; (b) sensibilizar a comunidade escolar para a temática dos direitos humanos e do desenvolvimento sustentável; (c) organizar os grupos de trabalho; e (d) iniciar o processo de investigação sobre a relação entre os ODS, a realidade local e os direitos fundamentais.

As atividades incluíram aulas expositivas dialogadas sobre os ODS, exibição de vídeos institucionais da ONU, leitura de materiais adaptados à faixa etária e rodas de conversa. Procedeu-se ao sorteio dos ODS entre as turmas, garantindo distribuição equilibrada. Os estudantes foram organizados em grupos, cada qual responsável por aprofundar o estudo de um ODS específico e iniciar o levantamento preliminar de demandas locais relacionadas ao tema.

2.3.2 Segundo trimestre: investigação e elaboração

Nesta fase, os grupos dedicaram-se à observação sistemática do entorno escolar e à realização de entrevistas informais com familiares, vizinhos e comerciantes locais, visando identificar demandas concretas relacionadas aos ODS sob sua responsabilidade. As entrevistas seguiram roteiros semiestruturados elaborados pelos próprios estudantes com mediação do professor, abordando questões como: “O que falta no bairro para as pessoas viverem melhor?”; “Como vocês percebem a questão da água, do lixo, da violência, da alimentação?”; “Que direitos não estão sendo respeitados aqui?”.

Paralelamente, os grupos iniciaram a elaboração dos projetos de intervenção, desenhando propostas que articulassem os ODS estudados às necessidades identificadas. Estavam previstas visitas de campo a órgãos públicos e parcerias com instituições locais, que foram parcialmente limitadas por restrições burocrático-institucionais e pela indisponibilidade de transporte. Como estratégia alternativa, utilizou-se a pesquisa virtual em sites oficiais, reportagens e documentários sobre a região.

2.3.3 Terceiro trimestre: sistematização e socialização

A etapa final concentrou-se na finalização dos projetos de intervenção e na preparação para a apresentação pública. Cada grupo sistematizou sua proposta em formato de apresentação oral, com apoio de recursos como cartazes, maquetes, vídeos curtos, dramatizações, distribuição de sementes e folders explicativos. As produções foram socializadas durante a “1ª Festa dos ODS”, realizada em 6 de novembro de 2025, integrada ao evento institucional “Parada Literária”, promovido pela Secretaria de Educação de Praia Grande. O evento contou com a participação da comunidade escolar, incluindo familiares, professores de outras disciplinas, gestores e representantes da Secretaria, que puderam conhecer os projetos e dialogar com os estudantes sobre suas propostas.

2.4 INSTRUMENTOS E TÉCNICAS DE COLETA DE DADOS

Para o registro sistemático das informações produzidas ao longo do projeto, foram utilizados os seguintes instrumentos:

- a) **Planilha digital colaborativa:** desenvolvida em um aplicativo de Planilhas, continha os campos: turma, nome dos integrantes do grupo, ODS sorteado, título do projeto, descrição detalhada da ação proposta, materiais necessários e observações. A planilha foi preenchida pelos grupos ao final do segundo trimestre e revisada no terceiro, permitindo o acompanhamento das produções.
- b) **Diário de campo do professor-pesquisador:** utilizado para registrar observações sobre o processo, dificuldades enfrentadas, interações entre os estudantes, falas significativas e impressões sobre o engajamento e as disposições manifestadas.
- c) **Registros audiovisuais:** fotografias e gravações em vídeo das apresentações e dos processos de elaboração, com autorização prévia dos responsáveis, compondo um acervo documental das atividades.
- d) **Produções dos estudantes:** cartazes, maquetes, roteiros de teatro, vídeos e materiais escritos produzidos ao longo do projeto, que serviram como fontes para análise qualitativa.

2.5 PROCEDIMENTOS DE EXAME DOS DADOS

O exame dos dados foi realizado de forma mista, combinando abordagens quantitativas e qualitativas, com ênfase no aprofundamento da análise qualitativa, conforme detalhado a seguir.

2.5.1 Análise quantitativa

Procedeu-se à contabilização da frequência de sorteio dos 17 ODS entre os 27 projetos válidos registrados na planilha, excluindo propostas sem ODS definido ou com numeração não oficial. Também foi calculado o número de projetos por turma, permitindo identificar a distribuição temática e a produtividade de cada grupo. Esses dados forneceram um panorama geral do interesse e da abrangência temática das propostas, servindo como pano de fundo para a análise qualitativa.

2.5.2 Análise qualitativa: processo de categorização

A análise qualitativa teve como foco as descrições das ações propostas nos 27 projetos, bem como os registros do diário de campo e as produções dos estudantes. Adotou-se a análise de conteúdo (Bardin, 2016) como referencial metodológico, seguindo as etapas de pré análise, exploração do material e tratamento dos resultados.

Na etapa de pré- análise, inicialmente, realizou-se uma leitura de todas as descrições dos projetos registradas na planilha, complementadas pela consulta aos registros audiovisuais e anotações de campo. Essa etapa permitiu familiarizar-se com o corpus e identificar primeiros indícios de regularidades e singularidades.

Na etapa de Exploração do material, procedeu-se à codificação das unidades de registro. Cada ação proposta foi considerada uma unidade de contexto, e a partir delas foram extraídos núcleos de sentido. O processo de codificação foi orientado por dois movimentos complementares:

1. **Codificação aberta:** as ações foram agrupadas preliminarmente por similaridade temática e tipológica, gerando categorias provisórias. Por exemplo, projetos que envolviam criação de cartazes, vídeos ou dramatizações foram inicialmente reunidos sob o rótulo “expressão artística”.
2. **Codificação axial:** as categorias provisórias foram refinadas e articuladas com o referencial teórico da pesquisa. Buscou-se identificar, nas ações propostas, indícios das disposições (colaboração, pensamento crítico, postura ética) discutidas por Canagarajah e Hashiguti (2025), bem como elementos de inovação educacional (Ghanem, 2012) e de exercício de cidadania ativa (Jacobi, 2003).

Crítérios de categorização: A definição das categorias finais obedeceu aos seguintes critérios:

- **Homogeneidade:** cada categoria deve agregar ações com natureza e finalidade semelhantes.
- **Pertinência:** as categorias devem estar articuladas aos objetivos da pesquisa e ao referencial teórico.
- **Exclusividade:** uma mesma ação não foi alocada em mais de uma categoria.
- **Objetividade:** os critérios de inclusão em cada categoria foram explicitados de modo a permitir replicabilidade.

Após sucessivas leituras e discussões com outros profissionais, chegou-se a quatro categorias temáticas que englobam a totalidade dos projetos:

- a. **Ações artístico-comunicativas:** propostas que utilizam linguagens artísticas (teatro, música, dança, artes visuais) ou midiáticas (produção de vídeos, podcasts, campanhas em redes sociais) para sensibilizar a comunidade sobre um ODS. Exemplo: criação de uma peça teatral sobre consumo consciente (ODS 12).
- b. **Ações ambientais-práticas:** intervenções diretas no espaço escolar ou no entorno com foco em questões ambientais, como mutirões de limpeza, plantio de hortas comunitárias, sistemas de coleta seletiva ou aproveitamento de água da chuva. Exemplo: implantação de lixeiras seletivas na escola (ODS 11 e 12).
- c. **Ações educativo-sociais:** propostas voltadas à educação e à mobilização social, incluindo rodas de conversa, oficinas temáticas, distribuição de materiais informativos e parcerias com instituições para promover direitos específicos (saúde, educação, igualdade de gênero). Exemplo: campanha de arrecadação de alimentos e oficina sobre nutrição saudável (ODS 2 e 3).

- d. **Ações tecnológico-inovadoras:** projetos que propõem o uso de tecnologias digitais ou soluções criativas para problemas locais, como aplicativos de denúncia de violência, mapas interativos de acessibilidade ou protótipos de dispositivos sustentáveis. Exemplo: desenvolvimento de um jogo digital sobre reciclagem (ODS 4 e 12).

Tratamento dos resultados e interpretação: A partir da categorização, procedeu-se à análise interpretativa, estabelecendo diálogos entre as ações propostas e os conceitos teóricos. Para cada categoria, foram identificados:

- As disposições predominantes manifestadas (ex.: colaboração nos projetos educativo-sociais; pensamento crítico nos artístico-comunicativos; postura ética nos ambientais-práticos).
- Os elementos de inovação educacional presentes, considerando a participação ativa dos estudantes e a articulação com a comunidade.
- As conexões com a perspectiva da educação como direito (McCowan, 2010; 2015), avaliando em que medida os projetos contribuíam para a efetivação de direitos no território.

As falas e produções dos estudantes registradas no diário de campo e nos materiais audiovisuais foram utilizadas como evidências para ilustrar e fundamentar as interpretações, garantindo que a análise permanecesse sustentada pelos dados empíricos.

2.5.3 Validação da análise

Para assegurar a confiabilidade da categorização e das interpretações, adotaram-se os seguintes procedimentos:

- Triangulação de fontes: cruzamento das informações provenientes da planilha, do diário de campo e dos registros audiovisuais.
- Validação entepares: as categorias e interpretações preliminares foram discutidas com um pesquisador colaborador externo ao projeto, com experiência em educação e metodologias qualitativas, que atuou como “auditor” do processo.
- Reflexividade: o professor-pesquisador manteve um registro sistemático de suas impressões e vieses no diário de campo, buscando explicitar e controlar possíveis influências subjetivas na análise.

2.6 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

Cabe registrar as limitações enfrentadas durante a implementação: as restrições burocráticas para visitas de campo e parcerias externas reduziram o escopo inicialmente previsto para a investigação; a indisponibilidade de alguns recursos materiais listados no projeto (como câmeras profissionais e softwares de edição) exigiu adaptações com uso de celulares e programas gratuitos; e o tempo reduzido para algumas etapas, em função do calendário escolar, impôs ajustes no cronograma. Tais limitações, contudo, não comprometeram a consecução dos objetivos propostos e foram parcialmente contornadas com soluções criativas desenvolvidas coletivamente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, apresentam-se os resultados obtidos ao longo do projeto, organizados em subseções que contemplam a distribuição dos projetos por ODS, o perfil das turmas, a categorização das ações e a análise crítica desses achados em diálogo com o referencial teórico adotado e com estudos correlatos. O esforço analítico busca transcender a descrição das atividades para explorar suas implicações educacionais, evidenciando como os dados empíricos corroboram, tensionam e ampliam os conceitos discutidos na fundamentação teórica.

3.1 DISTRIBUIÇÃO DOS PROJETOS POR ODS: ENTRE A AGENDA GLOBAL E AS DEMANDAS LOCAIS

Foram registrados 27 projetos válidos, distribuídos entre os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. O Quadro 1 apresenta a distribuição completa:

Quadro 1 – Distribuição dos projetos por ODS

ODS	Tema	Número de Projetos
2	Fome Zero e Agricultura Sustentável	3
12	Consumo e Produção Responsáveis	3
14	Vida na Água	3
16	Paz, Justiça e Instituições Eficazes	3
1	Erradicação da Pobreza	2
9	Indústria, Inovação e Infraestrutura	2
11	Cidades e Comunidades Sustentáveis	2
15	Vida Terrestre	2
17	Parcerias e Meios de Implementação	1
4	Educação de Qualidade	1
5	Igualdade de Gênero	1
6	Água Potável e Saneamento	1
7	Energia Acessível e Limpa	1
8	Trabalho Decente e Crescimento Econômico	1
13	Ação Contra a Mudança Global do Clima	1

Fonte: Elaboração própria

Os ODS mais recorrentes foram 2, 12, 14 e 16, cada um com três projetos. Essa concentração temática não é aleatória: ela reflete a proximidade dessas questões com o cotidiano dos estudantes em uma cidade litorânea como Praia Grande. O ODS 14 (Vida na Água), por exemplo, dialoga diretamente com a identidade territorial dos alunos, que vivem em estreita relação com o mar. Essa escolha evidencia o que Akamine, Oliveira e Shiota (2023) denominam “apropriação territorial da Agenda 2030”: a tradução dos marcos globais a partir das experiências concretas e das vulnerabilidades percebidas no espaço vivido. O ODS 16 (Paz, Justiça e Instituições Eficazes), por sua vez, provavelmente reflete a exposição dos estudantes a situações de violência urbana, comum em periferias, demonstrando que a escola é um espaço onde essas tensões emergem e podem ser pedagogicamente trabalhadas.

A presença expressiva do ODS 2 (Fome Zero) e do ODS 12 (Consumo Responsável) revela uma preocupação com questões materiais básicas, como alimentação e desperdício, que, embora globais, assumem contornos locais na realidade de famílias em situação de vulnerabilidade. Essa constatação dialoga com a crítica de Novais e Akkari (2024) ao risco de uma “leitura instrumental” dos ODS: os estudantes partiram de suas vivências para dar sentido aos objetivos, operando uma leitura crítica e situada.

3.1.1 A emergência de ODS não oficiais: criatividade e crítica à agenda global

Para além dos ODS oficiais, três grupos criaram projetos para objetivos não previstos na Agenda 2030, classificados como ODS 18 (Igualdade Racial), ODS 19 (Arte, Cultura e Comunicação) e ODS 20 (Direitos dos Povos Originários e Comunidades Tradicionais).

Embora excluídos da análise quantitativa por fugirem ao escopo oficial, essas iniciativas são analiticamente significativas.

A criação de propostas para o ODS 18 (Igualdade Racial) por um grupo da turma 6F, que desenvolveu um projeto de teatro do oprimido abordando o racismo na escola, revela a capacidade dos estudantes de identificar lacunas na agenda global e propor temas que julgam relevantes para sua realidade. Este fenômeno dialoga diretamente com a crítica de Akkari (2017) sobre a necessidade de apropriação local dos ODS: os estudantes, ao sentirem-se protagonistas, ampliaram o marco original para contemplar pautas identitárias e comunitárias. Essa apropriação demonstra, ainda, o exercício do que Canagarajah e Hashiguti (2025) denominam “disposição crítica”: a capacidade de questionar marcos estabelecidos e propor alternativas a partir de vivências concretas.

O ODS 19 (Arte, Cultura e Comunicação), proposto por um grupo da turma 6C, que desenvolveu uma mostra de cinema sobre a cultura argentina, evidencia a valorização da expressão artística como linguagem legítima para abordar questões sociais. Essa iniciativa corrobora a perspectiva de Moreno e Perusi (2024) sobre o potencial das metodologias ativas e lúdicas, como a arte, para fomentar disposições como a criatividade e o engajamento cidadão. O ODS 20 (Direitos dos Povos Originários), elaborado por um grupo da turma 6B, que pesquisou e produziu cartazes sobre a cultura Guaraní na região, demonstra uma preocupação com a visibilidade de grupos historicamente silenciados, alinhando-se à perspectiva dos direitos humanos defendida por Piovesan (2004).

3.2 PERFIL TEMÁTICO DAS TURMAS: SINGULARIDADES QUE REVELAM PROCESSOS COLETIVOS

Cada turma desenvolveu entre 5 e 8 projetos, com perfis temáticos distintos que, longe de serem meras descrições, revelam as dinâmicas internas, os processos de negociação coletiva e as mediações pedagógicas que singularizaram as trajetórias. O Quadro 2 sintetiza esses perfis:

Quadro 2 – Perfil temático das turmas

Turma	Nº Projeto s	Ênfase Temática	Predomínio de Ações	Disposições Evidenciadas
6F	5	ODS 16 e 17	Artístico-comunicativas (teatro do oprimido, cartazes, jornal)	Colaboração, empatia, expressão simbólica
6E	6	ODS 14 e 15	Ambientais-práticas e de <i>advocacy</i> (carta à COP30, distribuição de sementes)	Consciência ecológica, engajamento cívico, pensamento sistêmico
6B	7	ODS 1, 2 e 11	Intervenção local prática (composteira, horta, mapeamento, cestas básicas)	Solidariedade, protagonismo, pensamento concreto
6D	5	ODS 6 e 9	Tecnológico-inovadoras (vídeos, maquetes de saneamento e energia solar)	Criatividade técnica, comunicação, inovação
6C	8	ODS 12	Artísticas e educativo-sociais (feira de troca, cinema, teatro)	Economia circular, expressão artística, cooperação

Fonte: Elaboração própria

Essa diversidade de perfis pode ser considerada evidência central da tese de Ghanem (2012) sobre a inovação educacional. Partindo de um mesmo ponto de partida, o sorteio dos ODS, cada turma constituiu trajetórias singulares, influenciadas pelas interações internas, pelos interesses dos estudantes e pelas mediações do professor. A turma 6E, por exemplo, ao concentrar-se nos ODS 14 e 15 e produzir uma carta à COP30, desenvolveu o que Ghilardi-Lopes et al. (2023) denominam “pensamento sistêmico”: a compreensão de que problemas locais (como a poluição das praias) ligam-se a questões globais (como as mudanças climáticas), exigindo respostas em múltiplas escalas.

A turma 6B, com seus projetos de intervenção prática (horta, composteira, cestas básicas), materializa a ideia de McCowan (2010; 2015) de que a educação realiza direitos ao se realizar. O processo educativo, ao mobilizar os estudantes para ações concretas de combate à fome e promoção da sustentabilidade, já incorpora a efetivação do direito à alimentação adequada e ao meio ambiente saudável. A horta comunitária, nesse sentido, pode se tornar um dispositivo pedagógico que articula aprendizagens e transformação social.

A turma 6F, com seu teatro do oprimido sobre racismo, dialoga diretamente com a pedagogia freireana (Freire, 1987) e com a noção de “disposição ética” proposta por Canagarajah e Hashiguti (2025). Os estudantes expressaram uma preocupação com a justiça e exercitaram a capacidade de problematizar a realidade e agir sobre ela simbolicamente.

3.3 CATEGORIZAÇÃO DAS AÇÕES PROPOSTAS: MÚLTIPLAS LINGUAGENS, MÚLTIPLAS DISPOSIÇÕES

A partir do exame de conteúdo das descrições dos 27 projetos (Bardin, 2016), as ações foram agrupadas em quatro categorias, conforme detalhado no Quadro 3. O processo de categorização, descrito na seção metodológica, obedeceu aos critérios de homogeneidade, pertinência, exclusividade e objetividade, sendo validado por procedimento entre pares.

Quadro 3 – Categorias das ações propostas e disposições associadas

Categoria	Descrição	Exemplos	ODS Relacionados	Disposições Predominantes
Artístico-comunicativa	Utilização de linguagens artísticas e midiáticas para sensibilizar, informar ou provocar reflexão	Teatro do oprimido, produção de cartazes, vídeos, mostras de cinema, jornal mural	5, 9, 16, 17	Criatividade, empatia, pensamento crítico, expressão simbólica
Ambiental-prática	Intervenções diretas no meio ambiente escolar ou comunitário, com foco em sustentabilidade	Composteira, horta, limpeza de área, distribuição de sementes, carta à COP30	2, 6, 14, 15	Responsabilidade socioambiental, consciência ecológica, engajamento cívico
Educativo-social	Ações voltadas à conscientização, troca solidária e diagnóstico de necessidades sociais	Feira de troca de livros, mapeamento de áreas verdes, doações, cestas básicas, rodas de conversa	1, 4, 11, 12	Solidariedade, colaboração, senso de justiça, pertencimento comunitário
Tecnológico-inovadora	Elaboração de protótipos, maquetes ou uso de tecnologias para propor soluções	Maquete de energia solar, maquete de saneamento básico, vídeos explicativos com efeitos especiais	7, 9	Criatividade técnica, pensamento projetual, inovação, comunicação científica

Fonte: Elaboração própria

Esta categorização revela a multiplicidade de linguagens e abordagens mobilizadas pelos estudantes, que não se limitaram a formatos tradicionais, mas exploraram diferentes meios para expressar suas ideias e intervir na realidade. A presença expressiva de ações artístico-comunicativas (presentes em todas as turmas) indica que a arte funcionou como linguagem privilegiada para a expressão de disposições como empatia e pensamento crítico. O teatro do oprimido da turma 6F, por exemplo, permitiu que os estudantes experimentassem, pela via da representação, conflitos e mediações, exercitando o que Freire (1987) chamaria de “consciência crítica”.

As ações ambientais-práticas, particularmente concentradas na turma 6E, evidenciam o desenvolvimento de uma “consciência ecológica” que, como argumentam Tovar Mora, Poza Vilches e Ladino Ospina (2022), é condição para a transição da Educação Ambiental para a Educação para a Sustentabilidade. A carta à COP30, endereçada a autoridades locais e globais,

revela uma compreensão avançada da dimensão política da questão climática, alinhando-se à perspectiva de Artaxo (2025) sobre a necessidade de aproximar ciência e decisões públicas.

As ações educativo-sociais, como a feira de troca de livros e a distribuição de cestas básicas, materializam o que Brito, Cunha e Siveres (2018) identificaram como “sentimento de pertencimento” e “união de esforços” em escolas com gestão participativa. A solidariedade, aqui, se tornou uma disposição cultivada na ação coletiva orientada para o bem comum.

As ações tecnológico-inovadoras, embora em menor número, são particularmente significativas por revelarem a apropriação criativa de recursos digitais por estudantes de escolas públicas, muitas vezes estigmatizados como “excluídos digitais”. A produção de maquetes de saneamento e energia solar, associada a vídeos explicativos, demonstra o que Souza et al. (2024) consideram um dos eixos da escola sustentável: a articulação entre estrutura física (representada nas maquetes) e educação para a sustentabilidade (expressa nos conteúdos abordados).

3.4 ANÁLISE CRÍTICA: DISPOSIÇÕES, INOVAÇÃO E DIREITOS EM DIÁLOGO

Os resultados, agora analisados à luz do referencial teórico, permitem afirmar que a abordagem dos ODS por meio da pesquisa-ação configurou-se como inovação educacional (Ghanem, 2012), promovendo uma apropriação crítica e localizada dos marcos globais e cultivando disposições éticas e colaborativas (Canagarajah; Hashiguti, 2025).

3.4.1 Disposições em ação: para além das competências mensuráveis

O exame das ações e dos perfis das turmas permite identificar a emergência de disposições que transcendem a lógica das competências mensuráveis:

Colaboração: a organização em grupos, a divisão de tarefas e a construção coletiva dos projetos, particularmente evidente nas ações educativo-sociais da turma 6C e nas ambientais-práticas da turma 6B, demonstram a capacidade de trabalhar cooperativamente. Mais do que uma “habilidade de trabalho em equipe” (competência frequentemente avaliada em testes), a colaboração manifestou-se como disposição relacional, cultivada na ação coletiva e orientada para objetivos comuns, como a construção da horta ou a organização da feira de trocas.

- **Pensamento crítico:** a ativação em projetos de ODS não oficiais (18, 19, 20) e a elaboração da carta à COP30 (turma 6E) evidenciam o exercício da leitura crítica da realidade. Ao questionar a agenda global e propor temas ausentes, os estudantes operaram o que Freire (1987) denomina “leitura do mundo”, condição para a intervenção transformadora. A carta à COP30, em particular, revela uma compreensão sofisticada das relações entre escala local (poluição das praias) e global (mudanças climáticas), alinhando-se à perspectiva sistêmica defendida por Ghilardi-Lopes et al. (2023).
- **Postura ética:** as propostas de intervenção, distribuição de cestas básicas, teatro do oprimido sobre racismo, mapeamento de áreas verdes, revelam uma preocupação com o bem comum, a justiça e a dignidade humana. Essa postura ética não é um conteúdo ensinado, mas uma disposição cultivada na experiência concreta de identificação de problemas e busca de soluções coletivas. Como argumentam Tovar Mora, Poza Vilches e Ladino Ospina (2022), a Educação para a Sustentabilidade (EpS) favorece o desenvolvimento de tomada de decisão participativa e a reflexão ética, exatamente o que se observa nestes projetos.
- **Pertencimento:** o envolvimento com o entorno, expresso no mapeamento de áreas verdes (turma 6B) e na pesquisa sobre cultura Guarani (turma 6B), revela o que Brito, Cunha e Siveres (2018) denominam “sentimento de pertencimento”, um dos indicadores qualitativos de escolas sustentáveis. Esse sentimento é constituído na interação com o território e na valorização das culturas locais.

4.4.2 Inovação educacional de base: o protagonismo estudantil como força motriz

A diversidade de perfis temáticos e a singularidade das trajetórias de cada turma corroboram a hipótese de Ghanem (2012) de que a inovação educacional emerge de baixo para cima, a partir do protagonismo dos sujeitos em contextos específicos. O projeto não partiu de um currículo prescrito sobre ODS, mas da aposta na capacidade dos estudantes de investigar a realidade, identificar problemas e propor soluções criativas. A mediação do professor funcionou como facilitação e problematização, criando condições para que os grupos constituíssem seus próprios percursos.

Essa abordagem dialoga diretamente com a crítica de Novais e Akkari (2024) ao risco de uma “leitura instrumental” das agendas internacionais. Diversamente de uma aplicação burocrática dos ODS, os estudantes operaram uma tradução criativa e situada, ampliando o marco original (com a apropriação de novos ODS) e ligando-o a demandas locais concretas (fome, violência, racismo, poluição, falta de árvores). A inovação, aqui, está disposta na reinvenção de práticas educativas e na reconfiguração das relações entre escola, território e agenda global.

4.4.3 Educação como direito que se realiza: os ODS como instrumento de mobilização

A experiência confirma a asserção de McCowan (2010; 2015) de que a educação é um direito humano que viabiliza a realização de outros direitos ao se realizar. O processo educativo, baseado em metodologias participativas e na investigação da realidade, já incorporou a promoção de direitos: o direito à alimentação adequada (na horta e nas cestas básicas), o direito ao meio ambiente saudável (nos projetos ambientais), o direito à participação política (na carta à COP30 e nas apresentações públicas), o direito à igualdade racial (no teatro do oprimido). Os ODS, nesse contexto, funcionaram como instrumento de mobilização no microcosmo escolar (Akkari, 2017), gerando engajamento concreto a partir de um marco global.

Essa constatação é particularmente relevante diante do alerta de Artaxo (2025) sobre a centralidade do ODS 13 para a realização de todos os demais. Os projetos da turma 6E, ao conectarem vida na água e vida terrestre com ação climática (carta à COP30), demonstraram uma compreensão sistêmica da crise ambiental, aproximando-se do que o autor denomina “conscientização sobre os riscos e capacidade de cobrar políticas efetivas”.

3.4.4 Interdisciplinaridade orgânica: os ODS como tema integrador

A categorização das ações evidencia uma interdisciplinaridade orgânica, que emergiu da necessidade de abordar problemas complexos. O mapeamento de áreas verdes (Geografia) foi associado ao estudo da ocupação histórica do bairro (História); a produção de vídeos (Arte e Língua Portuguesa) abordou questões de saneamento (Ciências); o teatro do oprimido (Arte) tratou de conflitos raciais (História). Essa integração materializa a compreensão dos ODS como agenda integrada (IPEA, 2018), em que os objetivos se inter-relacionam e exigem abordagens multidimensionais.

Essa experiência corrobora a tese de Ghilardi-Lopes et al. (2023) sobre o potencial do oceano (e, por extensão, de outros temas complexos) como “tema integrador” nos currículos. A transversalidade dos ODS, que ligam questões ambientais, sociais, econômicas e políticas, funcionou como princípio organizador, promovendo diálogos disciplinares e interdisciplinares que, de outra forma, dificilmente ocorreriam.

3.5 DESAFIOS E POTÊNCIAS: DIÁLOGO COM O ENSINO SUPERIOR E PERSPECTIVAS DE CONTINUIDADE

As limitações do projeto, dificuldades para estabelecer parcerias externas, restrição a visitas de campo, indisponibilidade de recursos materiais, apontam para os desafios estruturais enfrentados pela escola pública na implementação de propostas inovadoras. Esses obstáculos, no entanto, não impediram a consecução dos objetivos, mas exigiram adaptações criativas: uso de tecnologias acessíveis (celulares, softwares gratuitos), ênfase em pesquisas virtuais e entrevistas informais, valorização dos saberes locais.

Ao contrastar esta experiência com estudos sobre a integração dos ODS no ensino superior, observa-se uma diferença de ênfase que revela complementaridades. Enquanto na universidade a abordagem tende a ser formal, institucional e centrada na pesquisa especializada (Chenú Orrego; Rolón, 2025), na educação básica a conquista pedagógica mais significativa é cultivar a curiosidade investigativa, o pertencimento e a agência local. Ambas as dimensões são igualmente necessárias para a formação integral voltada à sustentabilidade.

Superar os desafios requer, portanto, maior apoio institucional, flexibilidade burocrática e a construção de pontes sólidas entre os diferentes níveis de ensino. A universidade pode contribuir com metodologias, recursos e oportunidades de formação continuada; a escola básica oferece o terreno fértil para o engajamento crítico e criativo desde a infância. Projetos como este demonstram que, mesmo diante de limitações, é possível proporcionar aprendizagens significativas e o desenvolvimento de disposições éticas e colaborativas, contribuindo para a formação de sujeitos históricos capazes de intervir criticamente em sua realidade e de traduzir marcos globais em ações localmente significativas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo examinou uma experiência pedagógica interdisciplinar desenvolvida com estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental, que tomou os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) como eixo estruturador para vincular o ensino de História à realização de direitos humanos. Por meio da pesquisa-ação, buscou-se identificar demandas locais relacionadas aos ODS, descrever e categorizar as propostas de intervenção elaboradas pelos estudantes e avaliar em que medida tais práticas favorecem o cultivo de disposições como colaboração, pensamento crítico e postura ética.

Os resultados confirmaram a hipótese inicial: a abordagem dos ODS por meio da pesquisa-ação configurou-se como inovação educacional, oportunizando apropriação crítica e localizada dos marcos globais. A produção de 27 projetos, distribuídos entre os 17 ODS oficiais, e a emergência de temas como igualdade racial e direitos dos povos originários (ODS 18, 19 e 20) evidenciaram a capacidade dos estudantes de ler criticamente a realidade e ampliar a agenda global a partir de suas vivências concretas. Tal fenômeno dialoga diretamente com o cuidado à apropriação acrítica dos ODS e com a noção de “leitura do mundo” freireana como condição para a intervenção transformadora.

A categorização das ações em quatro tipos, artístico-comunicativas, ambientais-práticas, educativo-sociais e tecnológico-inovadoras, revelou a multiplicidade de linguagens mobilizadas e permitiu identificar, à luz do referencial adotado, indícios do cultivo de disposições: colaboração nos trabalhos coletivos, pensamento crítico na identificação de problemas locais e postura ética manifestada em propostas como hortas comunitárias, feiras de troca, cartas à COP30 e ações de *advocacy*. A interdisciplinaridade orgânica entre História, Geografia, Ciências, Arte e Língua Portuguesa, observada nos projetos, corrobora a asserção sobre o potencial de temas complexos, como os ODS, funcionarem como integradores curriculares.

A experiência reforça o papel da escola como espaço de cidadania ativa e a concepção de que a educação é um direito humano que viabiliza a realização de outros direitos ao se realizar. O processo educativo, ao mobilizar os estudantes para ações concretas de enfrentamento da fome, da violência, da degradação ambiental e da desigualdade, já incorporou a ideia de realização de direitos fundamentais, materializando o sentido dos ODS como pacto de direitos.

As limitações enfrentadas, restrições burocráticas, indisponibilidade de recursos e tempo reduzido, refletem desafios estruturais da escola pública brasileira, mas também

evidenciaram a capacidade criativa de adaptação de professores e estudantes, que recorreram a tecnologias acessíveis e valorizaram saberes locais. Tais dificuldades apontam para a necessidade de políticas públicas que garantam condições materiais e demais apoios para a inovação de práticas educativas e para a construção de pontes sistemáticas entre educação básica e universidades. O diálogo com estudos do ensino superior sugere que a articulação entre os níveis de ensino pode potencializar tanto a sofisticação teórico-metodológica quanto o engajamento crítico-criativo despertado na escola.

Para pesquisas futuras, recomenda-se o acompanhamento dos estudantes, investigando como as disposições cultivadas nesta experiência se desdobram em sua trajetória escolar e em suas práticas de cidadania. Sugere-se, ainda, o desenvolvimento de estudos comparativos que mapeiem iniciativas semelhantes em diferentes contextos, identificando fatores que favorecem ou dificultam a apropriação crítica dos ODS no currículo da educação básica.

Em síntese, o trabalho demonstra que é possível, mesmo diante de limitações, integrar os ODS ao currículo de forma crítica e participativa, formando sujeitos históricos capazes de traduzir marcos globais em ações localmente significativas. A disseminação de práticas como esta pode consolidar a escola pública como espaço vital para a constituição de uma cidadania ativa e para a construção de um futuro sustentável e justo, reafirmando o princípio de que ninguém pode ficar para trás, nem na agenda global, nem no cotidiano escolar.

REFERÊNCIAS

AKAMINE, Mariana de Barros Casagrande; OLIVEIRA, Edilene Maria de; SHIOTA, Hanae Caroline Quintana. A Rota de Integração Latino-Americana (RILA): os desafios da educação sob a ótica dos objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS). **Interações**, Campo Grande, v. 24, n. 4, out./dez. 2023.

AKKARI, Abdeljalil. A agenda internacional para educação 2030: consenso “frágil” ou instrumento de mobilização dos atores da educação no século XXI? **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 17, n. 53, p. 937-958, 2017.

ARTAXO, Paulo. COP-30 e o agravamento da crise climática – caminhos para a construção de uma sociedade sustentável. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 39, n. 114, 2025.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Tradução Luís Antero Reto, Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2016.

BRITO, Renato de Oliveira; CUNHA, Célio da; SIVERES, Luiz. Gestão participativa e sustentabilidade socioambiental: um estudo em escolas da rede pública de Sobral-CE. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 24, n. 2, p. 395-410, 2018.

BRITO, Renato de Oliveira; SIVERES, Luíz; CUNHA, Célio da. O uso de indicadores para avaliação qualitativa de projetos educativos socioambientais: a gestão participativa no ambiente escolar. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, Rio de Janeiro, v. 27, n. 104, p. 610-630, jul./set. 2019.

CANAGARAJAH, Suresh; HASHIGUTI, Simone. **Disposições para uma cidadania global: repensando competências na educação**. (no prelo). 2025.

CORDEIRO, Mauro Soares. **Política educacional, elaboração e continuidade**: o programa Educom.rádio nas escolas municipais da Capital de São Paulo. 2009. 122 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

CORDEIRO, Mauro Soares. **Política educacional e conquista de direitos**: escolas públicas em comunidades quilombolas. 2017. 226 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

COSENZA, RAMON M.; GUERRA, Leonor B. **Neurociência e educação**: como o cérebro aprende. Porto Alegre: Artmed, 2011.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GHANEM, Elie. **Educação Escolar e democracia no Brasil**. 1. ed. Belo Horizonte: Autêntica; Ação Educativa, 2004.

GHANEM, Elie. A educação na mudança social: lugar central, lugar secundário e lugar nenhum. **Educar em Revista**, Curitiba, Brasil, n. 45, p. 213-229, jul/set. 2012.

GHILARDI-LOPES, Natalia P.; MOTOKANE, Marcelo; BARRADAS, Juliana Imenis; XAVIER, Luciana Yokoyama; MENCK, Elisa van Sluys; FRANCO, Ana Clara Gomes; TURRA, Alexander. Oceano como tema interdisciplinar na educação básica brasileira. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 26, 2023.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **ODS: metas nacionais dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Brasília: IPEA, 2018.

JACOBI, Pedro. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, n. 118, p. 189-206, mar. 2003.

MCCOWAN, Tristan. **Education as a human right**: principles for a universal entitlement to learning. London: Bloomsbury, 2010.

MCCOWAN, Tristan. Três enfoques da educação como um direito humano. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 36, n. 132, p. 725-742, jul./set. 2015.

MORENO, Mariana dos Santos; PERUSI, Maria Cristina. A educação em solos como contribuição ao debate dos ODS na disciplina de Pedologia, curso de Geografia da FCT/Unesp câmpus de Presidente Prudente. **Geopauta**, Vitória da Conquista, v. 8, 2024.
MORIN, André. **Pesquisa-ação integral e sistêmica**: uma antropopedagogia renovada. Tradução Michel Thiollent. Rio de Janeiro: DP&A, 2004.

NOVAIS, Valéria Silva de Moraes; AKKARI, Abdeljalil. A Educação de jovens e adultos na perspectiva das agendas internacionais e no Brasil. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, Rio de Janeiro, v. 32, n. 122, jan./mar. 2024.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **The Sustainable Development Goals Report 2024**. New York: ONU, 2024.

PEREIRA, Maria Luisa Alves; MESSIAS, Iracimara de Anchieta. Trabalho decente e sustentável em cooperativa de materiais recicláveis. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, São Paulo, v. 50, 2025.

PIOVESAN, Flávia. **Direitos humanos e o direito constitucional internacional**. 6. ed. São Paulo: Max Limonad, 2004.

SACRISTÁN, José Gimeno. **O currículo**: uma reflexão sobre a prática. 3. ed. Porto Alegre: Penso, 2017.

SOUZA, Barbara Silva e; SOUZA, Ricardo Gabbay de; FERREIRA, Arthur Bispo; FIORE, Fabiana Alves. Definição de Indicadores de Sustentabilidade Aplicáveis a Unidades Educacionais. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 27, 2024.

TOVAR MORA, Danilo; POZA VILCHES, Maria de Fátima; LADINO OSPINA, Yolanda. Evaluación de la sostenibilidad en instituciones educativas colombianas: Estudio de Casos. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 25, 2022.

A síndrome do impostor em profissionais de secretariado executivo: sua influência na atuação organizacional



Imposter syndrome in executive secretarial professionals: its influence on organizational performance

Solange Coelho 

Fatec São Paulo

solangecoelho428@gmail.com

Jamile Lopes 

Fatec São Paulo

jamille.rachel@gmail.com

Esmeralda Oliveira 

Fatec São Paulo

esmeralda.oliver@gmail.com

Janaina Dourado 

Fatec São Paulo

janaina.dourado@cps.sp.gov.br

Maria do Carmo Todorov 

Fatec São Paulo

maria.todorov@cps.sp.gov.br

Revista Processando o Saber

eISSN 2179-5150 · Vol 18, n. 01, 2026

Multidisciplinar · DOI · Revisão por pares

Faculdade de Tecnologia Praia Grande – FATEC

Períodicidade: Anual

revista@fatecpg.edu.br

Recebido: Jan 2026

Aceito: Mar 2026

Publicado: Jun 2026

URL: <https://www.fatecpg.edu.br/revista/index.php/ps/article/view/453>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.20045593>



RESUMO

A Síndrome do Impostor (SI) se caracteriza pela dificuldade de internalizar conquistas e pelo medo constante de ser exposto como uma fraude, mesmo diante de evidências de competência. Este estudo tem como objetivo analisar a influência da Síndrome do Impostor na atuação de profissionais de Secretariado Executivo no contexto organizacional. Se Trata de uma pesquisa de abordagem quantitativa e descritiva, realizada por meio de questionário estruturado aplicado a 52 profissionais da área. Os resultados indicam a presença significativa de traços associados à SI, como insegurança profissional, autossabotagem e dificuldade em reconhecer o próprio mérito. Observa-se que tais fatores impactam diretamente a autoconfiança, a tomada de decisão e o desempenho profissional. Conclui-se que a SI representa um desafio relevante para o desenvolvimento e valorização desses profissionais, evidenciando a necessidade de estratégias organizacionais voltadas à promoção da segurança psicológica.

PALAVRAS-CHAVE: Síndrome do Impostor; Secretariado Executivo; comportamento organizacional.

ABSTRACT

The Impostor Syndrome (IS) is characterized by the difficulty of internalizing achievements and the persistent fear of being exposed as a fraud, even in the presence of evidence of competence. This study aims to analyze the influence of Impostor Syndrome on the performance of Executive Secretariat professionals in organizational contexts. This is a quantitative and descriptive study conducted through a structured questionnaire administered to 52 professionals in the field. The results indicate a significant presence of traits associated with IS, such as professional insecurity, self-sabotage, and difficulty in recognizing one's own achievements. These factors directly impact self-confidence, decision-making, and professional performance. It is concluded that IS represents a relevant challenge for the development and recognition of these professionals, highlighting the need for organizational strategies aimed at promoting psychological safety.

KEY-WORDS: Impostor Syndrome; Executive Secretariat; organizational behavior; professional performance.; Action Research.

INTRODUÇÃO

A Síndrome do Impostor (SI) se caracteriza pela dificuldade de internalizar conquistas e pela persistente sensação de fraude, mesmo diante de evidências objetivas de competência. Esse fenômeno foi inicialmente descrito por Clance e Imes (1978), sendo amplamente estudado em diferentes contextos profissionais.

No ambiente organizacional, especialmente em funções que demanda elevado nível de responsabilidade e multifuncionalidade, como o Secretariado Executivo, tais percepções podem ser intensificadas. Esses profissionais atuam de forma estratégica, exigindo competências técnicas, emocionais e relacionais.

Apesar da relevância do tema, observa-se uma lacuna na literatura no que se refere à análise da Síndrome do Impostor entre profissionais de Secretariado Executivo, sobretudo no contexto brasileiro.

Diante disso, este estudo busca analisar de que forma a Síndrome do Impostor influencia a atuação desses profissionais no ambiente organizacional.

1. REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 O PROFISSIONAL DE SECRETARIADO EXECUTIVO

O profissional de Secretariado Executivo desempenha um papel estratégico nas organizações, atuando como elo entre gestores e equipes. Segundo Chiavenato (2014), o capital humano é um dos principais recursos organizacionais, sendo essencial compreender o comportamento e o desempenho dos profissionais.

Nesse contexto, o secretariado moderno ultrapassa funções operacionais, assumindo responsabilidades gerenciais e estratégicas. Essa ampliação de funções exige alta qualificação e constante adaptação, o que pode gerar pressões relacionadas ao desempenho.

1.2 COMPORTAMENTO ORGANIZACIONAL

O comportamento organizacional estuda a dinâmica entre indivíduos e organizações, considerando fatores psicológicos, sociais e estruturais. Robbins (2005) destaca que aspectos como motivação, percepção e emoções influenciam diretamente o desempenho profissional.

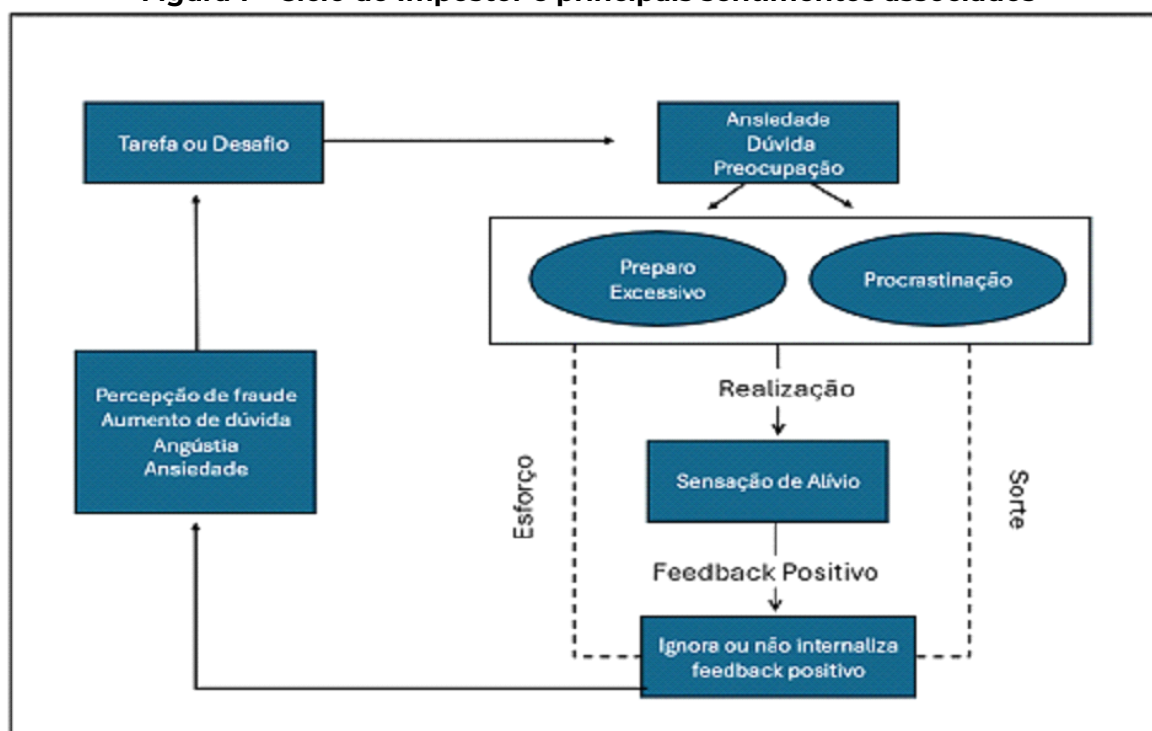
Assim, compreender o comportamento organizacional permite analisar como crenças individuais impactam a atuação no ambiente de trabalho, especialmente em contextos de alta exigência.

1.3 A SÍNDROME DO IMPOSTOR

A Síndrome do Impostor foi definida por Clance (1985) como um padrão psicológico no qual indivíduos duvidam de suas próprias habilidades e temem ser expostos como fraudes.

Entre suas principais características estão a autossabotagem, o perfeccionismo e a dificuldade em internalizar conquistas.

Figura 1 – Ciclo do Impostor e principais sentimentos associados



Fonte: Adaptado de Sakulku & Alexander (2011), inspirado em Clance (1985)

Estudos recentes apontam que a SI está associada a fatores como ansiedade, baixa autoestima e pressão por desempenho (MOLINA et al., 2023).

No contexto organizacional, a SI pode comprometer a tomada de decisão, a comunicação e o desenvolvimento profissional.

1.4 A SÍNDROME DO IMPOSTOR NO SECRETARIADO EXECUTIVO

No contexto do Secretariado Executivo, a Síndrome do Impostor (SI) relaciona-se à complexidade das funções desempenhadas e à pressão por desempenho contínuo, características inerentes às organizações contemporâneas (ROBBINS, 2005; CHIAVENATO, 2014). A necessidade de conciliar competências técnicas, emocionais e estratégicas amplia as exigências sobre esses profissionais, contribuindo para o desenvolvimento de inseguranças relacionadas à própria capacidade.

Além disso, a busca por legitimação profissional, especialmente em áreas historicamente marcadas por estereótipos, pode favorecer a internalização de crenças impostoras, conforme discutido por DUBAR (2005) no âmbito da construção da identidade profissional. Nesse sentido, a dificuldade de reconhecimento social e organizacional da profissão pode intensificar sentimentos de inadequação.

De acordo com CLANCE (1985) e YOUNG (2011), indivíduos com traços da Síndrome do Impostor tendem a duvidar de suas competências, mesmo diante de evidências objetivas de desempenho. Estudos mais recentes, como o de TEWFIK (2022), apontam que esses profissionais frequentemente apresentam comportamentos de autossabotagem e evitam assumir novos desafios, o que pode comprometer seu desenvolvimento na carreira.

Assim, é possível observar que profissionais de Secretariado Executivo, apesar da elevada qualificação, podem questionar sua própria capacidade, afetando sua segurança na atuação e sua disposição para assumir posições de maior responsabilidade.

Dessa forma, a relação entre comportamento organizacional, identidade profissional e Síndrome do Impostor permite compreender como fatores individuais e organizacionais se interligam na construção da percepção de competência desses profissionais.

2. METODOLOGIA

A pesquisa caracteriza-se como quantitativa, de natureza descritiva. O instrumento de coleta de dados consistiu em um questionário estruturado, composto por 15 questões, elaborado com base na escala Likert de cinco pontos, variando de “nunca” a “sempre”.

O instrumento foi inspirado na escala proposta por Clance (1985), sendo adaptado ao contexto organizacional. A aplicação ocorreu por meio de formulário eletrônico.

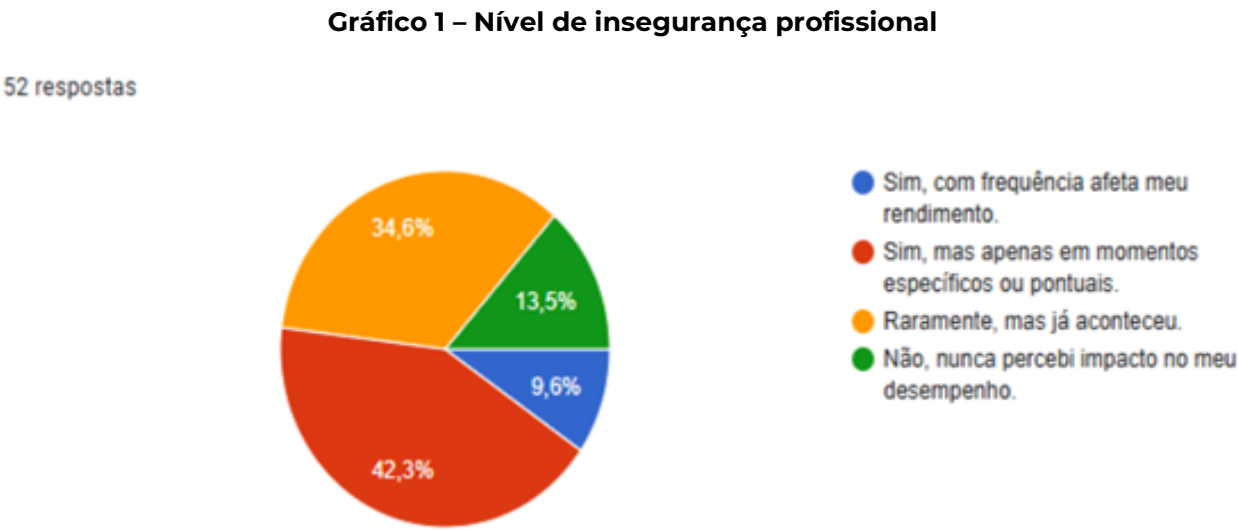
A amostra foi composta por 52 profissionais de Secretariado Executivo, selecionados por conveniência. Todos os participantes foram informados sobre os objetivos da pesquisa e consentiram voluntariamente com sua participação, sendo assegurado o anonimato das respostas. Os dados foram analisados por meio de estatística descritiva, com apresentação em percentuais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos demonstram que a Síndrome do Impostor está presente entre os profissionais analisados.

Tabela 1 – Perfil dos Respondentes	
Faixa etária	Percentual
20-30 anos	46,2%
31-40 anos	34,6%
41+ anos	19,2%

Fonte: Pesquisa de campo, 2025



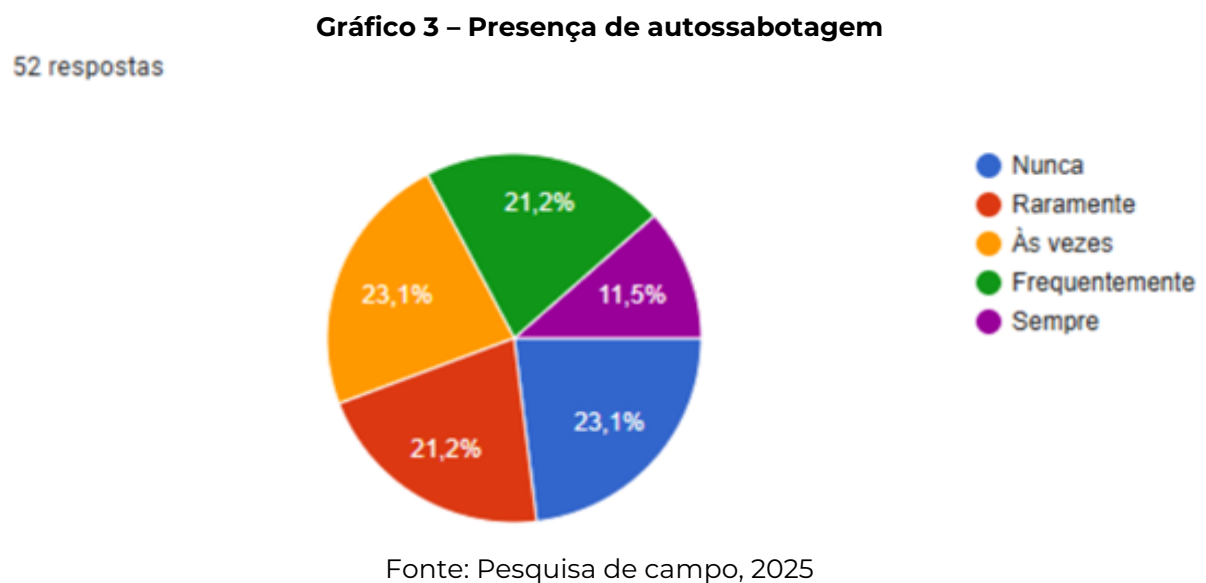
Fonte: Pesquisa de campo, 2025

Observa-se no gráfico 1 que 42,3% dos respondentes relataram níveis elevados de insegurança profissional, evidenciando dificuldades na percepção de competência. Esse resultado está alinhado aos estudos de Clance (1985), que apontam a dificuldade em reconhecer a própria competência como característica central da Síndrome do Impostor.



Fonte: Pesquisa de campo, 2025

Além disso, 38,5% dos respondentes, conforme gráfico 2, indicaram dificuldade em reconhecer suas conquistas, o que reforça os achados de Young (2011), ao destacar que indivíduos com SI tendem a minimizar seus próprios sucessos.



Fonte: Pesquisa de campo, 2025

Conforme gráfico 3, nota-se outro aspecto relevante refere-se à presença de comportamentos de autossabotagem, identificados em 32,7% da amostra. Conforme Tewfik (2022), tais comportamentos podem impactar negativamente o desempenho profissional e a tomada de decisão.

Os resultados obtidos nesta pesquisa apresentam convergência com estudos internacionais sobre a Síndrome do Impostor no ambiente organizacional. De acordo com Tewfik (2022), indivíduos com pensamentos impostores podem apresentar maior sensibilidade interpessoal e serem percebidos como mais empáticos nas relações de trabalho.

Entretanto, esses indivíduos também tendem a apresentar níveis reduzidos de autoconfiança. Esse aspecto foi identificado na presente pesquisa, na qual parte significativa dos respondentes demonstrou insegurança em relação às próprias competências.

Além disso, estudos recentes indicam que a Síndrome do Impostor está associada a impactos negativos no bem-estar e no desempenho profissional. Guenes et al. (2025) destacam que contextos de alta pressão favorecem o surgimento de sentimentos impostores.

Os resultados desta pesquisa reforçam essa perspectiva, ao evidenciar comportamentos de autossabotagem e dificuldade de reconhecimento de conquistas.

Outro fator relevante refere-se ao ambiente organizacional. Begeny et al. (2025) apontam que culturas altamente competitivas podem intensificar a Síndrome do Impostor. Esse entendimento amplia a análise dos dados, indicando que o fenômeno não se limita ao indivíduo, mas também está relacionado ao contexto organizacional.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que a Síndrome do Impostor exerce influência direta na atuação de profissionais de Secretariado Executivo, afetando sua autoconfiança e rendimento no ambiente organizacional.

O estudo contribui ao evidenciar a necessidade de ações institucionais voltadas à promoção da segurança psicológica e ao reconhecimento profissional, além de ampliar a produção científica sobre o tema no contexto brasileiro.

No que se refere às implicações práticas, ressalta-se a importância da adoção de iniciativas organizacionais voltadas à mitigação dos efeitos da Síndrome do Impostor.

Entre as principais medidas, destacam-se programas de mentoring e práticas de coaching, que favorecem o desenvolvimento da autoconfiança e o reconhecimento das competências individuais.

Adicionalmente, evidências da literatura indicam que intervenções estruturadas, como acompanhamento psicológico e programas de desenvolvimento profissional, podem reduzir significativamente a incidência desse fenômeno (BRAVATA et al., 2020).

Por fim, compreende-se que o enfrentamento da Síndrome do Impostor não depende exclusivamente do indivíduo, mas também da implementação de práticas institucionais consistentes no contexto organizacional.

REFERÊNCIAS

BEGENY, Caitlin T. et al. Cultural influences on the impostor phenomenon in organizational settings. *Journal of Applied Psychology*, 2025.

BRAVATA, D. M. et al. Prevalence, predictors, and treatment of impostor syndrome: a systematic review. *Journal of General Internal Medicine*, v. 35, n. 4, p. 1252–1275, 2020.

CHIAVENATO, Idalberto. *Gestão de Pessoas*. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

CLANCE, Pauline. *The Impostor Phenomenon*. Atlanta: Peachtree, 1985.

CLANCE, Pauline Rose; IMES, Suzanne A. The impostor phenomenon in high achieving women: dynamics and therapeutic intervention. *Psychotherapy: Theory, Research & Practice*, v. 15, n. 3, p. 241-247, 1978.

DUBAR, Claude. *A socialização: construção das identidades sociais e profissionais*. São Paulo: Martins Fontes, 2005.

GUENES, Marie et al. Impostor syndrome and professional well-being: impacts in high-pressure environments. *Journal of Organizational Psychology*, 2025.

MOLINA, Ana et al. Síndrome do impostor no ambiente organizacional. *Revista Psicologia*, 2023.

ROBBINS, Stephen. *Comportamento Organizacional*. São Paulo: Pearson, 2005.

YOUNG, Valerie. *The secret thoughts of successful women: Why capable people suffer from the impostor syndrome and how to thrive in spite of it*. New York: Crown Business, 2011.

TEWFIK, Basima A. The impostor phenomenon revisited: Consequences for workplace behavior and performance. *Academy of Management Journal*, 2022.

Acessibilidade para usuários de baixa visão em aplicativos mobile de mobilidade urbana

Accessibility for low-vision users in urban mobility mobile applications



Estela Villalba 
Fatec Praia Grande
ellavilla1207@gmail.com

Gabriel da Silva Santos 
Fatec Praia Grande
gabrielsilvasantos07062005@gmail.com

Fernanda Schmitz de Almeida Larguesa 
Fatec Praia Grande
ferxmitz@gmail.com

Revista Processando o Saber

eISSN 2179-5150 · Vol 18, n. 01, 2026
Multidisciplinar · DOI · Revisão por pares

Faculdade de Tecnologia Praia Grande – FATEC
Perodicidade: Anual
revista@fatecpg.edu.br

Recebido: Jan 2026

Aceito: Mar 2026

Publicado: Jun 2026

URL: <https://www.fatecpg.edu.br/revista/index.php/ps/article/view/454>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.20073785>



ABSTRACT

Digital accessibility is an increasingly relevant topic today, especially given the growing use of mobile applications for everyday activities. In the field of urban mobility, platforms such as Uber, 99, and BlaBlaCar represent solutions widely used by the population; however, for users with low vision, these tools still present challenges that compromise usability, autonomy, and safety. The general objective of this study is to investigate the accessibility conditions in these platforms, seeking to identify interface barriers and propose UX Design guidelines that promote the digital inclusion of this audience. To achieve this purpose, the specific objectives include conducting a literature review on inclusive design, the technical evaluation of popular applications under criteria such as contrast, fonts, and screen reader support, and the identification of critical usability flaws. The research is conducted through a technical and comparative survey, analyzing how the applications adapt to the specific needs of low vision. Finally, the paper proposes practical recommendations for designers and developers, aiming to mitigate the identified obstacles and enable more effective and accessible mobile interfaces.

KEY-WORDS: Digital accessibility. Low vision. Mobility apps. Usability. Best practices.

RESUMO

A acessibilidade digital é um tema cada vez mais relevante nos tempos atuais, especialmente diante do uso crescente de aplicativos mobile para atividades cotidianas. No campo da mobilidade urbana, plataformas como Uber, 99 e BlaBlaCar representam soluções amplamente utilizadas pela população; no entanto, para usuários com baixa visão, essas ferramentas ainda apresentam desafios que comprometem a usabilidade, a autonomia e a segurança. O presente estudo tem como objetivo geral investigar as condições de acessibilidade nessas plataformas, buscando identificar barreiras de interface e propor diretrizes de UX Design que promovam a inclusão digital deste público. Para alcançar tal propósito, os objetivos específicos incluem a realização de uma revisão bibliográfica sobre design inclusivo, a avaliação técnica de aplicativos populares sob critérios de contraste, fontes e suporte a leitores de tela, e a identificação de falhas críticas de usabilidade. A pesquisa é conduzida por meio de um levantamento técnico e comparativo, analisando de que forma os aplicativos se adaptam às necessidades específicas da baixa visão. Ao final, o trabalho propõe recomendações práticas para designers e desenvolvedores, visando mitigar os obstáculos identificados e viabilizar interfaces mobile mais eficazes e acessíveis.

PALAVRAS-CHAVE: Acessibilidade digital. Baixa visão. Aplicativos de mobilidade. Usabilidade. Boas práticas.

INTRODUÇÃO

A popularização dos aplicativos móveis trouxe agilidade ao cotidiano, mas revelou uma lacuna crítica: a negligência com a acessibilidade para pessoas com baixa visão. Mesmo com diretrizes internacionais (WCAG) e o respaldo do Estatuto da Pessoa com Deficiência (Lei nº 13.146/2015), a implementação prática dessas normas permanece limitada. Essa omissão é agravada por um cenário de 'invisibilidade' técnica: uma análise de 179 milhões de avaliações em lojas de aplicativos revelou que apenas 0,003% mencionam barreiras visuais (ELER et al., 2023). Este dado comprova que as dificuldades dos usuários com baixa visão raramente chegam aos desenvolvedores por canais convencionais, permitindo que falhas graves de *design* persistam sem correção.

Barreiras técnicas — como a falta de padronização, contrastes insuficientes, fontes pequenas e interfaces pouco intuitivas — impactam diretamente a autonomia e a cidadania digital desses usuários. Essa exclusão também está presente em serviços essenciais, como o transporte sob demanda, onde a falta de acessibilidade restringe a mobilidade urbana em uma era onde esta modalidade de aplicativos se tornou cotidianamente utilizada. Diante desse cenário, surge a necessidade de compreender quais são as falhas críticas de usabilidade e acessibilidade em aplicativos de mobilidade urbana que impedem a autonomia de usuários com baixa visão e quais diretrizes podem ser estruturadas para mitigar esses obstáculos?

Nesse cenário, o *UX Design (User Experience Design)* destaca-se como uma abordagem estratégica para promover a equidade tecnológica. O presente trabalho investiga como as práticas de *UX* podem mitigar esses obstáculos, focando em aspectos como percepção visual, organização da informação e navegação facilitada. Ao compreender os desafios reais do público com baixa visão, o estudo pretende oferecer diretrizes práticas para desenvolvedores e *designers*, contribuindo para a construção de soluções digitais efetivamente inclusivas e transformadoras.

1. REVISÃO DA LITERATURA

A acessibilidade digital tem se consolidado como um campo de estudo essencial diante da necessidade de garantir inclusão social, educacional e cultural às pessoas com deficiência visual. No entanto, a fundamentação teórica da área revela que a eficácia de uma interface depende da convergência entre a usabilidade e o cumprimento de diretrizes técnicas. Segundo

Shneiderman (2005), o *design* de interfaces deve priorizar a "universalidade", garantindo que a diversidade de usuários — incluindo aqueles com diferentes níveis de acuidade visual — possa interagir com o sistema sem barreiras cognitivas ou físicas. Para o autor, a aplicação de regras de *design* estruturadas é o que permite a transformação de sistemas complexos em ferramentas de inclusão (SHNEIDERMAN, 2005).

Apesar da existência de legislações e normas técnicas, como as Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo Web (WCAG 2.2), a literatura aponta que a negligência com a baixa visão ainda é uma lacuna crítica no desenvolvimento de produtos digitais. O WCAG 2.2 estabelece critérios de sucesso rigorosos para aspectos como contraste de cores, redimensionamento de texto e adaptabilidade de *layout*, fundamentais para que o conteúdo seja perceptível e operável (W3C, 2023). Quando esses critérios são ignorados, a experiência do usuário é comprometida, ferindo o princípio do "senso comum" aplicado à *web* defendido por Krug (2014). De acordo com o autor, o usuário não deve ser obrigado a "decifrar" como utilizar uma interface, a navegação deve ser intuitiva e óbvia, especialmente para aqueles que dependem de tecnologias assistivas ou de adaptações visuais específicas (KRUG, 2014).

Esta revisão condensa três estudos recentes que discutem desafios e estratégias para promover a acessibilidade digital por meio de *design* inclusivo, metodologias pedagógicas adequadas e desenvolvimento de tecnologias assistivas. A escolha destes estudos justifica-se pela atualidade de suas investigações e pela forma como aplicam, na prática, os conceitos de usabilidade e acessibilidade em diferentes ecossistemas digitais.

No estudo desenvolvido por Garbim, Dias e Mouco Junior (2023), a ênfase recai sobre a aplicação do método de *UX Design* como estratégia para melhorar a experiência de navegação de pessoas com baixa visão e deficiência visual. A partir das diretrizes de Nielsen e boas práticas de *design*, foi desenvolvido um protótipo de site acessível com uso de *HTML*, *CSS* e *JavaScript*, demonstrando que a aplicação de princípios de *UX* promoveu maior inclusão digital e satisfação dos usuários (GARBIM; DIAS; MOUCO JUNIOR, 2023). Além disso, o trabalho chama atenção para a diversidade de condições visuais e ressalta a necessidade de políticas públicas que assegurem efetividade às normas de acessibilidade.

Complementarmente, o artigo produzido por Santos e Roland (2023) analisa a acessibilidade digital em ambiente educacional, com foco no ensino superior. Os resultados apontam que, embora existam avanços legais e sociais, barreiras significativas ainda limitam o pleno acesso a tecnologias educacionais. Entre os principais entraves, destacam-se a carência de plataformas digitais adaptadas, a ausência de materiais didáticos acessíveis e metodologias pedagógicas pouco inclusivas. O estudo reforça o papel das Tecnologias Digitais da Informação

e Comunicação (TDIC) como ferramentas indispensáveis para a autonomia e a inclusão acadêmica, mas conclui que a efetiva igualdade de oportunidades requer também uma mudança cultural e institucional (SANTOS; ROLAND, 2023).

Expandindo a discussão para o campo do entretenimento digital, a pesquisa apresentada por Ran et al. (2025) investigou as percepções e estratégias de 32 jogadores cegos ou com baixa visão em relação aos jogos *mobile*. O estudo mostra que os jogos representam não apenas lazer, mas também conexão social e oportunidade de superar barreiras físicas. Além de apontar os efeitos psicológicos negativos da exclusão digital, os autores destacam a criatividade dos usuários na adoção de estratégias adaptativas e sugerem caminhos para o desenvolvimento futuro de jogos mais inclusivos (RAN et al., 2025).

Em conjunto, os estudos revisados demonstram que a acessibilidade digital transcende a dimensão técnica e envolve também fatores pedagógicos, sociais e culturais. Seja no contexto da navegação em *websites*, no uso de tecnologias educacionais ou no acesso ao entretenimento digital, as barreiras persistem e reforçam desigualdades já existentes. Contudo, a literatura também evidencia o potencial transformador de práticas inclusivas, como o *design* baseado em UX, a integração de TDIC no ensino e o desenvolvimento de jogos mais acessíveis. Essas contribuições ressaltam a importância de promover uma abordagem multidimensional da acessibilidade, que junte inovação tecnológica, políticas públicas eficazes e compromisso institucional com a inclusão.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa adota uma abordagem qualitativa de caráter exploratório, com foco na avaliação técnica de interfaces móveis. A investigação parte da identificação da escassez de parâmetros práticos que traduzem diretrizes universais de acessibilidade (como a WCAG) para o contexto específico de usabilidade sob condições de baixa visão em aplicativos de transporte sob demanda. O enunciado investigativo que norteia este trabalho busca compreender em que medida a ausência de padronização nos elementos de interface de aplicativos de mobilidade urbana compromete a autonomia do usuário com baixa visão e como critérios de *design* podem mitigar esses obstáculos.

Para responder a essa questão, o percurso metodológico foi dividido em três etapas principais: levantamento bibliográfico, seleção de plataformas e avaliação técnica comparativa. Foram selecionados para análise os aplicativos mais proeminentes no cenário nacional dentre

essa modalidade, sendo eles 99 (antigo 99 Táxi), ClickBus, InDrive, BlaBlaCar e Uber. A avaliação técnica concentrou-se no fluxo principal do usuário: abertura do *app*, inserção do destino, seleção da modalidade de viagem e visualização do resumo do trajeto.

Os critérios de avaliação foram estabelecidos com foco em requisitos essenciais para baixa visão baseados na literatura clássica de *UX Design*, e para conferir rigor à análise, a sistematização dos resultados foi realizada por meio de um sistema de pontuação para cada quesito avaliado. Este sistema de pontos foi formulado tendo como base o esquema avaliativo para testes de interface apresentado por Shneiderman (2005) no capítulo 4 da quarta edição de sua obra *Designing the User Interface* (2005).

A pontuação atribuída a cada quesito avaliado foi estabelecida por meio da média aritmética arredondada de três avaliações independentes, pontuando entre 0 (Muito Ruim/Inexistente) e 5 (Satisfatório) dependendo do seu desempenho. Duas dessas avaliações foram conduzidas pelos autores, com fundamentação técnica pautada estritamente na literatura base de *UX Design*. A terceira avaliação foi realizada por um usuário com retinopatia — especificamente com perda progressiva da visão central decorrente da Doença de Stargardt. A comparação entre os aplicativos apresenta a soma da nota de todos os critérios, ilustrando de forma clara o desempenho total e individual.

2.1 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

2.1.1 Adaptabilidade de Fontes

Avalia se o texto escala de forma fluida ao ser ativado o recurso de ampliação do sistema operacional.

- **Nota 5:** O texto amplia sem quebras de *layout*, sem sobreposição e sem ocultar informações essenciais.
- **Nota 0:** O aplicativo ignora a configuração de ampliação do sistema ou o texto torna-se ilegível/inacessível ao ser ampliado.

2.1.2 Contraste de Cores

Analisa a distinção visual entre elementos de interface (texto/ícones) e o fundo.

- **Nota 5:** Alto contraste em todos os campos e botões, facilitando a leitura imediata sem esforço visual excessivo.
- **Nota 0:** Baixo contraste (exemplo: cinza sobre branco) em informações cruciais, impossibilitando a distinção de campos de preenchimento.

2.1.3 Suporte ao Modo Escuro

Verifica a disponibilidade e eficácia da inversão cromática para usuários com fotossensibilidade.

- **Nota 5:** Oferece modo escuro nativo que mantém o contraste adequado e reduz o brilho sem comprometer a hierarquia visual.
- **Nota 0:** Inexistência de modo escuro ou aplicação inconsistente que prejudica a visibilidade dos elementos.

2.1.4 Botões/Caixas de Texto

Observa se as áreas de interação permanecem clicáveis e visíveis sob ampliação.

- **Nota 5:** Botões grandes, com rótulos claros e áreas de toque preservadas mesmo em níveis altos de *zoom*.
- **Nota 0:** Botões que desaparecem da tela ou tornam-se excessivamente pequenos/distorcidos ao aplicar a escala de fontes.

2.1.5 Consistência Visual (Previsibilidade)

Analisa a intuitividade do fluxo de navegação.

- **Nota 5:** Interface previsível, seguindo padrões de *design* consolidados, permitindo o uso sem necessidade de auxílio ou aprendizado complexo.
- **Nota 0:** Interface caótica, com mudanças bruscas de padrão entre telas que geram desorientação no usuário.

2.1.6 Funcionamento do Leitor de Tela

Verifica a compatibilidade da interface com tecnologias assistivas (*TalkBack/VoiceOver*).

- **Nota 5:** Todos os elementos possuem etiquetas (*labels*) corretas e a ordem de leitura segue a lógica da interface.
- **Nota 0:** Elementos não rotulados ou focos do leitor que ficam "presos" em áreas irrelevantes da tela.

3. RESULTADOS

Nesta seção, serão apresentados os resultados obtidos a partir da análise de acessibilidade nos aplicativos de mobilidade urbana 99, ClickBus, inDrive, BlablaCar e Uber. Os testes serão realizados em um dispositivo com sistema operacional Android 12, configurado com tamanho máximo de fonte e texto em alto contraste. A avaliação buscará identificar aspectos que facilitam ou dificultam o uso dos aplicativos por pessoas com baixa visão tendo como pontos focais os requisitos previamente esclarecidos.

3.1 APLICATIVO 99

Foi verificado que o aplicativo 99 apresenta limitações importantes quanto à adaptação de interface diante do aumento de fonte. É possível observar palavras cortadas em algumas seções, como a seção onde o usuário pode definir endereços mais utilizados com apelidos como “Casa” ou “Trabalho”, uma ferramenta que facilitaria o uso porém é difícil de ser localizado devido a forma que reage ao aumento da fonte.

Nota-se também o uso de cores com pouco contraste, como branco, amarelo e verde, dificultando a legibilidade. Além de não apresentar a opção de ativar o Modo Escuro, o que possivelmente atrapalha o uso por usuários com fotossensibilidade.

Outra característica negativa é a existência de anúncios *Pop-Up* de cupons e *cashback*, o que prejudica a previsibilidade no uso do aplicativo, além de afetar o Leitor de Tela ao gerar informações extras a serem processadas pelo *software*.

Como aspecto positivo, foi observado que o ícone para inserção de destino possui tamanho adequado e boa visibilidade. Entretanto, essa característica não se mantém de forma uniforme nas demais telas, que retornam ao uso de fontes pequenas e pouco acessíveis.

3.2 APLICATIVO CLICKBUS

Como visto acima, constatou-se que o aumento da fonte não provocou quebras de *layout* no aplicativo, resultando em textos legíveis em caixas de texto adaptáveis, especialmente nos campos de origem, destino e tipo de passagem. Porém, em outras seções do aplicativo, é possível notar que a cor acinzentada e o peso da fonte (*font-weight*) escolhida comprometem a

visualização. Os ícones que direcionam á outras abas também não apresentam uma cor forte o bastante para uma leitura confortável.

O aplicativo possui dois empecilhos em comum com o anteriormente citado 99, são eles a falta de um Modo Escuro e a existência de anúncios em *Pop-Up*, porém em menor quantidade, o que interfere menos no fluxo de uso e no funcionamento do Leitor de Tela.

3.3 APLICATIVO INDRIVE

O aplicativo *inDrive* apresenta desempenho mais estável quanto à adaptação às configurações de acessibilidade. Ainda assim, são registradas frases incompletas em caixas de texto, representadas por reticências, prejudicando o funcionamento do Leitor de Tela. Apesar disso, não foram observados vazamentos de conteúdo que ultrapassem os limites da interface e nem dificuldades quanto ao peso e cor das fontes.

Os principais pontos positivos incluem bom contraste de cores, interface da *Home* com baixa densidade de informações, disponibilidade do Modo Escuro e ícones com dimensões adequadas, características que colaboram para uma navegação mais clara por parte de usuários com acuidade visual reduzida.

3.4 APLICATIVO BLABLACAR

No *BlaBlaCar*, observa-se que as telas de busca de viagens, sugestões de endereços e resultados de rotas apresentam boa legibilidade, devido ao peso e tamanho da fonte, e organização. Entretanto, são verificados cortes em categorias de filtro, ícones com tamanho reduzido para identificação do tipo de veículo, e ícones de características do motorista com baixo contraste, o que exige cliques adicionais para obter informações claras.

Uma vez mais se faz presente a falta da opção Modo Noturno, assim como a dinâmica do aplicativo pode se tornar complexa com a necessidade de trocas de texto entre motorista e passageiro onde inexiste a possibilidade de fazer envios de gravações de áudios, assim afetando sua usabilidade significativamente.

3.5 APLICATIVO UBER

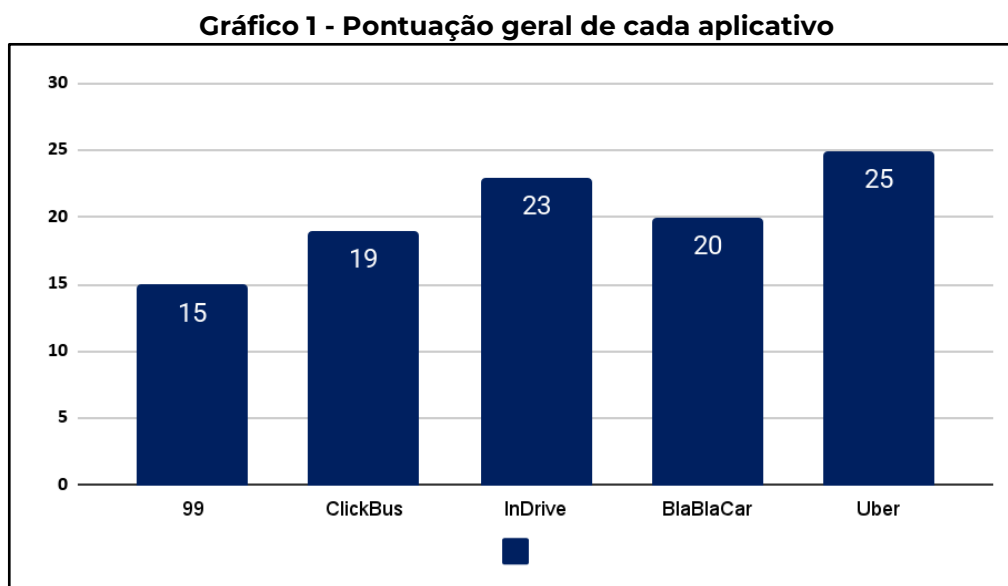
A análise do aplicativo Uber evidencia a presença de fontes demasiado finas, mesmo com o celular configurado com o realce de fontes, assim como baixo contraste em alguns poucos ícones. No geral, as cores minimalistas facilitam a compreensão visual, assim ampliando a usabilidade como um todo.

Entretanto, as configurações de acessibilidade existentes no aplicativo mostram-se bastante avançadas em comparação com os demais analisados, apresentando atenção que abrange as necessidades de mais de um tipo de deficiência.

Entre os pontos positivos, destaca-se a implementação do “Modo Simples”, que reduz a quantidade de elementos visuais, prioriza informações essenciais, amplia fontes e caixas de texto, mostrando-se benéfico para usuários com baixa visão, tendo sido projetado para auxiliar uma ampla gama de pessoas.

Este modo de uso garante uma experiência mais confortável e rápida para um usuário com baixa visão, um ponto diferencial na análise dos requisitos levantados.

3.6 ANÁLISE COMPARATIVA



Fonte: elaboração própria (2026).

É revelada uma disparidade significativa na maturidade digital das plataformas, com Uber e inDrive apresentando soluções mais robustas para a escalabilidade textual sem comprometer a integridade do *layout*. Enquanto a Uber se destaca pela síntese de elementos no "Modo Simples", o inDrive assegura a navegabilidade por meio de uma densidade informativa reduzida e suporte nativo ao Modo Escuro. Tais abordagens mitigam barreiras de interação, demonstrando que a previsibilidade e o dimensionamento generoso de controles são importantes para a autonomia de usuários com restrições de acuidade visual.

Em contrapartida, falhas estruturais persistem em aplicativos como 99, ClickBus e BlaBlaCar, onde a ausência de temas noturnos e a baixa taxa de contraste em ícones e fontes finas geram fadiga visual. O truncamento de informações e a sobreposição de camadas (*Pop-Up*) fragmentam a experiência e obstruem a leitura pelos *softwares* de assistência. Essa falta de uniformidade nas diretrizes de *design* evidencia que o suporte a caracteres robustos e a organização estável das telas ainda não são requisitos plenamente consolidados no ecossistema de transporte e viagens.

3.7. DISCUSSÃO

A análise comparativa dos aplicativos de mobilidade urbana revela que a acessibilidade para usuários com baixa visão ainda é tratada de forma assistemática, confirmando a "lacuna crítica" e a "negligência" mencionadas na literatura. Embora existam normas técnicas claras, como a WCAG 2.2, a aplicação prática nos aplicativos analisados demonstra uma desconexão entre as diretrizes de *design* e a experiência real do usuário. (Ênfase minha)

3.7.1 A Dialética entre Universalidade e Barreiras de Interface

Os resultados obtidos com os aplicativos Uber e inDrive corroboram a tese de Shneiderman (2005) sobre a importância da "universalidade" no *design*. O "Modo Simples" da Uber e a baixa densidade de informações do inDrive funcionam como ferramentas de inclusão que reduzem as barreiras cognitivas e físicas, permitindo que a tecnologia cumpra seu papel de mediadora da autonomia. Esta simplificação visual atende diretamente ao princípio de que a interface deve ser intuitiva e óbvia, poupando o usuário de "decifrar" a navegação, como defendido por Krug (2014). Por outro lado, as limitações severas encontradas no aplicativo 99 representam uma violação direta dos critérios de operabilidade e perceptibilidade da WCAG

2.2. Esses obstáculos técnicos fragmentam a experiência do usuário e criam o que a literatura identifica como barreiras que impedem o "senso comum" na interação digital.

3.7.2 Impactos na Autonomia e Cidadania Digital

A falta de uniformidade nas diretrizes de *design*, observada especialmente no ClickBus e no BlaBlaCar, reforça o argumento de Santos e Roland (2023) de que a igualdade de oportunidades exige mais do que avanços legais, requer uma mudança cultural nas instituições e empresas de tecnologia. A persistência de baixos contrastes e fontes inadequadas não é apenas uma falha técnica, mas um fator de exclusão que restringe a mobilidade e a cidadania digital.

Além disso, a frustração gerada por interfaces caóticas, como visto no fluxo de filtros do BlaBlaCar, dialoga com os achados de Ran et al. (2025) sobre os efeitos psicológicos negativos da exclusão digital. Quando o usuário é forçado a adotar estratégias adaptativas complexas para realizar uma tarefa simples, como reservar uma viagem, a tecnologia deixa de ser um meio de inclusão e passa a ser um vetor de fadiga visual e desorientação.

3.7.3 UX Design como forma de Mitigação

Diante das falhas críticas identificadas — como baixo contraste, truncamento de textos e instabilidade de layout —, as estratégias de mitigação buscam alinhar a prática observada ao referencial de design inclusivo. Inicialmente, a otimização da perceptibilidade visual exige a aplicação rigorosa das WCAG 2.2, adotando contrastes mínimos de 7:1 para textos e 4,5:1 para componentes essenciais, garantindo a inclusão via método *UX* (GARBIM; DIAS; MOUCO JUNIOR, 2023). Complementarmente, a robustez da interface deve ser assegurada pelo uso de unidades relativas e layouts responsivos que suportem o escalonamento de fontes sem perda de funcionalidade, promovendo a previsibilidade defendida por Krug (2014). A redução da carga cognitiva pode ser viabilizada por interfaces simplificadas que, a exemplo do "Modo Simples" do Uber, priorizem elementos centrais e ocultem distrações visuais, seguindo as premissas de interação eficaz de Shneiderman (2005). Por fim, a estabilidade e a consistência de elementos interativos mitigam a desorientação em fluxos complexos; ao padronizar ícones e gestos de navegação, o desenvolvedor promove a autonomia digital e evita os vetores de exclusão social e psicológica alertados por Ran et al. (2025).

3.7.4 Limitações do Estudo

Devem ser levadas em consideração as limitações do estudo, uma vez que a avaliação foi feita apenas em cinco dos aplicativos mais populares da categoria, utilizando apenas os recursos visuais iniciais, sem engajar em nenhum serviço que exigisse gasto monetário, limitando as possíveis funções a serem examinadas. Além do fato dos testes terem sido exclusivos ao sistema operacional Android.

3.7.5 Propostas para pesquisas futuras

Considerando a natureza exploratória deste trabalho e as limitações observadas no escopo da avaliação, sugerem-se caminhos para investigações subsequentes. Primeiramente, recomenda-se a realização de testes de usabilidade com usuários reais, permitindo a coleta de dados qualitativos e a observação de comportamentos em situações reais de uso, como a navegação em ambientes externos sob diferentes condições de luminosidade.

Adicionalmente, propõe-se a expansão da análise para o fluxo completo de utilização dos serviços, engajando em etapas que envolvam transações financeiras e a identificação do veículo no momento da chegada, onde a precisão visual é crítica. Outro campo promissor para pesquisas futuras reside na comparação de desempenho de acessibilidade entre os sistemas Android e iOS, bem como o estudo do impacto de novas tecnologias, como assistentes de voz integrados e reconhecimento de imagens por inteligência artificial, na superação de barreiras enfrentadas por estes usuários.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo mostrou que a acessibilidade em aplicativos de transporte precisa de avanços significativos. Embora existam leis e regras de *design* inclusivo, a prática mostra que as necessidades de quem tem baixa visão nem sempre são priorizadas pelas empresas no desenvolvimento de seus *softwares*.

Durante a análise, ficou claro que existe uma diferença grande entre as plataformas. Aplicativos como Uber e inDrive se destacam positivamente ao oferecerem opções como o "Modo Simples" e boa adaptação de textos. Por outro lado, ferramentas como o 99 e o ClickBus ainda apresentam falhas graves, como textos que ficam cortados quando aumentados, falta de contraste e ausência de um modo escuro eficiente, o que dificulta muito o uso por pessoas com limitações visuais.

Portanto, o papel do *UX Design* é fundamental. Não se trata apenas de estética, mas de garantir que o aplicativo seja funcional para todos. Ajustes simples na escala das fontes, no contraste das cores e no suporte a tecnologias assistivas são essenciais para dar autonomia e segurança ao usuário. Espera-se que este trabalho ajude desenvolvedores e *designers* a enxergarem a acessibilidade como uma parte obrigatória do projeto, garantindo que a tecnologia seja, de fato, um meio de inclusão para todos na mobilidade urbana.

REFERÊNCIAS

- ELER, M. M. et al. Analyzing Accessibility Reviews Associated with Visual Disabilities or Eye Conditions. In: CHI CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS (CHI '23). New York: ACM, 2023. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3544548.3581315>. Acesso em: 22 mar. 2026.
- GARBIM, Daniele F. Z.; DIAS, Glória C. R.; MOUCO JUNIOR, Emerson A. Acessibilidade para pessoas com baixa visão e deficiência visual usando o método UX. In: SIMPÓSIO DE TECNOLOGIA DA FATEC JALES, 7., 2023, Jales. **Anais [...]**. Jales: Fatec Jales, 2023. Disponível em: <https://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/16655>. Acesso em: 03 out. 2025.
- KRUG, Steve. Don't Make Me Think, Revisited: A Common Sense Approach to Web Usability. 3. ed. Estados Unidos: New Riders Press, 2014.
- RAN, Zihe *et al.* How users who are blind or low vision play mobile games: perceptions, challenges, and strategies. In: CHI CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, 2025, Yokohama. **Proceedings [...]**. New York: ACM, 2025. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/3706598.3714205>. Acesso em: 03 out. 2025.
- SANTOS, Brenda Stéfany de Sá; ROLAND, Carlos Eduardo de França. Acessibilidade digital: um estudo de caso no curso de ADS da Fatec Franca. **Revista EduFatec**: Educação, Tecnologia e Gestão, Franca, v. 2, n. 6, p. 125–133, ago./dez. 2023. Disponível em: <https://revistaedufatec.fatecfranca.edu.br/wp-content/uploads/2024/04/edufatec-n06v2a08.pdf>. Acesso em: 03 out. 2025.
- SHNEIDERMAN, Ben; PLAISANT, Catherine. Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-computer Interaction. Estados Unidos: Addison Wesley, 2005.

Inteligência artificial na educação superior: potenciais, desafios e percepções estudantis



Artificial intelligence in higher education: potential, challenges, and student perceptions.

Melissa Evelyn Francisco 

Fatec Praia Grande
melissaevelyn28@gmail.com

Anderson Valentino Bozzo 

Fatec São Paulo
analistaandersonbozzo@gmail.com

Revista Processando o Saber

eISSN 2179-5150 · Vol 18, n. 01, 2026
Multidisciplinar · DOI · Revisão por pares

Faculdade de Tecnologia Praia Grande – FATEC

Periodicidade: Anual
revista@fatecpg.edu.br

Recebido: Jan 2026

Aceito: Mar 2026

Publicado: Jun 2026

URL: <https://www.fatecpg.edu.br/revista/index.php/ps/article/view/455>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.20074493>



RESUMO

Este artigo analisa o potencial e os desafios da aplicação da Inteligência Artificial (IA) na educação, com foco no ensino superior tecnológico. A pesquisa combina uma revisão bibliográfica sobre fundamentos, evolução histórica e aplicações contemporâneas da Inteligência Artificial. Além disso, desenvolveu-se um estudo empírico envolvendo estudantes dos cursos de Análise e Desenvolvimento de Sistemas (ADS) e Desenvolvimento de Software Multiplataforma (DSM) da FATEC Praia Grande. Os dados coletados por meio de questionário evidenciam que a maioria dos alunos utiliza ferramentas de IA regularmente e reconhece benefícios como personalização da aprendizagem, apoio à pesquisa, automação de tarefas e ampliação do acesso ao conhecimento. Entretanto, também foram identificadas preocupações relacionadas à privacidade, à confiabilidade dos algoritmos, aos impactos éticos e ao risco de dependência tecnológica. Os resultados reforçam que a adoção da IA na educação demanda políticas institucionais, formação docente e práticas responsáveis de uso. O presente estudo aponta para o potencial transformador da IA, desde que aplicada de forma crítica, ética e complementar ao papel humano na mediação pedagógica.

PALAVRAS-CHAVE: Inteligência Artificial; Educação; Tecnologia; Aprendizagem; Ética.

ABSTRACT

This article analyzes the potential and challenges of applying Artificial Intelligence (AI) in education, with a focus on technological higher education. The study combines a bibliographic review on the foundations, historical evolution, and contemporary applications of Artificial Intelligence. In addition, an empirical study was conducted involving students from the programs of Systems Analysis and Development (ADS) and Multiplatform Software Development (DSM) at FATEC Praia Grande. Data collected through a questionnaire indicate that most students regularly use AI tools and recognize benefits such as the personalization of learning, support for research, task automation, and the expansion of access to knowledge. However, concerns were also identified regarding privacy, the reliability of algorithms, ethical impacts, and the risk of technological dependence. The results reinforce that the adoption of AI in education requires institutional policies, teacher training, and responsible practices of use. The present study points to the transformative potential of AI, provided that it is applied in a critical, ethical, and complementary manner to the human role in pedagogical mediation.

KEY-WORDS: Artificial Intelligence; Education; Technology; Learning; Ethics.

INTRODUÇÃO

A Inteligência Artificial (IA) trata de um campo interdisciplinar que representa combinação entre estatística, matemática e ciência da computação, visando criar sistemas capazes de executar tarefas que, embora rotineiras e comuns para humanos, exigem processamento complexo de dados por computadores. Em suma, a IA busca simular processos cognitivos — como raciocínio, aprendizagem e tomada de decisão — em diferentes contextos (Kaplan & Haenlein, 2019).

Nos últimos anos, a presença da IA no ensino superior tem se intensificado, refletindo o movimento global de transformação digital que atravessa não apenas universidades, mas toda a sociedade, um exemplo é o projeto premiado na categoria universitária do *Intel AI Global Impact Festival 2024*, na FATEC Registro, que desenvolveu um aplicativo inovador que utiliza IA para identificar Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs), como o Inhame, destacando a aplicação prática da IA em soluções sustentáveis e inovadoras (FATEC, 2024).

Além disso, estudos recentes apontam que a IA pode tornar o processo de aprendizagem mais dinâmico e acessível, oferecendo retorno imediato e identificando dificuldades antes que se tornem obstáculos maiores — segundo a pesquisa da ABMES de 2024, 71% dos estudantes brasileiros usam IA frequentemente, com 29% diariamente e 42% semanalmente (ABMES, 2024).

Entretanto, é necessário ressaltar que há questões éticas, como a proteção de dados sensíveis dos estudantes, consideradas essenciais quando plataformas digitais armazenam informações detalhadas de desempenho e comportamento online (UNESCO, 2021). Ao mesmo tempo, existem preocupações pedagógicas relacionadas à preparação dos professores para lidar com essas ferramentas, bem como o risco, em alguns casos, de aprofundamento das desigualdades entre instituições com diferentes níveis de infraestrutura tecnológica.

Dados do IBGE de 2024 mostram que apenas 31,3% da população tem ensino médio completo. Além disso, cerca de um terço das escolas públicas carece de acesso pleno a tecnologias, o que agrava o fosso digital (IBGE, 2024).

Nesse contexto, de acordo com os autores Azambuja & Silva (2024) pesquisadores alertam que, embora a IA ofereça oportunidades para personalizar o ensino e desenvolver novas metodologias, ela não deve ser encarada como solução universal para os problemas educacionais, bem como políticas institucionais claras e inclusivas são fundamentais para garantir que seu uso seja ético, equitativo e que preserve o papel central da formação crítica e criativa do estudante universitário.

Diante deste cenário, se formula o seguinte problema de pesquisa: De que maneira a Inteligência Artificial (IA) tem sido utilizada por estudantes de cursos tecnológicos no cotidiano do ensino superior, e quais percepções, expectativas e desafios emergem desse processo?

Considerando esses aspectos, a presente pesquisa visa adotar uma abordagem bibliográfica, com a análise de artigos científicos, livros e pesquisas sobre IA na educação superior. Além disso, adota-se uma abordagem empírica por meio de um formulário digital aplicado a 30 estudantes da FATEC Praia Grande, entre outubro e novembro de 2025.

O objetivo deste estudo é compreender as percepções, expectativas e desafios enfrentados na integração da Inteligência Artificial no contexto acadêmico de estudantes de cursos tecnológicos da FATEC Praia Grande, discutindo seus potenciais e limites como aliada no ensino superior, de modo a apontar caminhos éticos e pedagógicos para sua aplicação, estabelecendo um diálogo entre evidências teóricas e experiências concretas. O diferencial deste estudo reside no recorte empírico adotado, centrado na percepção desses discentes, em um contexto ainda pouco explorado na literatura nacional.

1. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente estudo é de caráter qualitativo, combinando a pesquisa bibliográfica e com a coleta de dados empíricos, com o intuito de analisar os potenciais e desafios do uso da Inteligência Artificial (IA) no ensino superior, considerando os aspectos pedagógicos, éticos e tecnológicos.

A fundamentação teórica foi desenvolvida por meio de uma revisão bibliográfica, abrangendo livros e artigos publicados entre 2010 e 2024, disponíveis em periódicos nacionais e internacionais. Foram priorizadas publicações indexadas em bases como SciELO, Scopus, Google Scholar e CAPES Periódicos, selecionadas e segregadas conforme critérios de relevância temática para extração de informações úteis à conclusão final, bem como pesquisas empíricas e ensaios teóricos.

Destacam-se, entre os autores analisados, Kaplan e Haenlein (2019), Costa Júnior et al. (2023), Azambuja e Silva (2024) e Ferreira (2024), cujas contribuições oferecem diferentes perspectivas sobre o impacto da IA na educação superior.

A coleta de dados ocorreu por meio de um formulário online (Google Forms), aplicado a 30 estudantes da Faculdade de Tecnologia (FATEC) de Praia Grande entre 2 de outubro e 30 de novembro de 2025, com o objetivo de captar percepções, experiências e expectativas dos

discentes em relação ao uso da IA em atividades acadêmicas, incluindo benefícios percebidos e desafios enfrentados.

A aplicação do questionário ocorreu de forma estritamente anônima, não sendo solicitados ou armazenados dados sensíveis ou identificáveis que pudessem comprometer a privacidade dos discentes. Dessa forma, assegurou-se a confidencialidade das informações e o respeito à autonomia dos sujeitos, em alinhamento com os preceitos da Resolução CNS nº 510/2016, visando exclusivamente fins acadêmicos.

A pesquisa foi realizada por meio de duas etapas complementares:

1. **Análise bibliográfica** – identificação das principais práticas, oportunidades e limitações relacionadas ao uso da IA no ensino superior, conforme relatado na literatura científica.
2. **Coleta de dados empíricos** – compreensão das percepções dos estudantes sobre a presença da IA em seu processo formativo, permitindo confrontar evidências teóricas com experiências reais.

A análise dos dados é realizada por meio de uma perspectiva interpretativa, isso é, buscando identificar padrões, tanto nos estudos revisados quanto nas respostas obtidas via questionário, permitindo a articulação da teoria com a prática vivenciada pelos mesmos, oferecendo uma compreensão mais rica e contextualizada sobre os impactos da IA na formação universitária.

2. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: ORIGEM E CONCEITOS FUNDAMENTAIS

A ideia de máquinas capazes de pensar ou agir de forma inteligente já aparecia na cultura popular antes da era dos computadores, como no clássico filme *Metrópolis* (1927), que retratava uma “máquina humana” (Nilsson, 2010), contudo do ponto de vista científico, o marco inicial foi somente com o trabalho de Warren McCulloch e Walter Pitts (1943), que propuseram o primeiro modelo matemático de rede neural artificial, abrindo caminho para a compreensão formal da cognição mecânica.

Poucos anos depois, Alan Turing (1950) publicou *Computing Machinery and Intelligence* (Máquinas Computacionais e Inteligência), propondo o célebre Teste de Turing, destinado a avaliar se a máquina poderia exibir comportamento indistinguível do humano.

No entanto o termo “Inteligência Artificial” surgiu oficialmente na proposta de John McCarthy, Marvin Minsky, Nathaniel Rochester e Claude Shannon para a Conferência de

Dartmouth (1956), considerada o fundador da área, uma vez que nesse evento, Allen Newell e Herbert Simon (1956) apresentaram o Logic Theorist, o primeiro programa capaz de simular raciocínio humano em resolução de problemas complexos.

Contudo, a evolução da IA não foi linear, entre os anos 1970 e 1980, os sistemas especialistas, que aplicavam bases de conhecimento e mecanismos de inferência em áreas como medicina e engenharia, dominaram a cena acadêmica e industrial (Russell & Norvig, 2010).

Em 1997, ocorreu um salto emblemático, quando o computador Deep Blue, da IBM, venceu o campeão mundial de xadrez Garry Kasparov, demonstrando o avanço dos algoritmos e da capacidade computacional (Hoane & Hsu, 2002).

Mas, com a popularização e o aumento do poder de processamento nos anos 2000, a IA ressurgiu em escala global, por meio de técnicas de aprendizado de máquina (machine learning) e aprendizado profundo (deep learning), que passaram a ser aplicadas em recomendações digitais, diagnósticos médicos e assistentes virtuais, permitindo que sistemas “aprendessem” por meio de dados, sem uma programação explícita (Goodfellow, Bengio & Courville, 2016).

Nos últimos anos, algumas áreas da Inteligência Artificial ganharam destaque significativo. Entre elas, destaca-se o Processamento de Linguagem Natural (PLN), cujo objetivo é permitir que os sistemas interpretem e respondam à linguagem humana, com aplicações que vão desde robôs de conversação educacionais (chatbots) até assistentes virtuais em cursos online.

Outro campo relevante é a Visão Computacional, que se expandiu para além da indústria, sendo utilizada na análise de exames médicos e no monitoramento de segurança. Soma-se a esse cenário a Internet das Coisas (IoT), responsável por conectar dispositivos inteligentes, gerar grandes volumes de dados processados em tempo real e permitir a automação e a tomada de decisão em diferentes contextos (Henning et al., 2023).

No Brasil, tecnologias como o PLN e a análise de dados educacionais vêm sendo exploradas em contextos acadêmicos. Entre as aplicações, incluem-se sistemas que monitoram o engajamento dos estudantes em aulas online e ajustam atividades de acordo com o desempenho individual (Ferreira et al., 2024).

Esse movimento é corroborado pela Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial (EBIA), que busca reter talentos em TIC e promover equipes diversificadas (BRASIL, 2021).

Ainda que persistam desigualdades, evidencia-se que a aplicação da IA não é apenas técnica. Trata-se também de um fenômeno social e pedagógico, que exige cuidado na implementação e na formação docente.

Segundo Kaplan e Haenlein (2019, p. 15), a IA é “a capacidade de um sistema interpretar corretamente dados externos, aprender a partir desses dados e utilizar esse conhecimento para atingir objetivos específicos por meio de adaptação flexível”. Em contrapartida, para Davenport e Kirby (2016), a IA deve ser encarada como tecnologia complementar, expandindo a cognição humana, não como sua substituta.

Além disso, segundo Kaplan e Haenlein (2019) classificam a IA em três níveis: Fraca (*narrow AI*), voltada a tarefas específicas; Forte (*general AI*), capaz de replicar a inteligência humana de forma ampla; e superinteligente, que ultrapassaria a cognição humana. Atualmente, o ensino superior utiliza principalmente IA fraca, em sistemas de tutoria inteligente, análise de dados e robôs de conversação educacionais (chatbots), mas debates éticos e pedagógicos se ampliam quando se considera o futuro de tecnologias mais avançadas (UNESCO, 2021).

3. POTENCIAIS DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COMO ALIADA NO ENSINO SUPERIOR

A integração da Inteligência Artificial (IA) no ensino superior tem se consolidado como um importante vetor de transformação pedagógica e institucional. Pesquisas recentes apontam que essa tecnologia apresenta múltiplos potenciais, que vão desde a personalização da aprendizagem até a democratização do acesso ao conhecimento, passando pela automação de processos administrativos e pelo fortalecimento da pesquisa acadêmica.

Nesse cenário, a universidade contemporânea encontra-se diante da oportunidade de reconfigurar suas práticas, tornando-se mais inclusiva, inovadora e eficiente (Henning et al., 2023).

3.1 PERSONALIZAÇÃO, INCLUSÃO E APOIO À DOCÊNCIA

Um dos principais ganhos proporcionados pela IA está relacionado à possibilidade de personalizar o processo de ensino-aprendizagem, por meio de sistemas baseados em algoritmos de aprendizado de máquina, que são capazes de identificar o ritmo, o estilo e as necessidades individuais dos estudantes, ajustando conteúdos e avaliações de forma adaptativa (Rios Mariz et al., 2024).

Essa abordagem permite que o corpo discente aprenda segundo sua própria trajetória cognitiva, contribuindo para a redução de lacunas de conhecimento e para o aumento da

motivação, por meio de plataformas adaptativas e tutores inteligentes que já vêm apresentando resultados expressivos nesse sentido, ao oferecer retorno imediato (*feedback*), recomendações de estudo personalizadas e acompanhamento contínuo do progresso acadêmico (Henning et al., 2023).

Ao mesmo tempo, a IA se coloca como parceira do professor, através de tecnologias educacionais baseadas em dados podem auxiliar no diagnóstico precoce de dificuldades de aprendizagem e na identificação de estudantes em risco de evasão, favorecendo intervenções mais rápidas e assertivas. Além disso, a automação de tarefas repetitivas, como a correção de avaliações objetivas ou a organização de relatórios acadêmicos, libera tempo para que os docentes se dediquem a atividades de maior valor formativo, como a orientação crítica e criativa de seus alunos (Almeida et al., 2025).

Outro aspecto relevante refere-se à democratização do acesso ao ensino superior, uma vez que ferramentas de tradução automática, assistentes virtuais e robôs de conversação educacionais podem contribuir para a inclusão de estudantes de diferentes contextos socioeconômicos e linguísticos, ampliando o alcance da educação e reduzindo barreiras históricas (Azambuja & Silva, 2024).

No campo do ensino a distância, a IA tem um papel fundamental na criação de ambientes virtuais mais interativos e responsivos, capazes de simular a experiência de acompanhamento individualizado antes restrita ao ensino presencial (Holmes; Bialik; Fadel, 2019).

No âmbito da pesquisa acadêmica, o impacto da IA também se mostra um campo promissor, uma vez que os sistemas de aprendizado de máquina viabilizam a análise de grandes bancos de dados, identificando padrões ocultos e apoiando a formulação de novas hipóteses. Além disso, assistentes digitais especializados na escrita científica podem contribuir para a melhoria da clareza, da coerência e da precisão textual, reforçando a qualidade das produções acadêmicas (Ferreira et al., 2024).

Diante dessa perspectiva, a Inteligência Artificial apresenta-se como uma ferramenta multifuncional capaz de apoiar a personalização da aprendizagem, fortalecer a atuação docente, promover a inclusão, ampliar o acesso ao ensino superior, otimizar a gestão universitária e impulsionar a inovação científica. Uma vez aplicada de forma ética e estratégica, essa tecnologia tem potencial não apenas para elevar a qualidade do ensino, mas também para tornar a universidade um espaço mais democrático, eficiente e inovador.

4. DESAFIOS E LIMITAÇÕES ÉTICAS, PEDAGÓGICAS E TECNOLÓGICAS

Embora a Inteligência Artificial (IA) apresente grande potencial para transformar o ensino superior, sua incorporação às universidades não ocorre sem tensões. As discussões em torno do tema envolvem aspectos éticos, pedagógicos, tecnológicos e sociais, exigindo uma análise cuidadosa sobre como essas ferramentas devem ser aplicadas de forma responsável e alinhada aos valores democráticos da educação (Ferreira et al., 2024; Mariz et al., 2024).

4.1. DILEMAS ÉTICOS, PEDAGÓGICOS E ESTRUTURAIS

Do ponto de vista ético, um dos principais problemas refere-se ao uso e à proteção de dados pessoais dos estudantes, uma vez que as plataformas que operam com algoritmos de IA coletam informações detalhadas sobre desempenho acadêmico, interações em ambientes digitais e até padrões de comportamento, o que gera riscos relacionados à privacidade, à vigilância e ao uso indevido dessas informações (Henning et al., 2023).

Com isso, a falta de regulamentações claras e a opacidade de muitos algoritmos agravam esse cenário, dificultando a transparência e a responsabilização, além disso, há o perigo de que vieses embutidos nos sistemas reforcem desigualdades sociais, econômicas e culturais, comprometendo a equidade na aprendizagem (Holmes; Bialik; Fadel, 2019).

No campo pedagógico, a presença da IA exige repensar o papel do professor, uma vez que existe o risco de que, em alguns contextos, a tecnologia seja vista como substituta e não como aliada do processo formativo, reduzindo a centralidade da mediação docente, somando isso a carência de capacitação tecnológica entre muitos educadores, que pode gerar resistência ou limitar o uso das ferramentas disponíveis (Azambuja & Silva, 2024).

Contudo, é necessário também considerar que a dependência excessiva de sistemas automatizados ameaça a autonomia intelectual dos estudantes, enfraquecendo a construção de competências críticas, criativas e sociais — dimensões indispensáveis à formação universitária (Mariz et al., 2024).

As barreiras tecnológicas e institucionais constituem outro eixo de dificuldade, por exemplo, muitas universidades, especialmente em países em desenvolvimento, ainda não dispõem de infraestrutura adequada, conectividade estável ou recursos financeiros suficientes para implementar soluções baseadas em IA de modo eficaz (Henning et al., 2023).

Além disso, a falta de padronização entre sistemas digitais e a ausência de interoperabilidade dificultam a integração em larga escala, reduzindo a eficiência das soluções propostas (Ferreira et al., 2024).

Nessa perspectiva, as implicações sociais e políticas merecem destaque, pois a adoção da IA tende a beneficiar inicialmente instituições com maior capacidade de investimento, o que pode aprofundar desigualdades educacionais e ampliar a distância entre universidades de elite e aquelas com menor financiamento (Rios Mariz et al., 2024).

Esse contexto reforça a urgência de políticas públicas e diretrizes institucionais que assegurem a utilização ética, inclusiva e democrática da tecnologia, evitando que a busca por eficiência se sobreponha ao compromisso social do ensino superior (Holmes; Bialik; Fadel, 2019).

Em síntese, os desafios que envolvem a IA no ensino superior podem ser agrupados em quatro dimensões centrais: ética, marcada por preocupações com privacidade e vieses algorítmicos; pedagógica, ligada à preservação do papel docente e à autonomia discente; tecnológica, que remete à infraestrutura e aos custos de implementação; e social-política, relacionada às desigualdades e à necessidade de regulamentações claras. Reconhecer essas limitações é fundamental para que a inovação tecnológica não se dissocie da responsabilidade social e do compromisso com uma educação de qualidade.

5. DISCUSSÃO

A análise dos dados obtidos por meio do formulário aplicado aos estudantes dos cursos de Análise e Desenvolvimento de Sistemas (ADS) e Desenvolvimento de Software Multiplataforma (DSM) da FATEC Praia Grande revela tendências que dialogam diretamente com a literatura contemporânea sobre a integração da Inteligência Artificial no ensino superior. A pesquisa contou com 30 participantes, dos quais 66,6% são homens e 33,3% mulheres, com predominância da faixa etária 21 a 25 anos (56,6%), seguida por estudantes de 26 a 30 anos (20%) e de acima de 30 anos (13,3%). Trata-se, portanto, de um público majoritariamente jovem adulto, inserido em cursos tecnólogos voltados às tecnologias digitais, o que, conforme apontam Henning et al. (2023), tende a favorecer maior familiaridade e abertura ao uso de IA.

Do ponto de vista acadêmico, observa-se que a IA já está incorporada de forma significativa à rotina dos estudantes: 53,3% afirmam utilizar IA diariamente, enquanto 40% utilizam semanalmente, totalizando um índice de 93,3% de uso frequente. Apenas 6,6%

afirmam usar raramente ou nunca. Esses valores são consistentes com o panorama nacional apresentado pela ABMES (2024), segundo o qual 71% dos estudantes brasileiros fazem uso recorrente de IA em atividades acadêmicas. Esse alinhamento demonstra que os alunos da FATEC reproduzem padrões de uso semelhantes aos encontrados nas instituições de ensino superior do país, reforçando o argumento de Kaplan e Haenlein (2019) de que a IA deixou de ser um recurso opcional para se tornar elemento estruturante das práticas educacionais contemporâneas.

Ao analisar as percepções sobre a personalização do ensino, observa-se que a maioria dos estudantes reconhece que a IA desempenha um papel significativo nesse processo, o que converge com os estudos de Rios Mariz et al. (2024), os quais apontam que sistemas adaptativos possuem potencial para identificar ritmos individuais de aprendizagem e fornecer retorno imediato (*feedback*).

Os estudantes associam a IA principalmente à capacidade de auxiliar na organização dos estudos, esclarecer dúvidas e oferecer alternativas de explicação de conteúdos, reforçando os achados de Henning et al. (2023) acerca de como essa tecnologia pode favorecer a autonomia e o engajamento discente.

Entretanto, embora reconheçam benefícios, os participantes também demonstram preocupação com riscos acadêmicos e cognitivos. Uma parcela expressiva identifica que a IA pode gerar dependência excessiva, prejudicando o desenvolvimento de competências críticas, percepção alinhada à de Holmes, Bialik e Fadel (2019), que alertam que o uso acrítico dessas ferramentas pode reduzir o esforço cognitivo e limitar a capacidade de resolução de problemas complexos.

Essa cautela revela que, mesmo em cursos tecnológicos, nos quais o domínio de ferramentas digitais é mais naturalizado, existe consciência sobre a necessidade de um uso ético e equilibrado, algo que a literatura enfatiza como fundamental para preservar a autonomia intelectual dos estudantes (Azambuja & Silva, 2024).

Nas questões relacionadas às implicações sociais, a maioria dos estudantes apontou que a IA tende a beneficiar instituições com maior capacidade de investimento em tecnologia, evidenciando desigualdades educacionais, uma leitura que reflete exatamente as discussões de Rios Mariz et al. (2024) e os dados do IBGE (2024), indicando que grande parte das instituições públicas ainda carece de infraestrutura suficiente para adoção plena de tecnologias avançadas. Este reconhecimento revela maturidade crítica e compreensão dos estudantes sobre o cenário nacional, reafirmando que a IA não pode ser desvinculada das questões socioeconômicas e estruturais que permeiam o ensino superior.

No que se refere às direções futuras de pesquisa, predominou entre os participantes a opção que destaca a necessidade de investigar como a IA pode apoiar a formação de competências críticas, criativas e éticas. Esse elemento é amplamente discutido por Davenport e Kirby (2016), que defendem que a IA deve atuar como extensão da cognição humana, não como sua substituição.

Essa preocupação aparece reiteradamente na bibliografia analisada, que destaca a necessidade de que o avanço tecnológico caminhe acompanhado de políticas institucionais e pedagógicas capazes de garantir um uso responsável, seguro e equitativo (UNESCO, 2021).

Assim, ao se confrontar as evidências empíricas com o referencial teórico, percebe-se que os estudantes da FATEC PG reconhecem simultaneamente o potencial da IA para aprimorar o processo de aprendizagem e os desafios éticos, pedagógicos e sociais associados à sua incorporação no ensino superior. Há clara aderência às tendências nacionais e internacionais, tanto no uso intensivo quanto nas preocupações com privacidade, autonomia e desigualdade, evidenciando que a realidade vivenciada pelos discentes da instituição reflete o cenário mais amplo discutido na literatura científica contemporânea.

Em síntese, os resultados confirmam que a IA ocupa hoje posição estratégica na formação acadêmica, podendo atuar como ferramenta poderosa para personalização, apoio docente e desenvolvimento de competências, desde que implementada com criticidade, ética e atenção às condições estruturais das instituições. A discussão reforça, portanto, a necessidade de políticas institucionais de formação docente, transparência algorítmica e inclusão digital, garantindo que os benefícios da IA sejam acessíveis a todos, sem comprometer a autonomia e a integridade do processo formativo.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo teve como objetivo analisar os potenciais e desafios da Inteligência Artificial (IA) no ensino superior, articulando contribuições teóricas recentes com dados empíricos coletados entre estudantes dos cursos de ADS e DSM da FATEC Praia Grande. Os resultados indicam que a IA já está integrada de maneira profunda e cotidiana ao processo formativo dos alunos, com 93,3% utilizando essas ferramentas diariamente ou semanalmente, o que sugere a transformação digital em curso no ambiente universitário e reforça os achados de autores como Kaplan e Haenlein (2019) e Henning et al. (2023).

Do ponto de vista pedagógico, observou-se que os estudantes reconhecem a IA como ferramenta capaz de personalizar a aprendizagem, promover autonomia e ampliar o acesso à informação, em consonância com perspectivas defendidas por Rios Mariz et al. (2024) e Ferreira et al. (2024). Esse reconhecimento evidencia que, quando utilizada de forma estratégica, a IA tem potencial para fortalecer processos de ensino-aprendizagem, apoiar o trabalho docente e otimizar práticas educacionais.

Entretanto, os dados também revelam um olhar crítico por parte dos participantes. Preocupações relacionadas à dependência excessiva, à perda de autonomia cognitiva, aos vieses algorítmicos e às desigualdades tecnológicas foram amplamente mencionadas, refletindo debates atuais presentes em autores como Holmes, Bialik e Fadel (2019) e Azambuja e Silva (2024).

Os estudantes demonstram compreender que a IA não é uma solução neutra ou universal. Seu uso exige postura ética, capacidade crítica e políticas institucionais que garantam transparência, privacidade e equidade. Outro ponto relevante refere-se à dimensão social. O reconhecimento de que a IA tende a priorizar instituições com maior investimento tecnológico evidencia a urgência de políticas públicas e institucionais que promovam inclusão digital e infraestrutura adequada, conforme discutido por IBGE (2024) e UNESCO (2021). Sem tais medidas, a adoção da IA corre o risco de aprofundar desigualdades históricas no ensino brasileiro, em vez de reduzi-las.

Dessa forma, as análises teóricas e empíricas convergem para um entendimento central: a IA possui grande potencial para ampliar a qualidade, eficiência e alcance do ensino superior, mas sua implementação precisa ser guiada por princípios éticos, pedagógicos e sociais sólidos. O uso consciente da tecnologia requer não apenas familiaridade técnica, mas também formação crítica voltada à compreensão de seus impactos e limitações.

Além das contribuições teóricas, este estudo oferece uma contribuição original ao analisar empiricamente a percepção de estudantes de cursos tecnólogos em uma instituição pública específica, a FATEC Praia Grande, contexto ainda pouco explorado na literatura sobre Inteligência Artificial na educação superior. Esse recorte permite evidenciar como a IA vem sendo incorporada em realidades formativas concretas, ampliando o debate para além de abordagens exclusivamente teóricas.

Portanto, este estudo indica que a IA deve ser compreendida como ferramenta complementar, capaz de apoiar processos educativos sem substituir a mediação humana, a reflexão crítica e a criatividade. Ressalta-se, contudo, que o número de participantes (30 alunos) não é suficiente para parecer conclusivo, formulando-se aqui uma hipótese favorável para uma

pesquisa mais robusta posteriormente, uma vez que este artigo não afirma definitivamente, apenas projeta uma hipótese futura para melhor investigação. A análise desenvolvida sugere que o avanço tecnológico só terá efeitos positivos duradouros se vier acompanhado de investimento em formação docente, políticas institucionais de governança digital, combate às desigualdades e incentivo à autonomia intelectual dos estudantes.

REFERÊNCIAS

- ABMES. Inteligência Artificial na Educação Superior. Brasília: ABMES, 2024. Disponível em:
<https://abmes.org.br/arquivos/pesquisas/ABMES_IA_NA_EDUCACAO_SUPERIOR.pdf>
Acesso em: 7 set. 2025.
- ALMEIDA, E. P. O.; SOUSA, M. N. A.; BEZERRA, A. L. D.; VASCONCELOS, W. R. F. Inteligência artificial na educação superior: uma revisão integrativa. *Journal of Media Critiques*, v. 11, n. 27, p. 1-28, 2025.
- AZAMBUJA, C. C. de; FERREIRA DA SILVA, G. Novos desafios para a educação na era da Inteligência Artificial. *Filosofia Unisinos*, São Leopoldo, v. 25, n. 1, p. 1–16, mar. 2024. DOI: 10.4013/fsu.2024.251.07. Disponível em:
<https://revistas.unisinos.br/index.php/filosofia/article/view/27063>. Acesso em: 6 set. 2025.
- BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial (EBIA). Brasília, DF: MCTI, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/transformacaodigital/estrategia-brasileira-de-inteligencia-artificial>. Acesso em: 10 set. 2025.
- CAMPBELL, M.; HOANE, A. J.; HSU, F. Deep Blue. *Artificial Intelligence*, v. 134, n. 1–2, p. 57–83, 2002. DOI: 10.1016/S0004-3702(01)00129-1. Disponível em:
[https://doi.org/10.1016/S0004-3702\(01\)00129-1](https://doi.org/10.1016/S0004-3702(01)00129-1). Acesso em: 6 set. 2025.
- CANALTECH. (2024). Intel anuncia vencedores brasileiros do AI Global Impact Festival 2024. Disponível em: <https://canaltech.com.br/hardware/intel-anuncia-vencedores-brasileiros-do-ai-global-impact-festival-2024/>
- COSTA JÚNIOR, J. F. et al. A inteligência artificial como ferramenta de apoio no ensino superior. *Rebena – Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem*, v. 6, p. 246–269, 2023. Disponível em: <https://rebena.emnuvens.com.br/revista/article/view/111>. Acesso em: 6 set. 2025.
- DAVENPORT, Thomas H.; KIRBY, Julia. Only humans need apply: winners and losers in the age of smart machines. New York: Harper Business, 2016.
- ENAP – Escola Nacional de Administração Pública. (2020). Inteligência Artificial no setor público: conceitos e aplicações. Disponível em: <https://repositorio.enap.gov.br/handle/1/7089>.

FERREIRA, M.; COSTA, M. R. M.; MEIRA, É. N. G.; SILVA FILHO, L. S. F. O. Inteligência artificial na Educação Superior: avanços e dilemas na produção acadêmica. *EmRede*, v. 11, 2024. DOI: 10.53628/emrede.v11i.1019. Disponível em: <https://doi.org/10.53628/emrede.v11i.1019>. Acesso em: 6 set. 2025.

GOODFELLOW, I.; BENGIO, Y.; COURVILLE, A. *Deep learning*. Cambridge, MA: MIT Press, 2016. Disponível em: <https://www.deeplearningbook.org/>. Acesso em: 6 set. 2025.

IBGE. Indicadores Educacionais 2024. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/43699-indicadores-educacionais-avancam-em-2024-mas-atraso-escolar-aumenta>. Acesso em: 8 set. 2025.

HENNING, M. A. et al. Artificial intelligence in medical education: a scoping review of the literature. *Medical Science Educator*, v. 33, n. 1, p. 187–200, 2023. DOI: 10.1007/s40670-022-01684-9. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40670-022-01684-9>. Acesso em: 6 set. 2025.

KAPLAN, A.; HAENLEIN, M. Siri, Siri, in my hand: who's the fairest in the land? *Business Horizons*, v. 62, n. 1, p. 15–25, 2019. DOI: 10.1016/j.bushor.2018.08.004. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.08.004>. Acesso em: 6 set. 2025.

HOLMES, W.; BIALIK, M.; FADEL, C. *Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning*. Boston: Center for Curriculum Redesign, 2019.

MCCARTHY, J.; MINSKY, M. L.; ROCHESTER, N.; SHANNON, C. A proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence. Hanover, NH: Dartmouth College, 1955. Disponível em: <<https://ojs.aaai.org/aimagazine/index.php/aimagazine/article/view/1904>>

MCCULLOCH, W. S.; PITTS, W. A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. *Bulletin of Mathematical Biophysics*, v. 5, p. 115–133, 1943. DOI: 10.1007/BF02478259. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF02478259>. Acesso em: 6 set. 2025.

NEWELL, A.; SIMON, H. A. The Logic Theory Machine: A complex information processing system. *IRE Transactions on Information Theory*, v. 2, n. 3, p. 61–79, 1956. DOI: 10.1109/TIT.1956.1056797. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/TIT.1956.1056797>. Acesso em: 6 set. 2025.

NILSSON, N. J. *The Quest for Artificial Intelligence: A History of Ideas and Achievements*. Cambridge: Cambridge University Press, 2010.

RUSSELL, S.; NORVIG, P. *Artificial Intelligence: a modern approach*. 3. ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2010.

RIOS MARIZ, E. A. S. et al. Inteligência artificial no ensino superior: uma revisão de literatura sobre desafios e possibilidades no contexto acadêmico. *Poliética*, v. 12, n. 3, p. 145–171, 2024.

FATEC Registro. (2024). Projeto de Inteligência Artificial da FATEC Registro é Premiado no Intel AI Global Impact Festival. Disponível em: <https://fatecregistro.cps.sp.gov.br/projeto-de-inteligencia-artificial-da-fatec-registro-e-premiado-no-intel-ai-global-impact-festival/>

TURING, A. M. Computing machinery and intelligence. *Mind*, v. 59, n. 236, p. 433–460, 1950. DOI: 10.1093/mind/LIX.236.433. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433>. Acesso em: 6 set. 2025.

UNESCO. *Recommendation on the ethics of artificial intelligence*. Paris: UNESCO, 2021. Disponível em: <https://www.unesco.org/en/articles/recommendation-ethics-artificial-intelligence>. Acesso em: 6 set. 2025.

Declaração de uso de inteligência artificial

Para a elaboração do presente artigo, foi utilizada ferramenta de Inteligência Artificial generativa (ChatGPT-4o) de forma pontual e complementar, exclusivamente para apoio na revisão gramatical e aprimoramento da clareza textual ao longo de todo o manuscrito, bem como para a tradução do resumo.

Governança preditiva e viabilidade de um port community system (pcs) no porto de santos: uma abordagem de ciência de dados para a tomada de decisão compartilhada



Predictive governance and feasibility of a port community system (pcs) in the port of santos: a data science approach for shared decision-making.

Robert Richard das Neves Correia Santos 

Fatec Santos
robert.richard.scripts@gmail.com

Juliana Brondino 

Fatec Santos
brondinoj@gmail.com

Sandra de Oliveira Soares Cardoso 

Fatec Santos
s.oliveira61@gmail.com

José Augusto Theodosio Pazetti 

Fatec Santos
josepazetti@gmail.com

Revista Processando o Saber

eISSN 2179-5150 · Vol 18, n. 01, 2026
Multidisciplinar · DOI · Revisão por pares

Faculdade de Tecnologia Praia Grande – FATEC

Períodicidade: Anual
revista@fatecpg.edu.br

Recebido: Jan 2026

Aceito: Mar 2026

Publicado: Jun 2026

URL: <https://www.fatecpg.edu.br/revista/index.php/ps/article/view/459>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.20074664>



RESUMO

Este artigo apresenta um estudo de viabilidade para a implementação de um Port Community System (PCS) no Porto de Santos, focando em como a análise preditiva pode mitigar conflitos de governança e barreiras ao compartilhamento de dados. O setor portuário brasileiro apresenta elevada fragmentação informacional, impactando a eficiência do comércio exterior nacional. A metodologia fundamenta-se no ciclo de vida da Ciência de Dados, utilizando uma integração inédita de bases de dados da ANTAQ, Porto Sem Papel (PSP) e Estatísticas de Anuências. Técnicas de pré-processamento como KNN Imputer, One-hot Encoding e Standard Scaler foram aplicadas, seguidas por um modelo preditivo XGBoost otimizado via framework Optuna para analisar gargalos de Lead Time. Os resultados, validados por valores SHAP e análise de clusters (K-Means), demonstram que a transparência gerada por modelos preditivos atua como um mediador de confiança, reduzindo a entropia informacional e facilitando a governança compartilhada entre entes públicos e privados. O estudo propõe um framework de integração que utiliza a análise de dados para fundamentar a tomada de decisão compartilhada, visando elevar a competitividade do complexo santista.

PALAVRAS-CHAVE: Inteligência Artificial; Educação; Tecnologia; Aprendizagem; Ética.

ABSTRACT

This article presents a feasibility study for the implementation of a Port Community System (PCS) at the Port of Santos, focusing on how predictive analytics can mitigate governance conflicts and data-sharing barriers. The Brazilian port sector presents high informational fragmentation, impacting the efficiency of national foreign trade. The methodology is grounded in the Data Science lifecycle, integrating datasets from ANTAQ, Porto Sem Papel (PSP), and Clearance Statistics. Preprocessing techniques such as KNN Imputer, One-hot Encoding, and Standard Scaler were applied, followed by an XGBoost predictive model optimized via the Optuna framework to analyze Lead Time bottlenecks. The results, validated by SHAP values and cluster analysis (K-Means), demonstrate that predictive transparency acts as a trust mediator, reducing informational entropy and facilitating shared governance between public and private stakeholders. The study proposes an integration framework that utilizes data analysis to support shared decision-making, aiming to enhance the competitiveness of the Santos port complex.

KEY-WORDS: Artificial Intelligence; Education; Technology; Learning; Ethics.

INTRODUÇÃO

Os *Port Community Systems* (PCS) são definidos como plataformas eletrônicas que permitem o intercâmbio inteligente e seguro de informações entre stakeholders públicos e privados, sendo fundamentais para a competitividade (SIMÕES et al., 2024).

Trabalhos anteriores desta série identificaram os benefícios dos *Port Community Systems* (PCS) e mapearam nove categorias de boas práticas essenciais para sua implementação.

Embora o Porto de Santos figure entre as organizações mais eficientes do país (MINISTÉRIO DE PORTOS E AEROPORTOS, 2025), a implementação de um PCS enfrenta barreiras que transcendem a tecnologia, recaindo sobre a governança de dados. Questões como a propriedade e o controle das informações, bem como a arbitragem de impasses entre empresas concorrentes, representam os principais entraves para a sustentabilidade do sistema. No modelo de governança portuária *Landlord Port*, a autonomia e uma estrutura de decisão compartilhada são fundamentais para que o compartilhamento de dados de negócio seja visto como um valor estratégico e não como uma exposição de vulnerabilidades.

Este artigo busca preencher a lacuna entre a teoria e a prática, fundamentando-se nos achados de Simões et al. (2024), que identificaram os benefícios operacionais dos PCS, e de Simões et al. (2025), que mapearam a "Governança e Colaboração Multissetorial" como a boa prática de maior peso para o sucesso dessas plataformas. A fragmentação informacional e a burocracia documental, identificadas como barreiras técnicas e organizacionais, são aqui tratadas não apenas como problemas de TI, mas como falhas de governança que exigem visibilidade analítica para serem superadas.

O objetivo central é demonstrar a viabilidade de um PCS no Porto de Santos por meio de uma Governança Preditiva. Utiliza-se o algoritmo XGBoost para prever o Lead Time e, por meio da transparência analítica (SHAP Values), busca-se fornecer subsídios para a tomada de decisão compartilhada. A proposta é transformar dados brutos em argumentos para a colaboração, mitigando a resistência cultural ao compartilhamento de informações entre os *stakeholders*.

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica deste estudo explora a convergência entre a governança e o ciclo de vida da Ciência de Dados, estabelecendo as bases conceituais para que a integração de *stakeholders* e a análise preditiva atuem como pilares de sustentabilidade e eficiência em um ecossistema PCS.

1.1 A RELEVÂNCIA DA GOVERNANÇA E COLABORAÇÃO

A "Governança e Colaboração Multissetorial" é o fator de maior peso para a sustentabilidade de um PCS. Conforme apontado por Simões et al. (2025), esta categoria de boa prática é a mais citada na literatura, exigindo uma estrutura de decisão compartilhada e a definição clara de papéis entre os atores. No complexo santista, que opera sob o modelo de governança portuária *Landlord Port*, a multiplicidade de agentes envolvidos demanda soluções que mitiguem a fragmentação de dados e a assimetria de informação.

Nesse modelo, embora a autoridade portuária exerça o papel regulador, a propriedade e o controle dos dados de negócio permanecem com os entes privados, gerando impasses sobre o compartilhamento de informações entre concorrentes. A implementação de um PCS eficaz permite o uso eficiente dos dados e a melhoria de processos, mas sua viabilidade depende da superação da resistência cultural ao compartilhamento.

A Governança Preditiva surge como uma hipótese para resolver esses conflitos: ao utilizar modelos de Ciência de Dados para prever gargalos como o Lead Time, o PCS deixa de ser apenas um repositório burocrático e passa a ser um mediador técnico. A transparência gerada por ferramentas analíticas atua como um facilitador para que as atividades ocorram de forma padronizada, transformando a colaboração em um valor central da comunidade portuária ao oferecer benefícios tangíveis de eficiência para todos os envolvidos.

1.2 CIÊNCIA DE DADOS COMO SUPORTE À DECISÃO

O Aprendizado de Máquina (Machine Learning), como um subcampo da inteligência artificial (IA), permite que sistemas aprendam autonomamente a partir de dados, sem necessidade de programação direta para cada tarefa específica. No contexto de um PCS, essa tecnologia não é apenas um recurso computacional, mas um instrumento de Governança

Digital, pois permite processar grandes volumes de dados heterogêneos para gerar indicadores imparciais de desempenho.

Para mitigar a fragmentação informacional no Porto de Santos, é necessário um pipeline robusto que inclua técnicas de padronização (Standard Scaler) e codificação (One-hot Encoding). Algoritmos de *boosting*, como o XGBoost, são eficazes para modelar relações complexas entre o volume de carga, a burocracia de anuentes e o Lead Time operacional. A otimização via Optuna automatiza a busca por *hiperparâmetros*, garantindo a precisão analítica necessária para que os resultados sejam aceitos pelos diversos *stakeholders*.

A integração dessas ferramentas de Ciência de Dados oferece o suporte técnico para a tomada de decisão compartilhada, uma vez que a explicabilidade do modelo (via Feature Importance e SHAP Values) permite identificar proativamente gargalos burocráticos. Assim, a ciência de dados atua como o motor de inferência que transforma a governança estática em uma Governança Preditiva, onde gestores podem atuar na redução dos tempos de anuência antes que estes impactem o fluxo final do complexo santista.

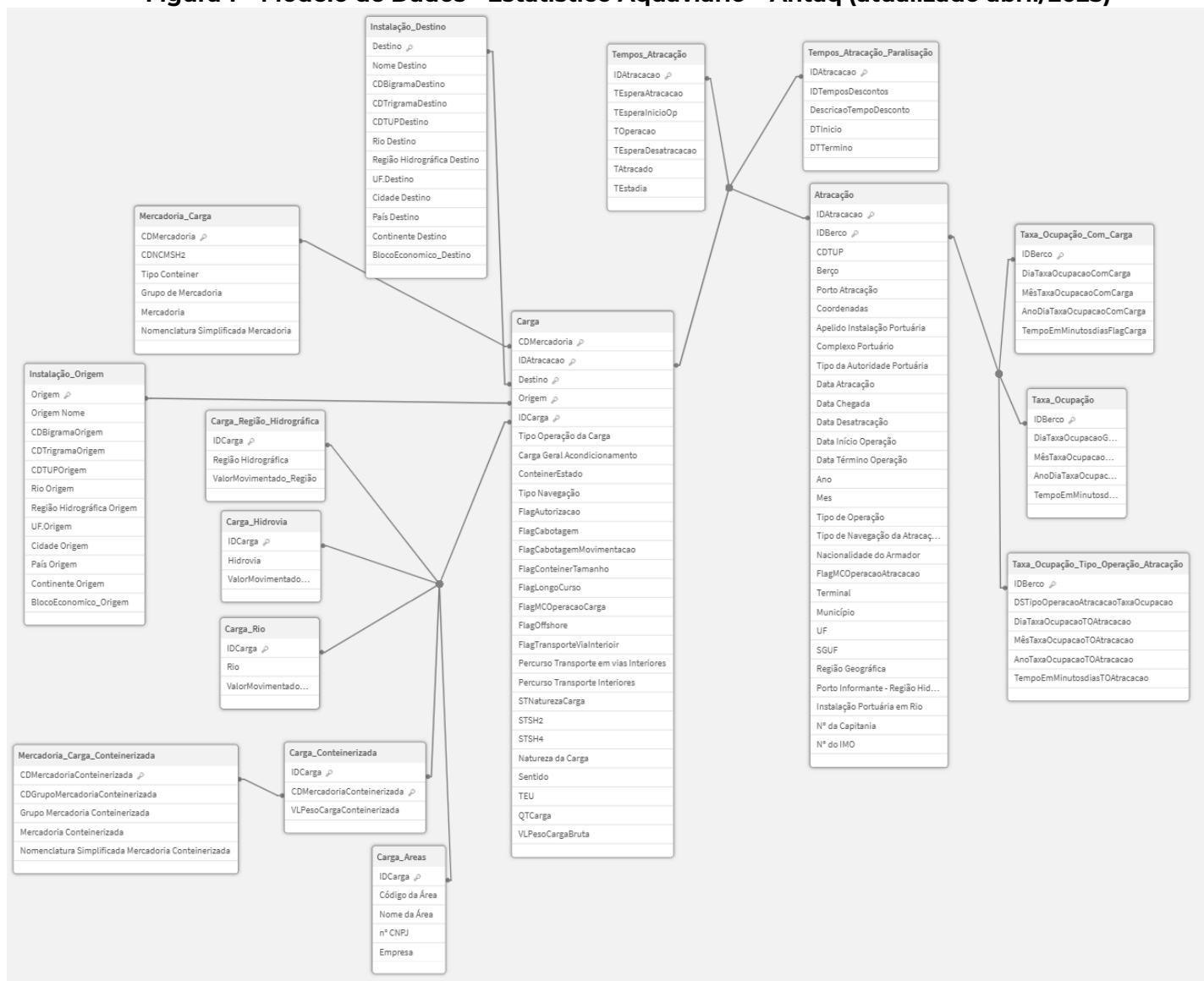
2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia deste estudo foi estruturada em um pipeline de ciência de dados executado inteiramente na linguagem de programação Python, utilizando o ambiente de desenvolvimento Google Colaboratory para garantir a reprodutibilidade. Este fluxo automático conduz os dados desde a integração de fontes heterogêneas até a geração de inteligência para a governança. As principais bibliotecas utilizadas foram pandas para a manipulação do *dataset*, Scikit-learn (PEDREGOSA et al., 2011) para pré-processamento e modelagem, Matplotlib (HUNTER, 2007) e Seaborn (WASKOM, 2021) para visualização, e Optuna para a otimização de *hiperparâmetros*.

2.1 CONSOLIDAÇÃO DO DATASET E ENGENHARIA DE DADOS

A Figura 1 apresenta o modelo de dados da coleta inicial dos dados, onde, posteriormente, foram utilizados registros de atracação, carga e tempos.

Figura 1 – Modelo de Dados - Estatístico Aquaviário – Antaq (atualizado abril/2025)



Fonte: Estatístico Aquaviário - Antaq (2025)

Para mitigar a fragmentação informacional citada por Simões et al. (2025), construiu-se um *dataset* multivariado inédito (2023-2025) integrando três fontes de dados distintas:

- Estatístico Aquaviário (ANTAQ): Registros de atracação, carga e tempos operacionais.
- Governança (Anuências): Variáveis de contexto burocrático, focando no tempo médio de análise de órgãos reguladores.
- Logística/Social (Porto Sem Papel): Dados de tripulação, passageiros e rastreabilidade via Documento Único Virtual (DUV).

A amostra final totalizou 17.364 registros únicos, com um *Lead Time* médio de 136,76 horas. Esta integração de bases é o primeiro passo para a soberania de dados do PCS, permitindo que a Autoridade Portuária tenha uma visão unificada do complexo.

2.2 PRÉ-PROCESSAMENTO DOS DADOS

Para garantir a integridade do modelo, aplicou-se um pipeline de pré-processamento no qual, após a limpeza inicial, a imputação de valores ausentes para variáveis como tripulação e peso foi realizada pelo método KNN Imputer ($n\_neighbors=5$).

Na sequência, variáveis categóricas, a exemplo dos "Terminais", foram transformadas via One-Hot Encoding, técnica que converte categorias em representações numéricas fundamentais para o processamento pelos algoritmos (HASTIE; TIBSHIRANI; FRIEDMAN, 2009).

2.3 SEGMENTAÇÃO E REDUÇÃO DE DIMENSIONALIDADE

Aplicou-se o PCA (Principal Component Analysis) para reduzir a dimensionalidade, retraindo a maior parte da variância original.

A análise de componentes principais, ou PCA, reduz o número de dimensões em grandes conjuntos de dados aos componentes principais que retêm a maior parte das informações originais. Ela faz isso transformando variáveis potencialmente correlacionadas em um conjunto menor de variáveis, chamadas componentes principais. (IBM, 2023, n.p.).

Em seguida, algoritmo K-Means agrupou as operações em 4 *clusters* distintos, permitindo identificar perfis de maturidade digital e eficiência operacional entre os diferentes *stakeholders*.

O k-means é um algoritmo que treina um modelo para agrupar objetos semelhantes. Para isso, ele mapeia cada observação no conjunto de dados de entrada para um ponto no espaço de “n” dimensões (em que “n” é o número de atributos da observação). (AMAZON WEB SERVICES, [s.d.], n.p.).

2.4 MODELAGEM PREDITIVA E OTIMIZAÇÃO

O algoritmo XGBoost foi selecionado para prever o Lead Time. A otimização de *hiperparâmetros* foi realizada pelo Optuna, ajustando elementos como profundidade das árvores, número de estimadores e taxa de aprendizado.

Esse processo, conhecido como otimização de *hiperparâmetros*, tem o objetivo de melhorar o desempenho dos algoritmos por meio da seleção das combinações que produzem os resultados mais precisos.

Os *hiperparâmetros* são definições feitas antes do treinamento que controlam a arquitetura e o aprendizado do modelo. Eles não são aprendidos pelo algoritmo e influenciam diretamente sua capacidade de generalização.

Como ajustá-los é complexo, ferramentas como o Optuna automatizam a busca pelas melhores combinações para melhorar o desempenho do modelo (PINHEIRO, 2023).

Para garantir a transparência exigida em ambientes multissetoriais, utilizaram-se SHAP Values. Enquanto a importância das variáveis hierarquiza o peso de cada fator, os valores SHAP quantificam o impacto individual de variáveis burocráticas no *Lead Time* final. Esse recurso provê a prova científica necessária para que gestores identifiquem gargalos de anuência e atuem de forma proativa na governança do complexo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise via PCA revelou que uma pequena parcela de variáveis críticas domina a variância operacional em Santos, reforçando que a integração via PCS simplifica a gestão.

O modelo XGBoost, após sintonização pelo Optuna, apresentou desempenho superior, demonstrando capacidade de prever atrasos com base no histórico de integração.

A clusterização identificou grupos com diferentes níveis de maturidade digital, validando a prática de "Capacitação e Engajamento".

A discussão dos resultados comprova que a fragmentação de dados é uma falha de governança corrigível com visibilidade analítica.

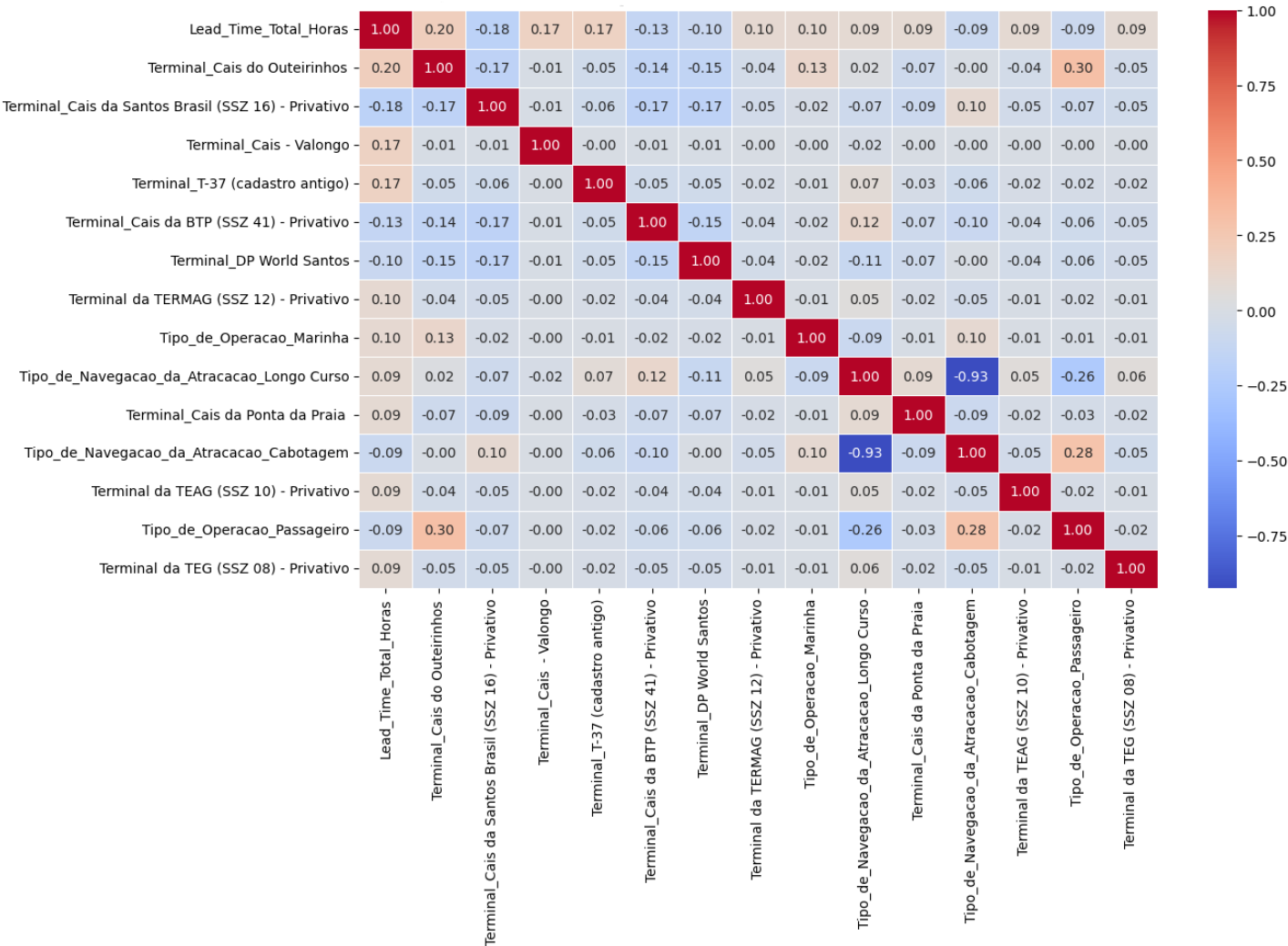
Esses agrupamentos evidenciam não apenas diferenças técnicas, mas posições distintas no campo portuário, nas quais o acesso ao capital informacional influencia diretamente a capacidade de integração ao PCS.

Para facilitar a interpretação dos resultados, foram gerados gráficos utilizando as bibliotecas Matplotlib (HUNTER, 2007) e Seaborn (WASKOM, 2021), ambas amplamente empregadas na comunidade Python para análise e visualização de dados.

A Matriz de Correlação de Pearson (Figura 2) forneceu o diagnóstico inicial das relações entre variáveis operacionais e o Lead Time.

A análise via PCA sintetizou a complexidade dos dados, explicando 50,73% da variância total nos dois primeiros eixos.

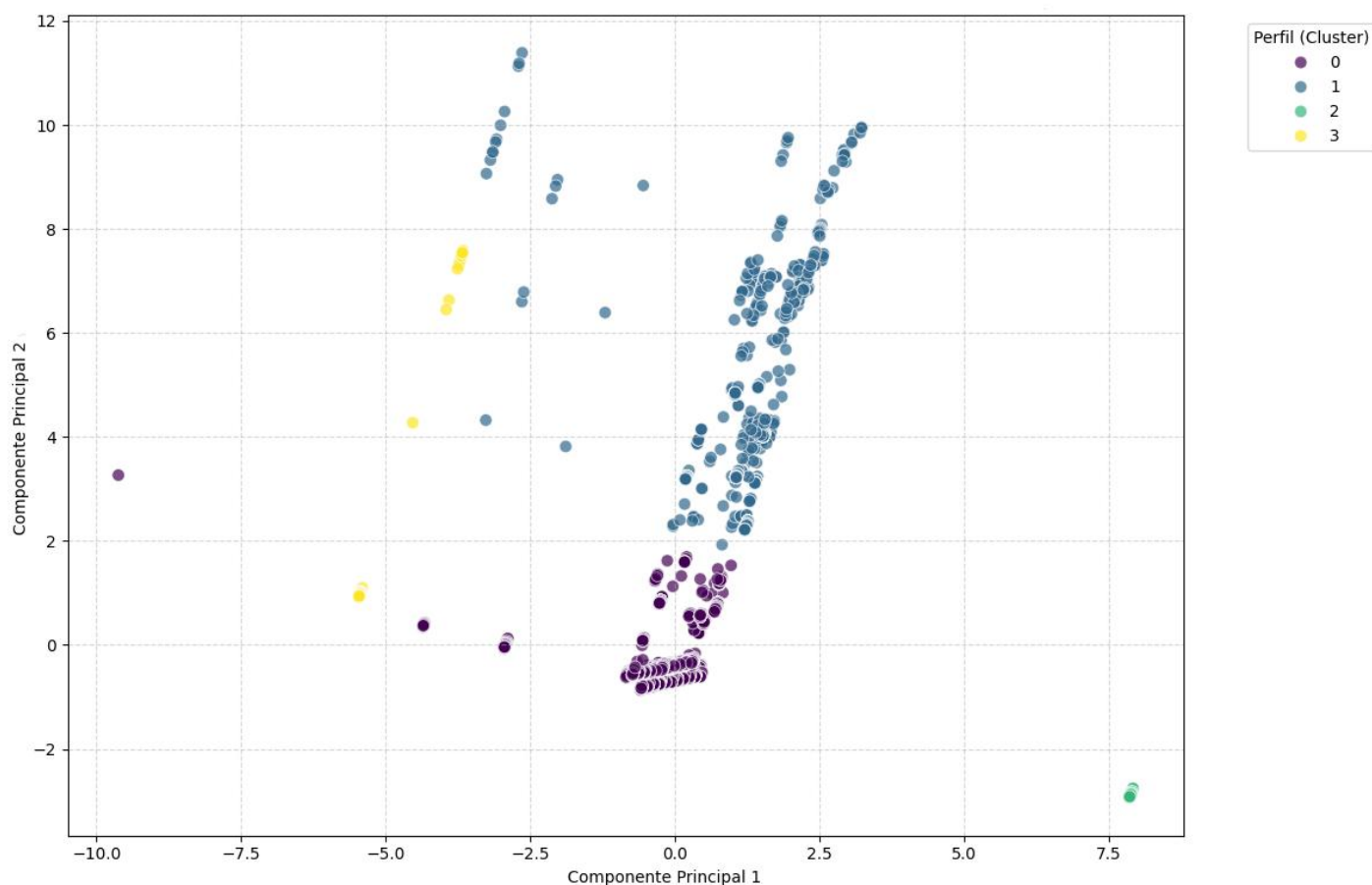
Figura 2 – Matriz de correlação de Pearson entre variáveis operacionais e o Lead Time.



Fonte: Feito no Google Colab pelos Autores (2025)

A Figura 3 segmentou as operações em quatro perfis de governança. O *cluster 2* mostrou-se o mais eficiente (112,9h), enquanto o Cluster 1 apresentou o maior gargalo (147h). Isso valida que o acesso ao capital informacional influencia diretamente a eficiência no complexo santista.

Figura 3 – Agrupamento das operações portuárias

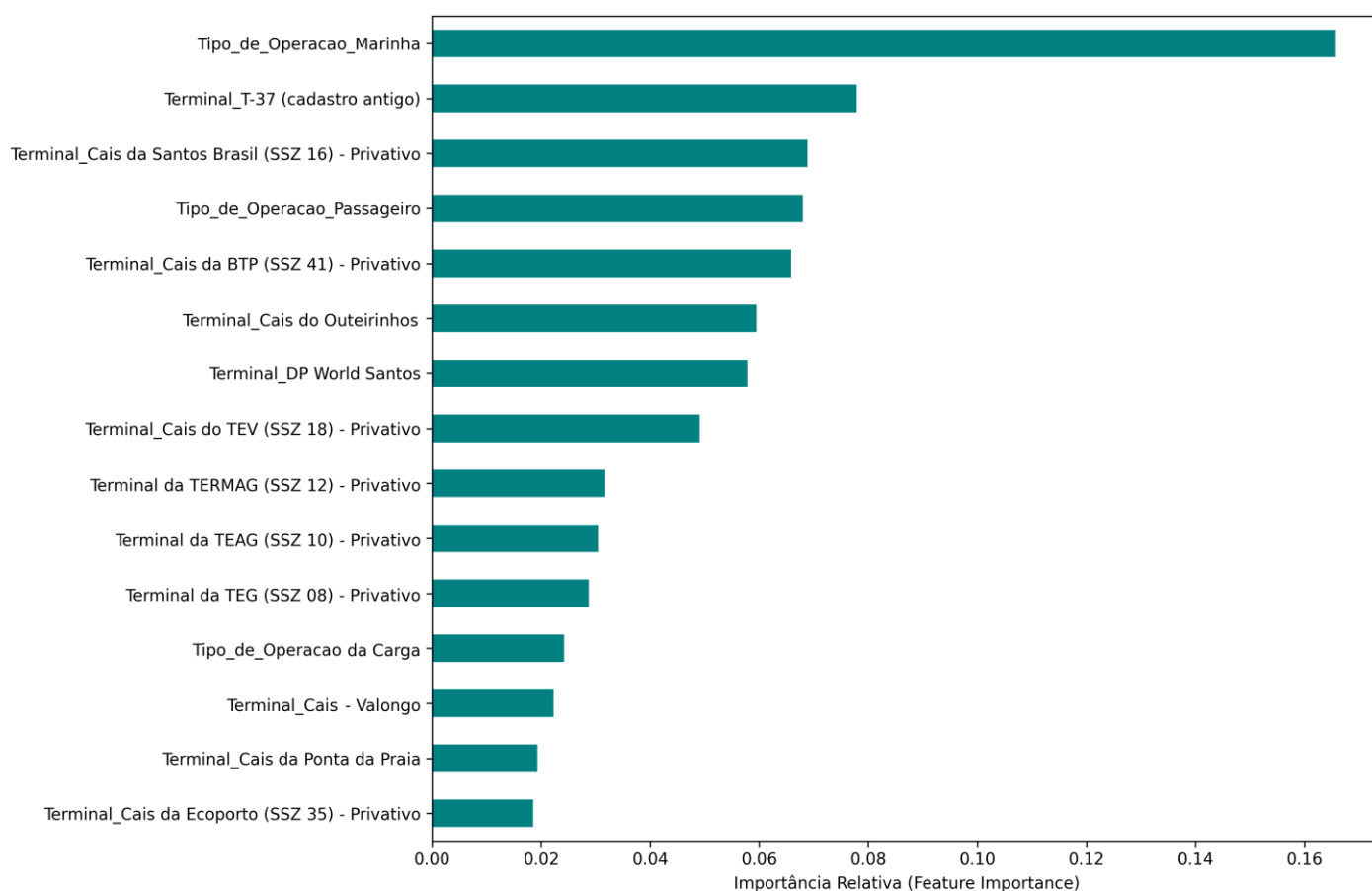


Fonte: Feito no Google Colab pelos Autores (2025)

A Figura 4 apresenta a hierarquia dos fatores determinantes segundo o modelo XGBoost. Esta análise revela quais variáveis operacionais e burocráticas possuem maior peso estatístico na composição do Lead Time no Porto de Santos.

A predominância de indicadores relacionados aos tempos de processamento externo confirma que a eficiência não depende apenas da infraestrutura física, mas da fluidez do fluxo informacional entre os diversos atores da comunidade portuária.

Figura 4 – Ranking de importância das variáveis (Feature Importance) do modelo XGBoost.

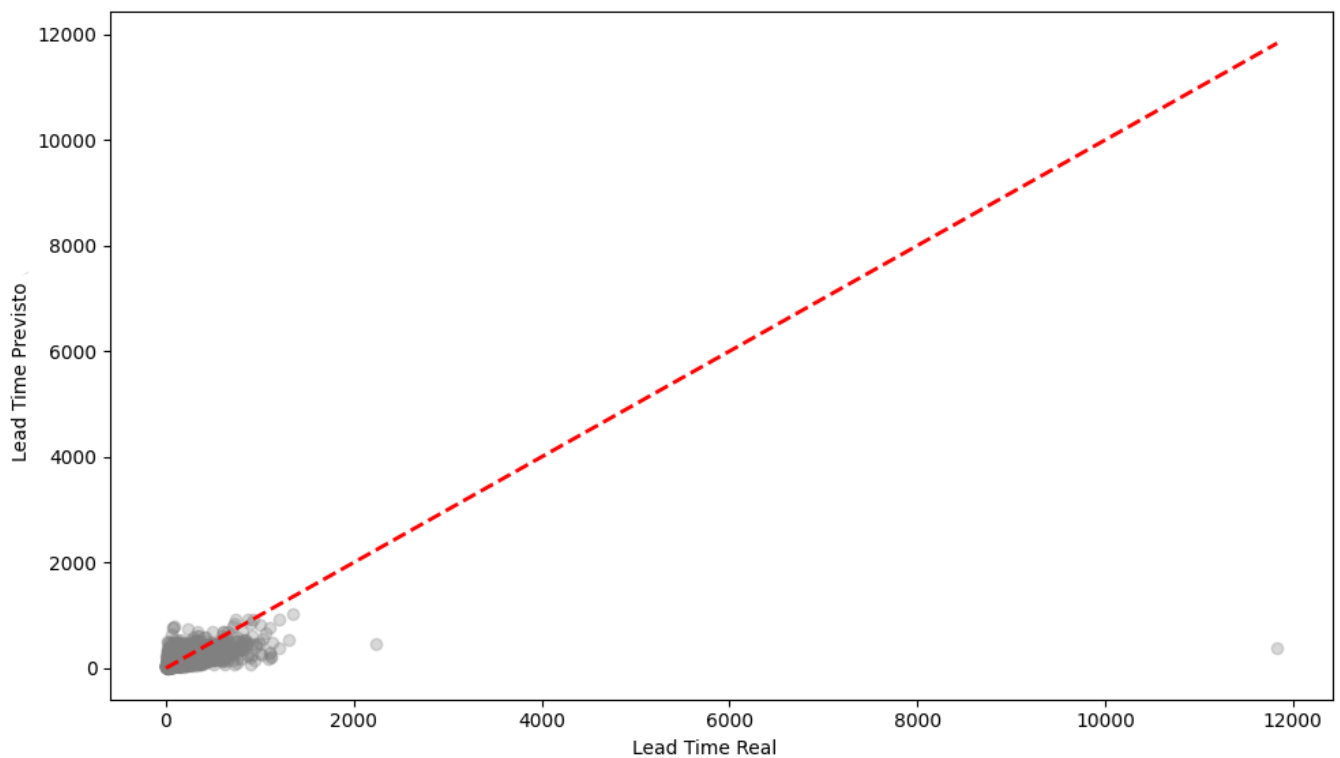


Fonte: Feito no Google Colab pelos Autores (2025)

O modelo apresentou um coeficiente de determinação (R^2) de 0,22 e um Erro Médio Absoluto (MAE) de 78,98 horas. Tais métricas, embora demonstrem uma capacidade preditiva moderada, confirmam estatisticamente a elevada entropia e fragmentação informacional do Porto de Santos.

O baixo R^2 valida a hipótese de que variáveis externas não digitalizadas e a falta de padronização entre anuentes inserem ruídos críticos na cadeia, reforçando que a viabilidade de um PCS é, antes de tudo, uma necessidade de saneamento de dados para reduzir a volatilidade operacional.

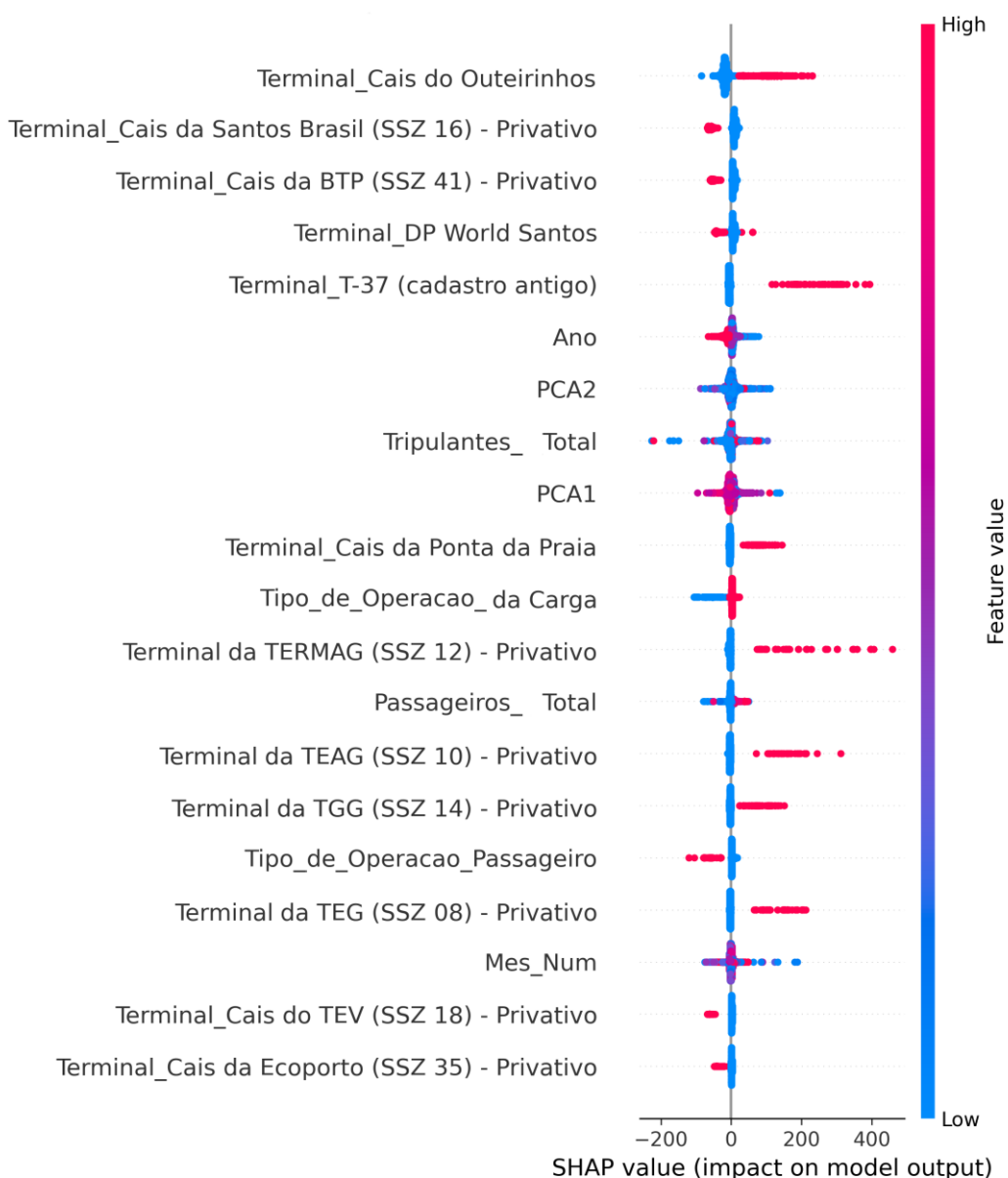
Figura 5 – Dispersão entre Lead Time real vs. predito e coeficiente de determinação (R^2).



Fonte: Feito no Google Colab pelos Autores (2025)

A Figura 6, baseada nos SHAP Values, aprofunda a compreensão sobre a direção do impacto de cada variável. A análise de Shapley confirmou que valores elevados de burocracia (especialmente os tempos médios de análise de órgãos anuentes) impactam positivamente o incremento do Lead Time, deslocando a operação para uma zona de ineficiência.

Figura 6 – Distribuição dos valores SHAP para explicabilidade do impacto das variáveis



Fonte: Feito no Google Colab pelos Autores (2025)

Este resultado fornece a prova científica de que a fragmentação de dados entre órgãos reguladores é um gargalo de governança que um PCS pode mitigar ao oferecer visibilidade analítica em tempo real e integração de processos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo conclui a trilogia de estudos sobre a modernização do Porto de Santos ao aplicar técnicas avançadas de Ciência de Dados ao cenário real do complexo santista. A utilização dos modelos XGBoost e Optuna provou ser essencial para conferir capacidade analítica avançada à governança digital, transformando dados brutos integrados da ANTAQ e Porto Sem Papel em argumentos técnicos para a colaboração multissetorial.

Os resultados demonstram que a viabilidade de um PCS em Santos transcende a infraestrutura tecnológica, dependendo da união entre uma estrutura organizacional robusta e a capacidade preditiva. O modelo identificou que a fragmentação informacional entre órgãos reguladores e entes privados é o principal gargalo de governança, mas que a transparência analítica (via SHAP Values) oferece a prova científica necessária para mediar conflitos de interesse e reduzir a resistência cultural ao compartilhamento de dados.

Como contribuição prática, este estudo propõe um *framework* onde a análise de dados fundamenta a tomada de decisão compartilhada, elevando a competitividade do complexo.

Como próximo passo, recomenda-se o desenvolvimento de um motor de inferência que integre os resultados preditivos a Dashboards de Business Intelligence (BI). Tal implementação permitiria uma Governança Preditiva em tempo real, na qual os gestores poderiam identificar proativamente gargalos burocráticos e atuar na redução dos tempos de anuência antes que estes impactem o Lead Time final do Porto de Santos.

REFERÊNCIAS

ANTAQ – AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS. **Anuário Estatístico Aquaviário**. Brasília, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/antag>. Acesso em: 15 fev. 2026.

AMAZON WEB SERVICES. **Como funciona o clustering do k-means**. [S.l.]: Amazon Web Services, [s.d.]. Disponível em: https://docs.aws.amazon.com/pt_br/sagemaker/latest/dg/algo-kmeans-tech-notes.html. Acesso em: 13 nov. 2025.

BRASIL. Ministério de Portos e Aeroportos. **Porto Sem Papel (PSP)**: Documento Único Virtual (DUV). Brasília, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/portos-e-aeroportos/pt-br/assuntos/porto-sem-papel>. Acesso em: 15 fev. 2026.

CHARLEAUX, Lupa; TOLEDO, Victor. **O que é Machine Learning?** Tecnoblog, out. 2024. Disponível em: <https://tecnoblog.net/responde/machine-learning-o-que-e-como-funciona-e-quais-sao-os-tipos-de-aprendizado-de-maquina/>. Acesso em: 10 nov. 2025.

HASTIE, Trevor; TIBSHIRANI, Robert; FRIEDMAN, Jerome. **The elements of statistical learning: data mining, inference, and prediction**. 2. ed. New York: Springer, 2009.

HUNTER, John D. Matplotlib: A 2D graphics environment. **Computing in Science & Engineering**, v. 9, n. 3, p. 90-95, 2007.

I JUNIOR. **Automação de processos: como reduzir o retrabalho gerado por tarefas manuais**. [S.l.], 22 set. 2022. Disponível em: <https://ijunior.com.br/automacao-de-processos-como-reduzir-o-retrabalho-gerado-por-tarefas-manuais/>. Acesso em: 27 fev. 2026.

IBM. **What is Principal Component Analysis (PCA)?** [S. l.], 2025. Disponível em: <https://www.ibm.com/topics/principal-component-analysis>. Acesso em: 11 nov. 2025.

MINISTÉRIO DE PORTOS E AEROPORTOS. **Porto de Santos está entre organizações mais eficientes do país, segundo publicação nacional**. Brasília: MPor, 09 dez. 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/portos-e-aeroportos/pt-br/assuntos/noticias/2025/12/porto-de-santos-esta-entre-organizacoes-mais-eficientes-do-pais-segundo-publicacao-nacional>. Acesso em: 27 fev. 2026.

PEDREGOSA, F. et al. Scikit-learn: Machine Learning in Python. **Journal of Machine Learning Research**, v. 12, p. 2825-2830, 2011.

PINHEIRO, João Manoel Herrera. **Um estudo sobre Algoritmos de Boosting e a Otimização de Hiperparâmetros Utilizando Optuna**. 2023. 147 p. Monografia (Engenharia Mecatrônica) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2023.

SIMÕES, Priscila Bayer de Oliveira et al. **Benefícios da implantação de Port Community Systems: uma revisão da literatura**. In: CONGRESSO NACIONAL INTEGRA PORTOS (CNIT), 2024.

SIMÕES, Priscila Bayer de Oliveira et al. **Identificação de boas práticas em Port Community Systems: uma revisão de literatura**. In: XLV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), Natal, 2025.

WASKOM, Michael L. Seaborn: statistical data visualization. **Journal of Open-Source Software**, v. 6, n. 60, p. 3021, 2021.

YOKOYAMA, Naoki. **Modelos de Machine Learning**. Medium, 30 out. 2020. Disponível em: <https://naokiyokoyama.medium.com/modelos-de-machine-learning-bcb3f8ed1513>. Acesso em: 15 nov. 2025

Paixão empreendedora em contextos de vulnerabilidade: um estudo de caso da Associação de Corredores Friburguenses

Entrepreneurial passion in contexts of vulnerability: a case study of the Friburguense Runners Association.



Fábio Luciano 

Universidade Nove de Julho – UNINOVE;
Fatec São Paulo
robert.richard.scripts@gmail.com

Edmilson de Oliveira Lima 

Universidade Nove de Julho - UNINOVE
edmilsonlima@gmail.com

Wallace Caetano Estevão 

Universidade Nove de Julho - UNINOVE
wallacepsicologo@gmail.com

Elisabete C. Enobe 

Universidade Nove de Julho - UNINOVE
ecenobe@gmail.com

Revista Processando o Saber

eISSN 2179-5150 · Vol 18, n. 01, 2026
Multidisciplinar · DOI · Revisão por pares

Faculdade de Tecnologia Praia Grande – FATEC
Períodicidade: Anual
revista@fatecpg.edu.br

Recebido: Jan 2026

Aceito: Mar 2026

Publicado: Jun 2026

URL: <https://www.fatecpg.edu.br/revista/index.php/ps/article/view/461>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.20075955>



RESUMO

O presente artigo analisa a manifestação da paixão empreendedora em contextos de vulnerabilidade social, a partir de um estudo de caso da Associação de Corredores Friburguenses. O objetivo é compreender como a paixão pelo empreendimento se articula com a ação empreendedora em um contexto marcado por restrições de recursos, desigualdades sociais e forte engajamento coletivo. Adota-se uma abordagem qualitativa, de natureza interpretativa, utilizando o método de estudo de caso, com base na análise de documentos institucionais, relatos dos participantes e observação do contexto organizacional. Os resultados indicam que a paixão empreendedora desempenha papel central na mobilização de recursos disponíveis, no fortalecimento dos vínculos sociais e na construção de sentido coletivo em torno da prática esportiva, contribuindo para a sustentabilidade da iniciativa. Observa-se que, mais do que um traço individual, a paixão assume um caráter relacional, sendo compartilhada entre os membros da associação e orientando decisões e ações diante das incertezas do contexto. Conclui-se que a paixão empreendedora, quando articulada a valores coletivos e à ação comunitária, pode atuar como elemento relevante na promoção de inclusão social e no enfrentamento das limitações estruturais presentes em contextos de vulnerabilidade.

PALAVRAS-CHAVE: Engajamento Comunitário; Sustentabilidade Organizacional; Empreendedorismo Coletivo; Inclusão Social

ABSTRACT

This article analyzes the manifestation of entrepreneurial passion in contexts of social vulnerability through a case study of the Friburguense Runners Association. The objective is to understand how entrepreneurial passion is articulated with entrepreneurial action in a context characterized by resource constraints, social inequalities, and strong collective engagement. A qualitative and interpretive approach was adopted, using the case study method based on the analysis of institutional documents, participants' accounts, and observation of the organizational context. The results indicate that entrepreneurial passion plays a central role in mobilizing available resources, strengthening social ties, and constructing collective meaning around sports practice, contributing to the sustainability of the initiative. Rather than being merely an individual trait, passion assumes a relational character, shared among association members and guiding decisions and actions in the face of contextual uncertainty. It is concluded that entrepreneurial passion, when connected to collective values and community-based action, can serve as a relevant element in promoting social inclusion and addressing structural limitations in vulnerable contexts.

KEY-WORDS: Community Engagement; Organizational Sustainability; Collective Entrepreneurship; Social Inclusion.

INTRODUÇÃO

A paixão empreendedora tem emergido como um tema central na literatura contemporânea sobre empreendedorismo, sendo compreendida como uma emoção afetiva complexa, persistente e multidimensional. Essa emoção influencia comportamentos individuais e dinâmicas coletivas, moldando identidades, metas, decisões e relações interpessoais em contextos organizacionais e sociais. Em ambientes marcados por escassez de recursos e instabilidade estrutural, a paixão pode assumir papel relevante como força mobilizadora, contribuindo para a continuidade e a transformação de empreendimentos orientados por propósito coletivo.

Estudos anteriores destacam o papel do afeto na identificação de oportunidades, na construção de redes de apoio e na adaptação a ambientes incertos (BARON, 2008). Cardon et al. (2009) conceituam a paixão empreendedora como uma emoção positiva intensa derivada do envolvimento com atividades centrais à identidade do indivíduo, estabelecendo uma conexão direta entre identidade e ação empreendedora. Essa relação confere à paixão uma dimensão estratégica, associada à criatividade, à persistência e à resiliência diante de desafios. Avanços recentes ampliaram essa perspectiva ao problematizar a natureza e o objeto da paixão, destacando domínios como produtos, missão ou impacto social, especialmente relevantes para empreendimentos de caráter social e de estilo de vida (CARDON; GLAUSER; MURNIEKS, 2017).

Apesar desses avanços conceituais, observa-se uma lacuna na literatura quanto à manifestação da paixão empreendedora em contextos de vulnerabilidade social, particularmente no que se refere a empreendimentos orientados ao impacto coletivo. São escassos os estudos empíricos que analisam como a paixão se articula às práticas organizacionais, às relações interpessoais e à sustentabilidade de iniciativas empreendedoras em cenários caracterizados por instabilidade e restrições de recursos.

Diante desta lacuna, este artigo busca responder à seguinte pergunta de pesquisa: como a paixão empreendedora se manifesta e influencia a ação empreendedora em um empreendimento social inserido em contexto de vulnerabilidade? A relevância da investigação reside na possibilidade de compreender como elementos afetivos e identitários contribuem para a construção de práticas empreendedoras resilientes, capazes de gerar valor social mesmo em condições adversas.

Para responder à questão proposta, adota-se uma abordagem qualitativa, de natureza interpretativa, fundamentada na teoria da efetuação (*effectuation*), que concebe o

empreendedorismo como um processo orientado pela identidade do agente, pelos meios disponíveis e pela construção contingente de parcerias (SARASVATHY, 2001). O estudo analisa o caso da Associação de Corredores Friburguenses (ASCOF), uma iniciativa de empreendedorismo de estilo de vida com impacto social, cuja trajetória evidencia a mobilização de afetos, redes sociais e recursos locais para ampliar o acesso à prática esportiva em comunidades vulneráveis.

Os resultados indicam que a paixão empreendedora, articulada à identidade dos atores envolvidos e aos vínculos comunitários, atua como catalisadora da ação coletiva e da inovação organizacional. A análise sugere que, mais do que um traço motivacional individual, a paixão assume um papel relacional e estratégico, contribuindo para a coerência das decisões, o comprometimento afetivo e a resiliência organizacional. Com isso, o artigo contribui para o campo do empreendedorismo social ao oferecer uma leitura situada da paixão empreendedora, evidenciando sua articulação com práticas de efetuação orientadas por valores pessoais e missão coletiva. (Ênfase minha)

Além desta introdução, o artigo está organizado em quatro seções: a primeira apresenta a fundamentação teórica sobre paixão empreendedora e efetuação; a segunda descreve os procedimentos metodológicos adotados; a terceira analisa o estudo de caso da ASCOF; e a quarta discute os resultados, seguida pelas considerações finais, que sintetizam as contribuições do estudo e apontam implicações para pesquisas futuras.

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A paixão empreendedora tem sido amplamente reconhecida como um elemento central na motivação, persistência e desempenho dos empreendedores, influenciando de modo significativo suas decisões e comportamentos (CARDON et al., 2009). Trata-se de uma emoção positiva intensa, consciente e acessível, que emerge do envolvimento em atividades percebidas como centrais para a identidade do indivíduo. Essa articulação entre emoção e identidade confere à paixão seu caráter distintivo no contexto do empreendedorismo, na medida em que as ações empreendedoras passam a expressar aspectos centrais de quem o empreendedor é.

Segundo Cardon et al. (2009), a paixão empreendedora manifesta-se com maior intensidade quando o indivíduo ocupa papéis específicos — como inventor, fundador ou desenvolvedor — e se engaja profundamente nas tarefas associadas a esses papéis. Essa vivência apaixonada tende a impulsionar comportamentos criativos, persistentes e resilientes,

mesmo diante de fracassos ou adversidades, configurando-se como elemento-chave para a compreensão da ação empreendedora em contextos desafiadores.

Avanços posteriores ampliaram o escopo conceitual da paixão empreendedora ao reconhecer a existência de múltiplos domínios de direcionamento emocional. Cardon; Glauser; Murnieks, (2017) identificam, entre outros, a paixão por crescimento, por pessoas, por produto ou serviço, por invenção, por competição e por causas sociais. Essa abordagem evidencia que a paixão pode ser orientada a diferentes aspectos do empreendimento, refletindo a heterogeneidade de motivações, valores e objetivos que sustentam os esforços empreendedores. No campo do empreendedorismo social, em particular, a paixão por uma causa coletiva assume papel central, atuando como força motivadora e orientadora das práticas organizacionais.

Complementarmente, o modelo dualista da paixão, proposto por Vallerand et al. (2003), introduz uma distinção fundamental entre paixão harmoniosa e paixão obsessiva. A paixão harmoniosa decorre de uma internalização autônoma da atividade empreendedora, permitindo sua integração equilibrada à identidade e à vida do indivíduo. Já a paixão obsessiva resulta de uma internalização controlada, frequentemente associada a pressões externas ou inseguranças internas, conduzindo a uma dedicação rígida e potencialmente disfuncional. No contexto empreendedor, essa distinção possui implicações relevantes, uma vez que a paixão harmoniosa tende a favorecer bem-estar, adaptabilidade e resiliência, enquanto a paixão obsessiva pode levar à sobrecarga, rigidez decisória e esgotamento.

Para compreender os processos que sustentam trajetórias empreendedoras ancoradas na identidade e na paixão, a teoria da efetuação, proposta por Sarasvathy (2001), oferece uma alternativa consistente à lógica causal tradicional. Diferentemente de abordagens que partem de metas previamente definidas, a efetuação propõe que o empreendedor construa oportunidades a partir dos meios disponíveis, compreendidos como quem ele é (identidade), o que sabe (conhecimentos e experiências) e quem conhece (rede de relações). Essa lógica se mostra particularmente adequada a contextos caracterizados por incerteza e escassez de recursos, comuns a empreendimentos sociais e de estilo de vida.

No modelo efetucional, a identidade do empreendedor ocupa posição central, influenciando decisões, vínculos estabelecidos e oportunidades mobilizadas ao longo do processo empreendedor (SARASVATHY, 2001; SILVA; LIMA, 2023). Essa centralidade da identidade torna-se ainda mais evidente no campo do empreendedorismo de estilo de vida, caracterizado pela sobreposição entre as dimensões pessoal e profissional da vida do empreendedor. Nesse tipo de empreendimento, o negócio não se configura apenas como meio

de subsistência, mas como forma de viver alinhada a valores, paixões e aspirações identitárias (LIMA; NELSON; LOPES, 2020).

Pesquisas recentes indicam que o empreendedorismo de estilo de vida frequentemente emerge a partir de meios efetuais associados a estilos de vida previamente desejados, como redes de relações, saberes acumulados e valores comunitários (LIMA, 2022; LIMA et al., 2024). Nesses contextos, a lógica da efetuação tende a se articular à bricolagem, entendida como a capacidade de recombina recursos disponíveis de maneira criativa para enfrentar restrições materiais e institucionais (BAKER; NELSON, 2005). Essa combinação se revela especialmente eficaz em cenários de crise, instabilidade ou exclusão social, nos quais soluções adaptativas e localmente enraizadas tornam-se fundamentais.

Assim, articulação entre paixão empreendedora, identidade e efetuação oferece um arcabouço teórico consistente para a análise de empreendimentos sociais inseridos em contextos de vulnerabilidade. Quando a paixão assume caráter harmonioso e se ancora em valores identitários e coletivos, ela pode contribuir para a mobilização de recursos, a construção de vínculos comunitários e a promoção de inovação social, favorecendo a resiliência organizacional e a sustentabilidade das iniciativas empreendedoras.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo adota uma abordagem qualitativa, de natureza interpretativa, orientada à compreensão aprofundada de uma trajetória empreendedora inserida em contexto de vulnerabilidade social. O delineamento metodológico fundamenta-se no estudo de caso, entendido como estratégia adequada para a análise de fenômenos complexos, contemporâneos e situados, nos quais as fronteiras entre o contexto e o objeto de investigação não são claramente definidas (STAKE, 1995; FLYVBJERG, 2006). O objetivo da pesquisa não é a generalização estatística dos achados, mas a geração de *insights* analíticos capazes de contribuir para o avanço teórico sobre identidade e paixão empreendedora.

O caso selecionado é o da Associação de Corredores Friburguenses (ASCOF), fundada em 1987, cuja trajetória ao longo de mais de três décadas revela elevada capacidade adaptativa frente a crises sucessivas, escassez de recursos e transformações institucionais. A ASCOF configura-se como um campo empírico particularmente fecundo para a investigação da articulação entre identidade, emoção e ação empreendedora em um empreendimento de caráter social e comunitário.

A base empírica do estudo é composta por dados secundários oriundos de uma pesquisa qualitativa prévia (LIMA, 2022). O material analisado inclui doze entrevistas semiestruturadas com o fundador e membros da associação, realizadas entre 2019 e 2021, além de documentos institucionais (atas, estatutos, relatórios financeiros e editais), registros audiovisuais de práticas organizacionais — especialmente durante o período da pandemia de Covid-19 — e conteúdos de cobertura midiática local. Os participantes das entrevistas foram selecionados com base em sua relevância histórica e envolvimento direto com a ASCOF, sendo a maioria composta por membros com longa trajetória de participação na organização.

A análise dos dados foi conduzida à luz da lógica da efetuação (SARASVATHY, 2001), com ênfase nos componentes identitários e afetivos que atravessam a ação empreendedora. O procedimento analítico seguiu uma codificação temática iterativa, conforme proposto por Braun; Clarke, (2006), envolvendo leitura exaustiva do material empírico, identificação de padrões recorrentes e construção progressiva de categorias analíticas. Para assegurar rigor interpretativo, foram adotadas estratégias de validação entre pares (*peer checking*), bem como o uso de matrizes analíticas sistematizadas em planilhas eletrônicas, garantindo coerência interna e rastreabilidade do processo analítico.

O percurso interpretativo desenvolveu-se em três etapas principais. A primeira consistiu na reconstrução narrativa da trajetória da ASCOF, com ênfase em episódios críticos de adaptação, crise e transformação organizacional. Em seguida, realizou-se o cotejamento analítico entre os dados empíricos e os princípios teóricos da efetuação, buscando compreender como elementos identitários e afetivos influenciam decisões e práticas empreendedoras. Por fim, procedeu-se à análise das tensões e ambivalências presentes na construção da identidade empreendedora ao longo do tempo.

Como resultado desse processo, emergiram quatro categorias analíticas centrais que estruturam a análise empírica e sustentam a discussão teórica do estudo. Essas categorias, derivadas da integração entre evidências empíricas e referencial teórico, estão sintetizadas no Quadro 1, que apresenta suas denominações, descrições analíticas e fundamentos conceituais, com vistas a conferir maior clareza e transparência ao percurso metodológico adotado.

Quadro 1 – Categorias analíticas derivadas da integração empírico-teórica

Dimensões analíticas	Descrição	Base teórica	Relevância no processo empreendedor
Centralidade identitária	Emoção positiva intensa vinculada à prática empreendedora	Baron (2008); Cardon et al. (2009); Vallerand et al. (2003)	Alimenta persistência, engajamento e criatividade
Coerência experiencial	Integração da identidade com experiências acumuladas	Giddens (1991); Sarasvathy (2001)	Promove decisões consistentes com valores e vivências
Efetuação identitária	Uso dos meios disponíveis, vínculos e saberes locais na ação empreendedora	Baker; Nelson (2005); Sarasvathy (2001)	Permite construção progressiva da identidade e das oportunidades
Valoração afetiva	Alinhamento entre o <i>self</i> vivido e decisões situadas em contextos de pressão	Giddens (1991); Sarasvathy (2001)	Favorece adaptação com autenticidade

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção apresenta os principais achados empíricos derivados da análise do caso da Associação de Corredores Friburguenses (ASCOF), organizados a partir das quatro dimensões analíticas formuladas na seção de método: centralidade identitária, valoração afetiva, coerência experiencial e efetuação identitária. As evidências analisadas foram extraídas da base empírica sistematizada por Lima (2022) e reinterpretadas à luz da teoria da efetuação (SARASVATHY, 2001), com foco na construção dinâmica da identidade empreendedora e no papel das emoções como forças orientadoras das decisões e da continuidade organizacional.

De modo geral, os resultados revelam que a identidade empreendedora associada à ASCOF se constrói como um processo contínuo e relacional, ancorado na ação prática e no envolvimento afetivo com o empreendimento. A trajetória do fundador evidencia uma sobreposição progressiva de papéis — esportista, organizador comunitário e empreendedor social — que se integram ao longo do tempo, configurando um percurso identitário cumulativo. Esse movimento é coerente com a lógica da efetuação, segundo a qual os empreendedores constroem oportunidades a partir de quem são, do que sabem e de quem conhecem (SARASVATHY, 2001), em consonância com a noção de reflexividade do *self* proposta por Giddens (1991).

3.1 CENTRALIDADE IDENTITÁRIA

A dimensão da centralidade identitária evidencia que a ASCOF não se configura apenas como um projeto organizacional, mas como uma extensão simbólica da identidade de seu fundador. Os relatos dos participantes indicam que a figura do fundador é percebida como eixo de continuidade simbólica e operacional da associação, especialmente em momentos de crise institucional e instabilidade contextual. Em episódios críticos, como a crise organizacional de 2014 e o período de isolamento social decorrente da pandemia de Covid-19, sua presença ativa funcionou como elemento de ancoragem identitária, contribuindo para a manutenção da coesão e da lógica interna da organização.

Esse achado dialoga diretamente com Cardon et al. (2009), ao evidenciar que a identidade empreendedora, quando fortemente integrada ao empreendimento, pode atuar como fonte de persistência e resiliência. A centralidade identitária observada no caso analisado reforça a compreensão da paixão empreendedora como fenômeno identitário, e não apenas motivacional, sustentando a continuidade da ação mesmo diante de adversidades prolongadas.

3.2 VALORAÇÃO AFETIVA

A valoração afetiva manifesta-se como elemento decisivo na orientação das escolhas empreendedoras. Diversos episódios empíricos indicam que decisões estratégicas relevantes — como a manutenção de eventos gratuitos em contextos de escassez, a produção artesanal de materiais simbólicos e a valorização de corredores locais — foram motivadas por sentimentos de pertencimento, responsabilidade coletiva e compromisso afetivo com a prática esportiva.

Essas evidências corroboram os argumentos de Baron (2008) e Cardon et al. (2009), ao demonstrar que emoções positivas intensas atuam como catalisadoras da ação empreendedora, influenciando julgamentos e decisões em contextos de incerteza. Além disso, o envolvimento afetivo não se restringe ao fundador, estendendo-se aos voluntários e colaboradores, cujo engajamento contínuo é sustentado por vínculos emocionais e identificação com a missão da associação. Tal achado reforça o caráter relacional da paixão empreendedora, compartilhada e reproduzida no coletivo organizacional.

3.3 COERÊNCIA EXPERIENCIAL

A dimensão da coerência experiencial refere-se à consonância entre a identidade construída ao longo do tempo e as práticas empreendedoras efetivamente adotadas. No caso da ASCOF, observou-se a recusa sistemática de propostas de patrocínio ou parcerias que implicariam a descaracterização de valores fundacionais, como imposições comerciais incompatíveis com a cultura local ou com o propósito comunitário da organização.

Essa coerência entre decisões e trajetória identitária reforça a noção de autenticidade e legitimidade baseada na continuidade narrativa do *self*, isto é, na manutenção de uma história coerente de si ao longo do tempo, mesmo diante de mudanças contextuais (GIDDENS, 1991). Mesmo diante de mudanças impostas pelo contexto, como a migração para corridas virtuais durante a pandemia, a organização preservou símbolos, narrativas e práticas alinhadas à sua história. Nessa adaptação, cada competidor passou a correr individualmente, registrando percurso e tempo por GPS e compartilhando os resultados nas redes sociais; além disso, a modalidade ampliou o alcance da prova, permitiu flexibilidade de horário e local aos atletas e manteve elementos simbólicos das corridas presenciais, como camisetas, medalhas e troféus enviados aos participantes. Tal rearranjo foi fundamental para a continuidade da associação, ao reaproveitar recursos já disponíveis, como internet, redes sociais e estruturas organizacionais preexistentes, em uma resposta compatível com práticas de bricolagem e efetuação (LIMA, 2022).

3.4 EFETUAÇÃO IDENTITÁRIA

A dimensão da efetuação identitária evidencia o uso criativo e situado dos recursos disponíveis como resposta às restrições contextuais. Diante da ausência de financiamentos expressivos ou tecnologias avançadas, a ASCOF mobilizou redes sociais, trabalho voluntário e ferramentas digitais acessíveis para manter suas atividades durante períodos de crise.

Essa dinâmica está alinhada ao princípio da lógica orientada pelos meios (*means-driven logic*), central à teoria da efetuação (SARASVATHY, 2001), bem como à noção de bricolagem empreendedora proposta por Baker; Nelson (2005). No caso analisado, contudo, a bricolagem não se limita a uma estratégia operacional, mas assume caráter identitário, uma vez que o modo de utilizar recursos reflete valores, vínculos sociais e a história da organização. Assim, identidade e oportunidade são construídas de forma simultânea e interdependente.

De forma integrada, os resultados indicam que a identidade empreendedora associada à ASCOF se constitui como um processo dinâmico, relacional e afetivamente carregado. Longe de representar um atributo prévio à ação, essa identidade emerge e se transforma continuamente por meio das práticas empreendedoras, das decisões tomadas sob incerteza e da interação com o coletivo. Nesse contexto, empreender não significa apenas implementar projetos, mas afirmar e atualizar constantemente quem se é, em um ciclo contínuo mediado pela prática, pelas emoções e pelos vínculos comunitários.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da questão de pesquisa — como a paixão empreendedora se articula à identidade na trajetória da Associação de Corredores Friburguenses (ASCOF) — este estudo demonstrou que a paixão empreendedora, quando integrada à identidade do agente, atua como eixo estruturante de práticas organizacionais resilientes em contextos de vulnerabilidade social. Longe de constituir um elemento meramente emocional ou subjetivo, a paixão revelou-se um recurso estratégico fundamental para orientar decisões, sustentar o engajamento coletivo e favorecer a continuidade institucional em cenários marcados por instabilidade.

A trajetória da ASCOF evidencia um modelo alternativo de empreendedorismo social, no qual identidade, afetividade e propósito não se opõem à racionalidade estratégica, mas a qualificam. A principal contribuição teórica do estudo reside na sistematização de quatro dimensões analíticas da identidade empreendedora — centralidade identitária, valoração afetiva, coerência experiencial e efetuação identitária — que permitem compreender como empreendedores atuantes em contextos periféricos constroem legitimidade, adaptabilidade e resiliência mesmo diante de restrições estruturais. Essas dimensões ampliam o debate sobre identidade empreendedora ao evidenciar sua articulação com lógicas situadas de ação, como a efetuação, especialmente em empreendimentos orientados ao impacto social.

Ao incorporar a noção de subotimalidade criativa, associada às soluções subótimas da bricolagem empreendedora, este estudo reforça que respostas consideradas tecnicamente imperfeitas podem alcançar elevada eficácia simbólica e organizacional quando coerentes com valores identitários e vínculos comunitários (BAKER; NELSON, 2005; LIMA, 2022). No caso da ASCOF, essa lógica manifestou-se na adoção de soluções econômicas, improvisadas e funcionais, como a fabricação própria de troféus e medalhas com materiais reaproveitados, a construção de estruturas de prova com recursos acessíveis e adaptações simples nos percursos.

Em diferentes contextos de crise — institucional, ambiental e sanitária —, a fidelidade aos princípios fundadores favoreceu processos de reinvenção organizacional, permitindo respostas adaptativas consistentes com a história, o propósito e o estilo de atuação do empreendimento.

Do ponto de vista teórico, este artigo contribui para o campo do empreendedorismo social e de estilo de vida ao integrar identidade, paixão e lógicas pautadas na ação, dialogando com abordagens críticas que questionam modelos excessivamente centrados na racionalidade econômica ou na escassez de recursos. Ao reposicionar a identidade como vetor de coerência estratégica, o estudo amplia a compreensão dos processos empreendedores em contextos de vulnerabilidade, enfatizando sua natureza relacional, contingencial e culturalmente situada.

As implicações práticas dos achados também são relevantes. Para empreendedores sociais, os resultados indicam a importância de reconhecer e cultivar elementos identitários e afetivos como fundamentos da ação consistente e inovadora. Para formuladores de políticas públicas, destaca-se a necessidade de valorizar iniciativas baseadas em pertencimento comunitário, inovação frugal e mobilização de recursos locais, por meio de programas e instrumentos que reconheçam práticas enraizadas em identidades territoriais e coletivas.

Apesar das contribuições apresentadas, este estudo apresenta limitações. A análise de um único caso restringe a possibilidade de generalizações amplas, embora a profundidade empírica permita reflexões teóricas relevantes. Além disso, a predominância de dados secundários limita a observação direta de dinâmicas identitárias em tempo real. Pesquisas futuras podem aplicar o modelo analítico proposto a outros arranjos organizacionais e contextos sociais, bem como desenvolver instrumentos empíricos, qualitativos e quantitativos, para investigar os efeitos estratégicos da identidade empreendedora em diferentes fases do ciclo de vida organizacional.

Em síntese, ao deslocar o foco do empreendedor como agente exclusivamente racional e reposicionar a identidade como núcleo articulador de sentido, decisão e permanência, este estudo oferece um marco analítico consistente para compreender o empreendedorismo em contextos marcados por incerteza e restrições estruturais. O caso da ASCOF evidencia que a vulnerabilidade, quando mediada por paixão empreendedora e identidade compartilhada, pode se transformar em fonte de resiliência organizacional e impacto social sustentável.

REFERÊNCIAS

- BAKER, T.; NELSON, R. E. Creating something from nothing: resource construction through entrepreneurial bricolage. *Administrative Science Quarterly*, v. 50, n. 3, p. 329-366, 2005. DOI: 10.2189/asqu.2005.50.3.329.
- BARON, R. A. The role of affect in the entrepreneurial process. *Academy of Management Review*, v. 33, n. 2, p. 328-340, 2008. DOI: 10.5465/amr.2008.31193166.
- BRAUN, V.; CLARKE, V. Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, v. 3, n. 2, p. 77-101, 2006. DOI: 10.1191/1478088706qp063oa.
- CARDON, M. S.; GLAUSER, M.; MURNIEKS, C. Y. Passion for what? Expanding the domains of entrepreneurial passion. *Journal of Business Venturing Insights*, v. 8, p. 24-32, 2017. DOI: 10.1016/j.jbvi.2017.05.004.
- CARDON, M. S.; WINCENT, J.; SINGH, J.; DRNOVSEK, M. The nature and experience of entrepreneurial passion. *Academy of Management Review*, v. 34, n. 3, p. 511-532, 2009. DOI: 10.5465/amr.2009.40633190.
- FLYVBJERG, B. Five misunderstandings about case-study research. *Qualitative Inquiry*, v. 12, n. 2, p. 219-245, 2006. DOI: 10.1177/1077800405284363.
- GIDDENS, A. *Modernity and self-identity: self and society in the late modern age*. Cambridge: Polity Press, 1991.
- LIMA, E. Empreender com modos não schumpeterianos (ou alternativos): efetuação e bricolagem para superar crises. *Revista de Empreendedorismo e Gestão de Pequenas Empresas*, v. 11, n. 3, e2344, 2022. DOI: 10.14211/ibjesb.e2344.
- LIMA, E. de O.; MOREIRA SILVA, J. P.; LOPES, R. M. A.; CUNHA, J. A. C. da. Enfrentamento de crises no empreendedorismo e effectuation. *REGEPE Entrepreneurship and Small Business Journal*, v. 13, n. 3, e2618, 2024. DOI: 10.14211/regepe.esbj.e2618.
- LIMA, E.; NELSON, R.; LOPES, R. M. A. Inesperadas sinergias e o sub-ótimo: bricolagem e efetuação no empreendedorismo de estilo de vida. In: **XI EGEPE - ENCONTRO DE ESTUDOS SOBRE EMPREENDEDORISMO E GESTÃO DE PEQUENAS EMPRESAS**, 11., 2020, Belo Horizonte, MG, Brasil. *Anais do XI EGEPE - Encontro de Estudos sobre Empreendedorismo e Gestão de Pequenas Empresas*. Campinas: Galoá, 2020. DOI: 10.14211/xi-egepe-118160.
- SARASVATHY, S. D. Causation and effectuation: toward a theoretical shift from economic inevitability to entrepreneurial contingency. *Academy of Management Review*, v. 26, n. 2, p. 243-263, 2001. DOI: 10.2307/259121.
- SILVA, A. D. F.; LIMA, E. O. Effectuation and identity in entrepreneurship: a systematic review. *Contextus – Revista Contemporânea de Economia e Gestão*, v. 21, e81481, p. 1-21, 2023. DOI: 10.19094/contextus.2023.81481.

STAKE, R. E. *The art of case study research*. Thousand Oaks: Sage Publications, 1995.
VALLERAND, R. J. et al. Les passions de l'âme: on obsessive and harmonious passion.
Journal of Personality and Social Psychology, v. 85, n. 4, p. 756-767, 2003. DOI:
10.1037/0022-3514.85.4.756.

VWPI (Valorant Win Probability Index): um contraponto analítico às odds das casas de apostas



VWPI (Valorant Win Probability Index):
an analytical counterpoint to betting odds.

Renan Martins 

Fatec Santos
qs.zero@gmail.com

Andrey Watanuki 

Fatec Santos
andreysw123@gmail.com

Vitor Soares 

Fatec Santos
vitor33c50@gmail.com

Vagner dos Santos Macedo 

Fatec Santos
josepazetti@gmail.com

Guilherme Onorio 

Fatec Santos
guiopsilva@gmail.com

Revista Processando o Saber

eISSN 2179-5150 · Vol 18, n. 01, 2026
Multidisciplinar · DOI · Revisão por pares

Faculdade de Tecnologia Praia Grande – FATEC

Períodicidade: Anual
revista@fatecpg.edu.br

Recebido: Jan 2026

Aceito: Mar 2026

Publicado: Jun 2026

URL: <https://www.fatecpg.edu.br/revista/index.php/ps/article/view/462>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.20076441>



RESUMO

Este estudo propõe o desenvolvimento de modelo híbrido de machine learning, utilizando os algoritmos XGBoost e Skellam, para a previsão de vitórias no jogo eletrônico Valorant. Diante da ascensão dos eSports e da viabilidade de abordagens data-driven, a pesquisa introduz o modelo VWPI (Valorant Win Probability Index). O objetivo central é estabelecer um indicador para mensurar a contribuição individual de cada jogador, conforme sua função específica, no cálculo da probabilidade de vitória da equipe. A metodologia baseou-se na análise de dados de 1.360 partidas, permitindo que o classificador estime o valor posicional e o impacto de cada integrante no resultado final. Os resultados demonstram que o modelo é capaz de superar as probabilidades estipuladas por bookmakers ao detectar variáveis de desempenho. Conclui-se que o modelo VWPI apresenta-se como uma ferramenta viável e robusta para a modelagem estatística e computacional de placares em competições.

PALAVRAS-CHAVE: Apostas; Ciência de Dados; Valorant; VWPI; XGBoost.

ABSTRACT

This study proposes the development of a hybrid machine learning model, based on the XGBoost and Skellam algorithms, for predicting victories in the electronic game Valorant. Given the rise of eSports and the feasibility of data-driven approaches, the research introduces the VWPI (Valorant Win Probability Index) model. The central objective is to establish an indicator to measure the individual contribution of each player, according to their specific role, in calculating the team's win probability. The methodology was based on the analysis of data from 1,360 matches, allowing the classifier to estimate positional value and the impact of each member on the final result. The results demonstrate that the model is capable of outperforming the odds set by bookmakers by detecting key performance variables. It is concluded that the VWPI model presents itself as a viable and robust tool for the statistical and computational modeling of scores in competitive gaming.

KEY-WORDS: Betting; Data Science; Valorant; VWPI, XGBoost.

INTRODUÇÃO

As apostas esportivas configuram-se como prática amplamente difundida na atualidade, marcada por significativo impacto social e econômico (Williams et al., 2017). Dada a contemporaneidade, o crescimento desse setor decorre da flexibilização regulatória, da expansão das plataformas digitais e do uso intensivo de estratégias de *marketing*, transformando um palpite casual em um ecossistema bruto entre o entretenimento e o ajuste financeiro (Russel et al., 2018).

Levando em consideração o crescimento no mercado global, o cenário de *betting* alcançou valor estimado em 243 bilhões de dólares em 2023, tendo o futebol como principal segmento (Ibisworld apud Torrance et al., 2023; Feng et al., 2017).

Contudo, trata-se de um modelo de negócio fundamentado em princípios matemáticos e estatísticos para as casas de apostas (*bookmakers*), no qual atuam como intermediárias, calculando probabilidades por meio de análises quantitativas e avaliações especializadas para reduzir seus riscos financeiros (Dmochowski, 2023), assumindo o papel de contraparte das apostas, baseando-se tanto em métodos estatísticos quanto em avaliações subjetivas de especialistas para minimizar erros de avaliações (Mandadapu, 2024; Terawong et al., 2024).

Nesse contexto, uma aposta é considerada justa quando o retorno líquido esperado é nulo, o que ocorreria se a *odd* correspondesse exatamente ao inverso da probabilidade real do evento. Contudo, são ajustadas sistematicamente essas probabilidades, de modo que as *odds* oferecidas incorporam margem de lucro, assegurando vantagem à instituição como se fosse a precificação de ativos do mercado financeiro (Jiménez, 2023; Walsh; Joshi, 2024).

Em um ambiente lúdico caracterizado pela presença de apostas, a busca por abordagens mais realistas e aderentes às dinâmicas dos jogos e aos modelos probabilísticos evidencia a necessidade de novas ferramentas, tanto para aprimorar a inteligência do jogo quanto para estimar os retornos das apostas com base nas *odds* definidas pelos *bookmakers*, vendo a ascensão dos esportes eletrônicos (*eSports*), representa uma transformação no cenário competitivo global (Mangat et al., 2024), consolidando-se como setor econômico relevante (Galekwa et al., 2024; Hing et al., 2023).

A compreensão sobre essa lógica para os *eSports* é essencial pelos desafios matemáticos, probabilísticos e computacionais que se apresentam. Sob uma abordagem data-driven, o novo indicador deve estimar a contribuição posicional e o valor efetivo do jogador para a vitória, utilizando dados granulares (eventos *in-game*) que capturem o impacto de ações específicas além de métricas estatísticas convencionais (Pelechrinis; Winston, 2018). A seleção

do modelo de *machine learning* deve priorizar a calibração (proximidade da probabilidade real), o que resulta em maior retorno sobre o investimento (ROI) do apostador (Walsh; Joshi, 2024).

Portanto, este estudo busca identificar ineficiências no mercado de apostas em *eSports* por meio de modelos de *machine learning*, visando detectar “apostas de valor” e superar as probabilidades das casas a partir de calibração de probabilidades e avaliação das métricas de desempenho propostas, como o classificador de jogadores capaz de estimar valor posicional e integração em equipes, apoiando previsões de desempenho com base em análises quantitativas e preditivas.

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A expansão da tecnologia e da ciência de dados transformou a forma como o esporte e as apostas são compreendidos, resultando em uma integração crescente entre estatística, comportamento humano e economia digital. O uso de modelos probabilísticos para prever eventos esportivos surgiu da aplicação de princípios financeiros de precificação e gestão de risco, ganhando visibilidade no início dos anos 2000 e redefiniu a maneira de interpretar o desempenho em competições (Galekwa *et al.*, 2024).

Nos *eSports*, especialmente em títulos como *Valorant*, esse processo ainda é embrionário. Pesquisas sobre comportamento de apostadores mostram que o mercado digital tende a ser dominado por decisões influenciadas pela emoção e pela narrativa, e não por análises baseadas em dados concretos (Greer *et al.*, 2021).

Essa relação emocional com o risco é interpretada pela literatura como uma manifestação da chamada gambificação, fenômeno em que o entretenimento competitivo é entrelaçado com atividades de risco financeiro (Hing *et al.*, 2023). Dessa forma, o cenário evidencia como a aposta em *eSports*, apesar de integrar tecnologia, carece de métodos quantitativos e rigor analítico, favorecendo ineficiências cognitivas e decisões enviesadas.

Também é notável o crescimento do mercado global de apostas digitais, que movimenta bilhões de dólares e estimula inovação em algoritmos de precificação e plataformas interativas (Kim *et al.*, 2023).

A expansão do uso de dados nas apostas esportivas introduz riscos metodológicos, uma vez que maior volume informacional não garante aplicação estruturada, dificultando a padronização analítica. Nesse cenário, o emprego de *machine learning* em sistemas preditivos surge como alternativa técnica para elevar a acurácia e mitigar vieses humanos. Estudos

recentes indicam que a integração de variáveis históricas, contextuais e comportamentais amplia substancialmente a precisão em relação a abordagens tradicionais (Galekwa *et al.*, 2024).

O *Valorant Win Probability Index* (VWPI) propõe-se, portanto, a representar a materialização desse avanço, utilizando fundamentos estatísticos e computacionais para estruturar previsões objetivas e transparentes, alinhadas à evolução dos estudos científicos sobre apostas digitais.

1.1 A REVOLUÇÃO ANALÍTICA DE MATTHEW BENHAM E O PARADIGMA MONEYBALL

Matthew Benham, físico e analista financeiro, introduziu no futebol técnicas estatísticas e de gestão de risco inspiradas no mercado financeiro. Sua abordagem propôs tratar partidas e desempenhos como eventos probabilísticos, substituindo a intuição por modelagem matemática. Essa visão foi um marco na evolução do esporte, permitindo o uso de dados quantitativos para mensurar desempenho e prever resultados (Manoel, 2025).

O método de Benham se alinhou à crescente profissionalização da análise esportiva, que visava eliminar vieses cognitivos e subjetividades nas decisões (Rao; Hastie, 2022), compondo técnicas semelhantes às usadas em finanças e consolidando o futebol como campo no uso probabilístico de dados, bem como o cenário de apostas digitais e dos *eSports* (Greer *et al.*, 2021).

1.2 O MERCADO DE APOSTAS ESPORTIVAS COMO SISTEMA PROBABILÍSTICO E O CONCEITO DE COTAÇÕES JUSTAS

O mercado de apostas esportivas, conforme Galekwa *et al.* (2024), funciona como um sistema econômico baseado em probabilidades objetivas e nas leis da estatística aplicada à precificação e gestão de risco. Cada cotação (*odd*) representa matematicamente o preço de uma probabilidade implícita, definida pela seguinte relação:

$$P = \frac{1}{O}$$

onde:

- P é a probabilidade implícita;
- O é a cotação decimal (*odd*).

Por exemplo, uma *odd* de 2,50 reflete a probabilidade de 0,40, ou seja, 40% de chances de ocorrência do evento (Galekwa *et al.*, 2024). A partir dessa lógica, define-se a probabilidade verdadeira (*true odd*), que representa o equilíbrio entre risco e retorno em uma aposta neutra, calculada por:

$$P_r = \frac{1}{P(e)}$$

A cotação justa (*fair odd*) é, portanto, o valor matematicamente neutro de uma aposta, em que o valor esperado (*expected value*) é nulo. Esse valor pode ser expresso pela equação:

$$EV = (P_r \times G) - ((1 - P_r) \times C)$$

em que:

- EV é o valor esperado;
- P_r é a probabilidade real;
- G é o ganho potencial;
- C é o custo da aposta.

Quando $EV > 0$, identifica-se uma aposta de valor positivo (*value bet*), ou seja, uma oportunidade de vantagem estatística no longo prazo (Rao; Hastie, 2022).

Contudo, as casas de apostas adicionam uma margem operacional ao sistema, denominada *overround*, calculada pela soma das probabilidades implícitas de todos os resultados possíveis, que ultrapassa 100%:

$$O_v = \sum_{i=1}^n \frac{1}{O_i}$$

em que:

- O_i : odd (cotação) oferecida para cada resultado i ;
- n : número total de resultados possíveis (por exemplo, vitória, empate e derrota);
- O_v : resultado da soma das probabilidades implícitas ($\frac{1}{O_i}$) de todos os resultados.

Pode-se exemplificar:

$$\text{Vitória da Equipe A: } O_{t1} = \frac{1}{2,50} = 0,40 \text{ (40\%)}$$

$$\text{Empate: } O_{t2} = \frac{1}{3,20} = 0,3125 \text{ (31,25\%)}$$

$$\text{Vitória da Equipe B: } O_{t3} = \frac{1}{2,80} = 0,3571 \text{ (35,71\%)},$$

A soma dessas probabilidades é $0,40 + 0,3125 + 0,3571 = 1,0696$ (ou seja, 106,96%). O excesso de 6,96% representa o *overround* (Ov), a margem de lucro que garante retorno à casa, assegurando lucro esperado sobre qualquer resultado (Alves de Freitas, 2025).

Esse princípio é essencial para o cálculo de apostas de valor positivo, que ocorrem quando a probabilidade estimada pelo modelo analítico do apostador supera a probabilidade implícita na cotação ofertada:

$$P(e) \text{ modelo} > \frac{1}{O_m}$$

Dessa forma, compreender e estimar corretamente as *true odds* permite construir modelos preditivos de alta precisão e detectar ineficiências nos mercados de apostas.

Esse sistema aproxima as apostas esportivas da lógica dos mercados financeiros, em que se busca eficiência informacional - todas as informações disponíveis refletem-se no preço das *odds*. Contudo, estudos apontam que o comportamento humano viola essa eficiência através de vieses cognitivos, como a falácia do apostador, a tendência de superestimar sequências de sucesso e o excesso de confiança (Greer *et al.*, 2021).

Tais distorções criam ineficiências exploráveis por modelos preditivos e técnicas de *machine learning*, capazes de estimar probabilidades reais de forma mais precisa que a intuição

humana. Assim, o mercado de apostas pode ser interpretado como um sistema probabilístico dinâmico, em que o conhecimento estatístico e a modelagem de dados se tornam instrumentos centrais de vantagem competitiva e precisão preditiva (Kim *et al.*, 2023).

1.3 A GAMBLIFICAÇÃO DOS ESPORTS E SUAS IMPLICAÇÕES

A gambificação dos *eSports* pode ser compreendida como o processo pelo qual elementos típicos do jogo de azar são incorporados ao ecossistema dos jogos competitivos digitais. Nesse contexto, práticas originalmente voltadas ao entretenimento passam a incluir mecanismos de aposta, risco e recompensa financeira, aproximando-se de dinâmicas especulativas. Essa transformação ocorre por meio de diferentes modalidades, como as apostas em partidas de *eSports*, o *skin betting* — no qual itens virtuais dos jogos são utilizados como moeda de aposta — e o *token wagering*, que envolve o uso de criptomoedas ou ativos digitais (Kim *et al.*, 2023). Assim, a experiência do jogador deixa de ser exclusivamente recreativa e passa a integrar lógicas econômicas baseadas em incerteza, expectativa de ganho e exposição ao risco (Mattinen; Macey; Hamari, 2023).

Pesquisas empíricas identificam que apostadores em *eSports* apresentam maior vulnerabilidade a comportamentos problemáticos em comparação aos apostadores esportivos tradicionais, especialmente entre jovens adultos com alta imersão em ambientes digitais (Greer *et al.*, 2021).

O mercado global de apostas em *eSports* consolidou-se como um dos segmentos mais dinâmicos da indústria do entretenimento digital, movimentando, em 2025, aproximadamente US\$ 12,66 bilhões e com projeções de alcançar US\$ 20,39 bilhões até 2029, impulsionado por inovações tecnológicas, integração transnacional e expansão das plataformas de *betting* digitais (Research and Markets, 2025).

A estrutura desse mercado abrange apostas pré-jogo e em tempo real, baseadas em fluxos contínuos de dados e na interação com o público, integrando algoritmos probabilísticos e previsões fundamentadas em dados históricos e contextuais. Essa abordagem apoia-se em modelos preditivos análogos à gestão de portfólios financeiros, empregando regressão logística e *random forest* para estimar valores esperados e otimizar retornos (Lessmann *et al.*, 2010).

No caso específico de *Valorant*, a consolidação do título como disciplina de *eSports* competitivos desde 2020 catalisou a criação de mercados paralelos de apostas, especialmente pela presença de torneios licenciados e forte audiência digital. As plataformas oferecem linhas

de apostas para eventos, utilizando métricas de desempenho individual e de equipes para precificação dinâmica das *odds* a partir de aprendizado supervisionado e redes neurais para detectar padrões táticos e probabilísticos com elevada acurácia (Terawong, Cliff, 2024).

1.4 CIÊNCIA DE DADOS E MODELAGEM ESTATÍSTICA EM APOSTAS ESPORTIVAS

A ciência de dados aplicada às apostas esportivas fundamenta-se na combinação entre mineração de dados (*data mining*), estatística inferencial e técnicas de aprendizado supervisionado, visando à predição probabilística de resultados e à identificação de ineficiências de mercado. Modelos como regressão logística, *random forest* e *gradient boosting* são empregados para estimar probabilidades condicionais de vitória, derrota ou empate, analisando atributos de equipes, jogadores, contexto de jogo e histórico de desempenho (Galekwa *et al.*, 2024).

A síntese teórica dessas abordagens revela forte analogia com modelos econométricos de precificação de ativos, nos quais o princípio de maximização de retorno esperado é ajustado pelo risco (Matej *et al.*, 2021).

O *data mining* permite a extração de padrões ocultos em grandes volumes de dados esportivos, integrando fontes heterogêneas como estatísticas de desempenho, variáveis contextuais (clima, local e arbitragem) e até sentimento público medido por redes sociais. Técnicas como *Support Vector Machines* (SVM), *random forests* e Redes Neurais Artificiais oferecem robustez na modelagem de sistemas não lineares e altamente correlacionados, favorecendo análises dinâmicas de precificação de *odds* e gerenciamento de risco. Contudo, essas ferramentas enfrentam restrições associadas à qualidade dos dados, presença de ruído, vieses amostrais e volatilidade contextual, que limitam a generalização das previsões (Galekwa *et al.*, 2024).

Os modelos supervisionados são otimizados por métricas como *Area Under the Curve* (AUC), *Brier Score* e *Rank Probability Score* (RPS), mas a acurácia também depende de ajustes de calibração e da capacidade de atualização contínua a partir de dados ao vivo. O aprendizado adaptativo, por meio de algoritmos como *XGBoost* e *LSTM* (*Long Short-Term Memory*), tem sido testado na predição esportiva em tempo real, com destaque para o uso de arquiteturas híbridas que combinam aprendizado supervisionado e técnicas bayesianas de atualização. Ainda que esses modelos apresentem desempenho superior aos métodos estatísticos

tradicionais, persistem desafios éticos e metodológicos, sobretudo na transparência algorítmica e na gestão de predição (Thabtah *et al.*, 2019).

Portanto, a interseção entre estatística inferencial e inteligência artificial redefine a lógica das previsões em apostas esportivas. Ao transformar o ruído estocástico em informação estruturada, a modelagem baseada em *machine learning* não apenas amplia a eficiência dos mercados de apostas, mas também impõe a necessidade de regulação técnica e epistemológica sobre o uso de dados massivos em contextos de risco e lucro.

1.5 VALORANT

Valorant é um jogo digital do gênero *First-Person Shooter* (FPS), desenvolvido pela *Riot Games* em 2020, inserido no cenário de *eSports*. O título combina mecânicas clássicas de tiro tático em equipe com habilidades exclusivas atribuídas a personagens jogáveis denominados agentes, integrando desempenho individual e estratégia coletiva. Sua estrutura competitiva e a mensuração de métricas de performance têm fundamentado pesquisas em ciência de dados, inteligência artificial e engenharia de software, ampliando investigações em estatística aplicada, psicometria e análise de partidas (Riot Games, 2026).

No modo competitivo, duas equipes compostas por cinco jogadores alternam-se entre ataque e defesa ao longo de até 25 rodadas no formato “*plant/defuse*”, vencendo quem alcançar 13 rodadas. A equipe ofensiva deve instalar o artefato denominado “*spike*” em áreas específicas do mapa, enquanto a defensora busca impedir a ação ou desativá-lo. Embora inspirado em modelos tradicionais do gênero, o jogo distingue-se pela exigência de uso estratégico das habilidades singulares de cada agente, além da proficiência no manuseio de armamentos (Riot Games, 2026).

Os agentes distribuem-se em quatro funções: Duelistas, focados em confrontos diretos; controladores, responsáveis por modular áreas do mapa; Sentinelas, voltados à contenção e defesa; e Iniciadores, especializados em geração de informação e criação de oportunidades táticas. O balanceamento dessas funções é investigado por meio de métricas como taxa de vitória e frequência de escolha, bem como por algoritmos de agrupamento aplicados à análise de interações e dinâmicas coletivas (Riot Games, 2026).

1.5.1 Estatística e Métricas de Desempenho

A mensuração do desempenho em *Valorant* permeia diversas métricas, tanto individuais quanto coletivas. A *Kills/Deaths/Assists (KDA)* representa a relação entre abates, mortes e assistências, fundamental para caracterizar o impacto do jogador; o *Average Combat Score (ACS)* funciona como indicador composto que agrega contribuições por dano, eliminações, assistências e impacto tático; e o percentual de *headshot* mede a precisão e eficiência das ações ofensivas.

Além dessas métricas fundamentais, outras variáveis com elevada relevância para predição de resultados incluem:

- a) ***kd_diff_total (Diferença de Kills-Deaths)***: Captura o desempenho relativo do jogador em relação às quedas, representando o saldo líquido de eliminações. Essa métrica isolada remove a interferência das assistências, focando especificamente na capacidade de derrotar adversários sem ser eliminado;
- b) ***rating_total (Rating Total)***: Sintetiza a contribuição geral do jogador através de uma métrica composta que pondera múltiplos fatores de desempenho. O *rating* total normalmente incorpora eliminações, dano infligido, objetivos completados e sobrevivência, oferecendo uma visão holística do impacto do jogador na partida;
- c) ***KAST (Kill, Assist, Survival, Trade)***: Indicador que avalia a participação ativa em rodadas, medindo a proporção de rodadas nas quais o jogador obteve pelo menos uma das quatro ações: eliminou um inimigo, assistiu uma eliminação, sobreviveu à rodada ou trocou sua morte por um ou mais inimigos. Essa métrica é particularmente relevante para avaliar consistência e engajamento tático;
- d) ***econ_rating (Economic Rating)***: Reflete o impacto das decisões econômicas do jogador, considerando o desempenho em relação aos recursos investidos em armas e utilidades. Valor elevado indica eficiência ao converter gastos econômicos em resultados ofensivos ou defensivos;
- e) ***first_kills_total (Eliminações Iniciais)***: Determinam o curso tático da rodada, pois uma eliminação inicial desequilibra numericamente o confronto e oferece vantagem estratégica significativa. Essa métrica é crítica para entender a capacidade do jogador em criar oportunidades no início dos engajamentos;
- f) ***first_deaths_total (Mortes Iniciais)***: Igualmente determinantes para o curso tático da rodada, uma morte inicial coloca o time em desvantagem numérica imediata. O registro permite avaliar vulnerabilidades posicionais e decisões táticas arriscadas;
- g) ***multikill_2k, multikill_3k, multikill_4k, multikill_5k (Multikills)***: Indicadores de potência ofensiva que medem a capacidade do jogador de eliminar múltiplos adversários em sequência rápida, representando momentos de dominância individual e que resultam em viradas de rodada ou consolidação de vantagens;
- h) ***ADR (Average Damage Rating)***: Quantifica o dano médio infligido por rodada, independentemente de resultar em eliminações. Essa métrica é especialmente relevante para avaliar a eficiência do posicionamento, escolha de armas e precisão, oferecendo uma medida contínua de contribuição ofensiva mesmo em rodadas sem eliminações confirmadas;

- i) **plants (Plantios de Spike):** Ação objetiva realizada pelo time atacante. Registra quantas vezes o jogador instalou o spike, refletindo participação em objetivos primários da equipe e exposição a risco tático ao realizar ação crítica;
- j) **defuses (Desativações de Spike):** Ação objetiva realizada pelo time defensor. Registra quantas vezes o jogador realizou a desativação do spike, indicando participação crucial em defesa de objetivo e frequentemente exigindo tomada de decisão estratégica sob pressão.

Tais indicadores são utilizados em análises comparativas e ajustes de modelos preditivos em *machine learning* e inteligência artificial. Estudos recentes têm recorrido a conjuntos de dados extraídos de ligas profissionais, como a *Valorant Champions Tour* (VCT), para estudar o impacto das decisões táticas na dinâmica da partida. Análises por *cluster*, métricas de desempenho coletivo e modelos de predição de resultados que são capazes de capturar nuances que métodos agregados simples não identificam.

Adicionalmente, o gerenciamento econômico, a seleção de agentes e as composições de equipe configuram variáveis centrais em modelos matemáticos de predição e balanceamento competitivo. Embora situações de *clutch* (inferioridade numérica) possuam relevância estratégica, sua baixa variância discriminativa em grandes amostras indica que a performance individual tende a ser melhor representada por métricas compostas, como KAST e *rating* total.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Trata-se de um estudo descritivo, exploratório e quantitativo-transversal, baseado em técnicas computacionais de extração, processamento e análise de dados aplicadas à previsão de resultados em partidas de *eSports*, mais especificamente, partidas de *Valorant*. O objetivo da pesquisa foi estruturar uma arquitetura de coleta, atualização e modelagem de dados que possibilitasse identificar padrões de desempenho e estimar a probabilidade de vitória ou derrota das equipes, utilizando informações estatísticas das partidas registradas na base *vlr.gg*.

O ambiente de execução foi configurado em uma infraestrutura virtualizada via Docker, integrando a plataforma *Coolify* e uma REST API responsável pela obtenção sistemática dos dados. Essa API foi composta por endpoints específicos: `/match`, que retorna todas as partidas disponíveis, e `/match/:id`, que fornece os detalhes estatísticos, incluindo indicadores de desempenho dos jogadores, equipes e seus respectivos `vlr_id`.

A automação da coleta foi conduzida pelo Apache Airflow, que operou como orquestrador de fluxos de atualização em intervalos de 24 horas, garantindo a integridade dos

registros temporais. Os dados foram armazenados em um banco PostgreSQL, estruturado em formato relacional, com dados consolidados de jogadores, equipes e resultados de partidas.

Na etapa analítica, utilizou-se *Jupyter Notebook* para a condução da análise exploratória de dados (EDA) e subsequente aplicação de modelos preditivos. Inicialmente, os dados foram tratados para cálculo de métricas agregadas com base nas dez últimas partidas dos jogadores de cada equipe, representando o desempenho recente e a forma atual.

Para a modelagem preditiva, aplicou-se o *Extreme Gradient Boosting (XGBoost)* a fim de estimar o peso estatístico de cada posição de jogador no desempenho coletivo. Em seguida, utilizou-se o algoritmo *Skellam*, adaptado para prever resultados, modelando a diferença de pontuações médias entre as equipes. A combinação entre os modelos permitiu gerar probabilidades de vitória com maior precisão e consistência, considerando os aspectos individuais e coletivos das equipes.

Essa metodologia possibilitou a construção de um sistema capaz de prever resultados de forma objetiva e probabilística, propondo práticas contemporâneas de inteligência artificial aplicada à análise de desempenho esportivo, com potencial de contribuição em previsão estatística e gestão de risco em contextos digitais.

Abaixo, serão descritas as principais ferramentas e tecnologias empregadas, bem como suas respectivas funções dentro da arquitetura computacional utilizada na pesquisa.

a) Coleta e Estruturação de Dados

Fundamenta-se nos princípios da engenharia de dados e no modelo de integração Extração, Transformação e Carga (ETL), conforme delineado por Kimball (2008) e Inmon (2005), que ressaltam a importância da padronização e automação dos fluxos de dados para análises sistemáticas e reproduzíveis.

A coleta foi realizada por meio de *endpoints* REST, */match* e */match/:id*, responsáveis, respectivamente, por retornar as partidas disponíveis e detalhar estatísticas individuais de cada jogador. O sistema foi orquestrado pelo *Apache Airflow*, que coordenou o fluxo ETL em intervalos de 24 horas e armazenou os dados processados em um banco PostgreSQL. A virtualização foi conduzida em *Docker*, empregando o *Coolify* para gerenciar os serviços, garantindo reprodutibilidade e escalabilidade ao processo.

b) Análise Exploratória de Dados (EDA)

A análise exploratória de dados constitui etapa fundamental para a extração sistemática de informações, possibilitando a identificação de padrões e modelos plausíveis a serem posteriormente submetidos à análise confirmatória ou à inferência estatística. Esse processo envolve abordagens sistemáticas tanto na coleta de observações empíricas quanto na análise dos dados, contemplando descrições quantitativas e qualitativas e a delimitação das inter-relações entre as propriedades do fenômeno investigado (Medri, 2011; Marconi; Lakatos, 2023).

A análise exploratória foi aplicada com o uso das bibliotecas *Pandas*, *NumPy*, *Matplotlib* e *Seaborn* no *Python*, permitindo a identificação de padrões, distribuição de variáveis e tratamento de dados ausentes (*missing values*). Esses processos subsidiam a preparação dos dados para a etapa preditiva, garantindo a consistência e qualidade das observações estatísticas extraídas.

c) Análise Preditiva e Modelagem Estatística

A aplicação da Análise Preditiva possibilita a identificação de padrões nos dados, permitindo prever desfechos e direcionamentos futuros. Essa abordagem capacita as empresas e instituições a agirem de forma proativa diante das circunstâncias e a assumirem uma posição estratégica em relação ao seu crescimento e evolução a longo prazo (Turban, 2017 apud Soares, 2018).

Neste trabalho, a análise preditiva foi orientada por modelos de aprendizado supervisionado, utilizando o algoritmo *XGBoost* como técnica principal de previsão. Com base nas dez últimas partidas de cada equipe, o modelo calculou pesos estatísticos para as variáveis de desempenho, gerando uma previsão binária de vitória ou derrota.

d) Otimização de Hiperparâmetros com *Optuna*

O processo de otimização de hiperparâmetros consiste na busca sistemática pelos melhores valores de parâmetros que maximizem o desempenho de um modelo de aprendizado de máquina (Hutter, Kotthoff & Vanschoren, 2019). Um modelo otimizado tende a apresentar melhor capacidade de generalização, reduzindo o erro de validação e evitando tanto o *underfitting* quanto o *overfitting*.

Neste estudo, empregou-se a ferramenta *Optuna*, uma biblioteca de código aberto em *Python* desenvolvida por Akiba *et al.* (2019), baseada no paradigma de otimização bayesiana sequencial (*Sequential Model-Based Optimization* – SMBO). O *Optuna* conduz a otimização por meio de busca adaptativa, ajustando os hiperparâmetros conforme o histórico dos resultados anteriores — diferentemente de métodos tradicionais, como *grid search* e *random search*, que realizam explorações cegas do espaço de busca.

No contexto da pesquisa, o *Optuna* foi aplicado para otimizar os parâmetros do modelo *XGBoost*, especificamente o número de estimadores, a profundidade máxima das árvores, a taxa de aprendizado e o parâmetro de regularização.

A interação entre o *Optuna* e o *XGBoost* permitiu obter um modelo mais eficiente, ajustado aos padrões estatísticos e computacionais do conjunto de dados.

e) Aprendizado de Máquina com *XGBoost*

O *XGBoost* é uma técnica de aprendizado supervisionado baseada no método de construção aditiva de árvores de decisão, em que cada nova árvore é treinada para corrigir os erros do modelo anterior (Chen & Guestrin, 2016). Essa abordagem de *boosting* permite combinar múltiplos modelos fracos para formar um modelo robusto, com maior capacidade preditiva e menor viés estatístico.

Do ponto de vista teórico, o *XGBoost* se destaca pelo uso de funções de custo regularizadas, o que controla a complexidade do modelo e reduz o risco de sobreajuste. Além disso, a técnica implementa otimizações no uso da memória e do paralelismo, favorecendo o alto desempenho em grandes volumes de dados (Bishop, 2006). A seguir, a fórmula do modelo do *XGBoost*:

O valor predito pelo *XGBoost* ($\hat{y}_i$) é a soma das saídas de K árvores de decisão treinadas sequencialmente:

$$\hat{y}_i = \sum_{k=1}^K f_k(x_i)$$

Onde:

- $\hat{y}_i$: Valor predito para o dado i . Representa a previsão ou saída final do modelo para a amostra i .
- K : Número total de árvores (na iteração final do modelo). Em algoritmos como *XGBoost*, são as árvores construídas durante o processo de *boosting*.
- $f_k(x_i)$: Saída da k -ésima árvore para o dado i . Cada f_k é uma árvore de decisão que faz uma previsão parcial para x_i ; a soma dessas previsões gera a predição final.

A função objetivo do *XGBoost* é composta por dois termos: função de perda e regularização:

$$obj(\theta) = \sum_{i=1}^n l(y_i, \hat{y}_i) + \sum_{k=1}^K \Omega(f_k)$$

onde:

- $obj(\theta)$: Função objetivo a ser minimizada pelo modelo durante o treinamento.
- $\sum_{i=1}^n l(y_i, \hat{y}_i)$: Soma da função de perda para todas as amostras do conjunto de dados.
- $l(y_i, \hat{y}_i)$: Função de perda que mede o erro entre o valor verdadeiro (y_i) e o valor predito $\hat{y}_i$, podendo ser o erro quadrático (regressão) ou *log-loss* (classificação).
- $\sum_{k=1}^K \Omega(f_k)$: Termo de regularização que penaliza a complexidade das árvores construídas.
- $\Omega(f_k)$: Termo de regularização para a k -ésima árvore, projetado para evitar o ajuste excessivo (*overfitting*) ao penalizar árvores muito complexas.

Na prática deste estudo, o *XGBoost* foi utilizado para prever o resultado das partidas com base nas dez últimas estatísticas dos jogadores de cada equipe. As variáveis de entrada englobam métricas de dano médio, eficiência de abate, impacto tático e consistência estatística.

O modelo foi implementado em *Python* por meio da biblioteca *xgboost*, integrando-se ao *Scikit-learn* para rotinas de avaliação cruzada, cálculo de métricas de desempenho e validação do modelo otimizado via *Optuna*.

f) Modelo Estatístico de *Skellam*

A distribuição *Skellam* é um modelo estatístico que descreve a diferença entre duas variáveis aleatórias independentes de distribuição *Poisson* (Skellam, 1946). Em contextos esportivos, essa distribuição é frequentemente aplicada para calcular probabilidades de vitória ou derrota, considerando o número esperado de pontos, rounds de cada equipe (Karlis & Ntzoufras, 2003).

Teoricamente, esse modelo permite representar o resultado líquido de um confronto, ajustando a probabilidade de vitória com base na diferença esperada de desempenho das equipes.

A fórmula da função de massa de Probabilidade (PMF) é descrita abaixo:

$$P(K = k) = e^{-(\mu_1 + \mu_2)} \left(\frac{\mu_1}{\mu_2} \right)^{k/2} I_{|k|} (2\sqrt{\mu_1 \mu_2})$$

onde:

- $P(K=k)$: Probabilidade de a diferença observada entre dois eventos Poisson ser igual a k .
- k : Diferença observada ($K=N_1-N_2$), ou seja, o resultado dos eventos (como coeficiente ponderado dos dois times).
- μ_1, μ_2 : Médias das distribuições Poisson (por exemplo, médias dos coeficientes do *XGBoost* ponderados dos times).
- $I_{|k|}$: Função de Bessel modificada de primeira espécie e ordem k , uma função especial usada na estatística de distribuições discretas.
- $\left(\frac{\mu_1}{\mu_2} \right)^{k/2}$: Fator de normalização exponencial.
- $I_{|k|} (2\sqrt{\mu_1 \mu_2})$: Avaliação da função de Bessel no ponto $2\sqrt{\mu_1 \mu_2}$.

Portanto, para prever o resultado final (vitória, empate ou derrota), somam-se as probabilidades para os valores positivos de k (indicando vitória), valores negativos de k (indicando derrota) e para $k=0$ (indicando empate). Isso é feito porque a distribuição *Skellam* estima diretamente as probabilidades de cada diferença de gols ou pontos entre as equipes, permitindo calcular as chances de cada resultado por meio da soma desses eventos (Alves de Freitas, 2025).

Neste estudo, o algoritmo de *Skellam* foi implementado na biblioteca *SciPy*, sendo parametrizado com as médias de desempenho geradas pelas equipes nas suas últimas dez partidas. O modelo retornou à probabilidade de vitória e derrota considerando o equilíbrio entre os adversários, funcionando como complemento ao *XGBoost* para transformar previsões estatísticas em probabilidades diretas aplicáveis às partidas.

A metodologia descrita integra, de forma sistemática, processos de engenharia de dados, análise exploratória, modelagem estatística e aprendizado de máquina. Essa combinação permitiu a construção de um modelo analítico completo, capaz de transformar dados brutos de desempenho esportivo em previsões estruturadas de resultados, com base em séries temporais curtas e variáveis individuais de performance.

Os métodos de coleta, tratamento e otimização, apoiados em ferramentas como *Python*, *Airflow*, *Optuna*, *XGBoost* e *Skellam*, proporcionam um ambiente analítico reproduzível e alinhado às práticas contemporâneas de ciência de dados aplicada ao esporte eletrônico.

As atualizações constantes aplicadas no *Valorant* não afetam o algoritmo construído por conta da utilização de métricas baseadas em posicionamento médio da equipe a partir das funções dos jogadores e estatísticas graduais para a elaboração das probabilidades. Dessa maneira, a adaptação para novas ferramentas e funções *in-game*, bem como a adoção de novos cenários, não afeta diretamente o VWPI.

Dessa forma, os resultados obtidos a partir dessa arquitetura metodológica são apresentados e discutidos na próxima seção, no qual, são examinadas as evidências empíricas e o desempenho estatístico do modelo proposto.

3. ANÁLISE E RESULTADO

A presente análise teve como objetivo principal aplicar técnicas de aprendizado de máquina, especificamente o algoritmo *XGBoost*, para a modelagem preditiva de resultados em partidas de *eSports*, utilizando dados detalhados de desempenho individual dos jogadores. Os

dados compreendem aproximadamente 1.360 partidas e possuem um conjunto de 57 variáveis relacionadas à performance dos atletas em partidas. Entre as variáveis analisadas destacam-se estatísticas de combate, como número de *kills*, mortes, assistências, bem como métricas avançadas, incluindo diferencial de *kills* e mortes (*K/D diff*), participação em *rounds* decisivos (*KAST*), dano médio por *round* (*ADR*), percentual de tiros na cabeça (*HS%*), além de indicadores de *multikills*, *clutch plays* e métricas econômicas (*econ_rating*, números de *plants* e *defuses*).

Para assegurar que as análises capturassem a dinâmica recente de desempenho, foram calculadas as médias móveis das dez partidas anteriores para cada jogador, criando um panorama temporal que destaca tendências atuais ao invés de dados acumulados históricos, segundo cada função na equipe, para que a modelagem segmentada reflita as particularidades de cada ação.

Modelos preditivos de classificação binária foram treinados separadamente para cada papel, com a finalidade de prever o resultado no próximo jogo. Os dados foram divididos em conjunto de treinamento (70%) e de teste (30%), mantendo a proporcionalidade das classes para que o modelo aprendesse adequadamente a distinguir ambas as situações. A validação dos modelos ocorreu por meio da análise das métricas de precisão, revocação, *F1-score* e acurácia geral, oferecendo uma visão equilibrada da capacidade preditiva para vitórias e derrotas.

A performance obtida foi consistente e robusta com acurácia geral variando entre 80% para Duelistas e 83% para Sentinelas. Nos demais papéis, Controladores e Iniciadores apresentaram acurácia de 82%, indicando eficácia adequada nas previsões para todas as funções analisadas. O equilíbrio entre as métricas de precisão e revocação corrobora a eficácia dos modelos em capturar as duas classes de resultados, minimizando viés para uma simples predição.

A análise das importâncias relativas das variáveis para cada papel revelou padrões coerentes com o contexto tático dos jogadores. Para Duelistas, métricas diretamente relacionadas ao impacto ofensivo e sobrevivência, como o diferencial de *K/D* e taxas de *deaths*, foram as mais relevantes, destacando a importância do desempenho individual na capacidade ofensiva e resistência. Para as funções de suporte (Controlador, Iniciador e Sentinela), as métricas ligadas à sobrevivência e impacto no conjunto de rounds (*deaths_total* e *KAST*) assumiram maior peso, refletindo a importância estratégica para a estabilidade coletiva. Outros atributos como assistências, *kills* e métricas econômicas também contribuíram significativamente para a predição, porém em menor escala.

Além da avaliação preditiva individual, os coeficientes gerados para cada jogador foram agregados para compor um índice preditivo médio para as equipes. A distribuição de *Skellam* foi utilizada como modelo probabilístico para estimar as chances de vitória em partidas futuras, considerando os coeficientes agregados dos times. As probabilidades estimadas mostraram-se condizentes com o cenário competitivo atual, como no exemplo dos confrontos de FNATIC *versus* NRG e DRX contra Paper Rex, onde os valores previstos indicaram probabilidades realistas de vitória em torno de 55% para FNATIC e 62% para Paper Rex, respectivamente.

O coeficiente preditivo individual também permitiu a identificação do desempenho previsto de atletas-chave em cada função, possibilitando uma avaliação objetiva e quantitativa sobre a influência potencial dos jogadores no resultado coletivo. Essa abordagem pode fornecer ferramentas úteis para equipes técnicas na avaliação de jogadores e para o desenvolvimento de estratégias, além de contribuir para análises de mercado relacionadas à apostas e *scouting*.

Em síntese, a aplicação do *XGBoost* demonstrou-se eficiente para modelagem preditiva em esportes eletrônicos utilizando dados complexos de desempenho individual, alcançando altas taxas de acurácia e produzindo *insights* precisos sobre a importância relativa dos fatores de performance para cada função tática. A combinação de estatísticas descritivas detalhadas com modelagem supervisionada e técnicas probabilísticas para previsão de resultados constitui uma metodologia viável e replicável para análises futuras, desde que atualizada continuamente para acompanhar alterações no *metagaming* competitivo.

Limitações importantes foram observadas, como a dependência da correta classificação das funções dos jogadores e da representatividade das amostras utilizadas, além da necessidade de constante atualização do modelo para manter a aderência ao ambiente dinâmico dos *eSports*. Ressalta-se que a metodologia proposta favorece análises e aplicações em contexto competitivo, constituindo uma contribuição relevante para o avanço do uso de ciência de dados e *machine learning* na esfera dos esportes eletrônicos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A mensuração das diversas métricas de desempenho em *Valorant* revela a complexidade e a riqueza da análise quantitativa aplicada a jogos eletrônicos competitivos.

A multiplicidade de indicadores, que vão desde medidas tradicionais como KDA e ACS até métricas situacionais como confrontos iniciais, *multikills*, e ações objetivas como plantios e desativações de *spike*, mostra que o desempenho do jogador e o sucesso coletivo dependem

tanto de habilidades individuais quanto de estratégias integradas e decisões táticas ao longo da partida.

Dito isso, a aplicação dessas métricas em modelos preditivos de *machine learning* e inteligência artificial contribui para uma melhor compreensão do impacto de variáveis técnicas e estratégicas, permitindo o avanço na análise e no desenvolvimento de treinamentos e estratégias em *eSports*.

Assim, o estudo das métricas de desempenho no *Valorant* não apenas aprimora a competitividade do jogo, mas também serve como base para pesquisas interdisciplinares em ciência de dados, psicologia do esporte e tecnologia digital, promovendo inovação e eficácia no campo emergente dos esportes eletrônicos.

Essa convergência entre análise estatística rigorosa e dinâmica de jogos destaca a importância de indicadores precisos e contextualizados para capturar nuances do desempenho em ambientes em tempo real, revelando que o sucesso no *Valorant* é uma síntese complexa entre habilidade, estratégia e gerenciamento de recursos.

Além disso, a incorporação de métricas como KAST e *rating* total evidencia que processos compostos e interdependentes são mais indicativos da eficácia do jogador do que métricas isoladas, como *clutches* individuais, consolidando assim um entendimento mais profundo de desempenho em *eSports* competitivos.

Os próximos passos consistem em utilizar dados provenientes diretamente da desenvolvedora do jogo, a *Riot Games*, para garantir maior precisão e abrangência das informações analisadas.

Ademais, será realizada uma análise mais específica e detalhada focada na montagem ideal de equipes, identificando os melhores jogadores para cada função dentro do time, bem como os encaixes mais adequados para preencher vagas de jogadores faltantes.

Esse estudo busca aprofundar a compreensão das sinergias entre agentes, habilidades individuais e estratégias coletivas, permitindo comparar a eficácia de diferentes combinações de jogadores e identificar perfis ideais para compor equipes competitivas.

Até o momento, houve satisfação com os resultados obtidos pelo *Valorant Win Probability Index* (VWPI) pela sua eficiência em captar nuances de desempenho em partidas. Essa continuidade permitirá aprimorar os modelos preditivos e expandir as práticas em treinamentos, composição de times e estratégias no âmbito dos *eSports*, potencializando o impacto e a aplicabilidade do estudo na área.

REFERÊNCIAS

- AKIBA, T. et al. **Optuna**: A Next-generation Hyperparameter Optimization Framework. [s. l.], 2019. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/1907.10902>. Acesso em: 14 dez. 2025.
- ALVES DE FREITAS, A. A.; DOS SANTOS, A. **Probabilistic model based on the Skellam distribution**: application in sports betting. Brazilian Journal of Biometrics, [s. l.], v. 43, n. 3, e-43773, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.28951/bjb.v43i3.773>. Acesso em: 14 dez. 2025.
- BISHOP, C. **Pattern Recognition and machine learning**. Journal of Electronic Imaging, [s. l.], v. 16, n. 4, p. 049901, 2007. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/221995544>. Acesso em: 14 dez. 2025.
- CHEN, T.; GUESTRIN, C. **XGBoost**: A Scalable Tree Boosting System. In: ACM SIGKDD INTERNATIONAL CONFERENCE ON KNOWLEDGE DISCOVERY AND DATA MINING, 22., 2016, [s. l.]. Proceedings [...]. [s. l.]: ACM, 2016. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/1603.02754>. Acesso em: 14 nov. 2025.
- FENG, Guanhao; POLSON, Nicholas; XU, Jianeng. **The Market for English Premier League (EPL) Odds**. Booth School of Business, University of Chicago, [s. l.], p. 1-25, jan. 2017. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/1604.03614>. Acesso em: 15 nov. 2025.
- GALEKWA, René Manassé et al. **A systematic review of machine learning in sports betting**: techniques, challenges and future directions. arXiv preprint, [s. l.], 28 out. 2024. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2410.21484>. Acesso em: 13 dez. 2025.
- GREER, N. et al. **Are eSports bettors a new generation of harmed gamblers?** A comparison with sports bettors on gambling involvement, problems, and harm. Journal of Behavioral Addictions, [s. l.], v. 10, n. 3, p. 435-446, 2021. Disponível em: <https://akjournals.com/view/journals/2006/10/3/article-p435.xml>. Acesso em: 22 out. 2025.
- HING, Nerilee. **A bad bet for sports fans**: the case for ending the “gamblification” of sport audiences. Sport Management Review, [s. l.], v. 26, n. 5, p. 788-812, 2023. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14413523.2023.2260079>. Acesso em: 22 out. 2025.
- HUTTER, Frank; KOTTHOFF, Lars; VANSCHOREN, Joaquin (ed.). **Automated Machine Learning**: Methods, Systems, Challenges. Cham: Springer International Publishing, 2019. Disponível em: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-05318-5>. Acesso em: 14 dez. 2025.
- INMON, W. H. **Building the data warehouse**. Indianapolis: Wiley Pub, 2005.
- JIMÉNEZ, V. et al. **Sports Betting**: an application of neural networks and modern portfolio theory to the English Premier League. [s. l.], 2023. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2307.13807>. Acesso em: 14 dez. 2025.
- KARLIS, D.; NTZOUFRAS, I. **Analysis of sports data by using bivariate Poisson models**. Journal of the Royal Statistical Society: Series D (The Statistician), [s. l.], v. 52, n. 3, p. 381–393, 2003. Disponível em: http://www2.stat-athens.aueb.gr/~jbn/papers2/08_Karlis_Ntzoufras_2003_RSSD.pdf. Acesso em: 11 dez. 2025.

KIM, Hyoun S. et al. **A scoping review of the association between loot boxes, eSports, skin betting, and token wagering with gambling and video gaming behaviours.** Journal of Behavioral Addictions, [s. l.], v. 12, n. 2, p. 309-351, 2023. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34419935/>. Acesso em: 22 out. 2025.

KIMBALL, Ralph et al. **The Data Warehouse Lifecycle Toolkit.** 2. ed. [s. l.]: Wiley, 2008. Disponível em: <https://www.kimballgroup.com/data-warehouse-business-intelligence-resources/books/data-warehouse-dw-lifecycle-toolkit/>. Acesso em: 15 nov. 2025.

LESSMANN, Stefan; SUNG, Ming-Chien; JOHNSON, Johnnie E.V. **Alternative methods of predicting competitive events:** An application in horserace betting markets. International Journal of Forecasting, [s. l.], v. 26, n. 3, p. 518–536, 2010. Acesso em: 13 out. 2025.

MANDADAPU, Purnachandra. **The Evolution of Football Betting:** A Machine Learning Approach to Match Outcome Forecasting and Bookmaker Odds Estimation. arXiv preprint, [s. l.], 2024. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2403.16282>. Acesso em: 13 out. 2025.

MANGAT, Harshdeep S. et al. **Understanding Esports-related Betting and Gambling:** A Systematic Review of the Literature. Journal of Gambling Studies, [s. l.], v. 40, n. 2, p. 893–914, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10899-023-10256-5>. Acesso em: 10 nov. 2025.

MANOEL, H. **Matthew Benham: Dono do Brentford fez história no mundo das apostas.** MKT Esportivo, maio 2025. Disponível em: <https://www.mktesportivo.com/2025/05/matthew-benham-dono-do-brentford-fez-historia-no-mundo-das-apostas>. Acesso em: 16 set. 2025.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa:** planejamento e execução de pesquisa, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados. 9. ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2021.

MATEJ, U. et al. **Optimal sports betting strategies in practice: an experimental review.** IMA Journal of Management Mathematics, [s. l.], v. 32, n. 4, p. 465–489, 2021. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2107.08827>. Acesso em: 11 dez. 2025.

MATHESON, Victor. **An Overview of the Economics of Sports Gambling and an Introduction to the Symposium.** Eastern Economic Journal, [s. l.], v. 47, n. 1, p. 1–8, 2021. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7780080/>. Acesso em: 15 nov. 2025.

MATTINEN, Topias; MACEY, Joseph; HAMARI, Juho. **Gambling in digital games and esports:** a scoping review. Tampere: Tampere University, 2022. Disponível em: <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/208524/0383.pdf>. Acesso em: 22 out. 2025.

MEDRI, Waldir. **Análise Exploratória de Dados.** Londrina: UEL, 2011. 82 f. Apostila (Especialização em Estatística). Disponível em: <https://docs.ufpr.br/~benitoag/apostilamedri.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2025.

PELECHRINIS, Konstantinos; WINSTON, Wayne. **A Skellam Regression Model for Quantifying Positional Value in Soccer.** arXiv preprint, [s. l.], jul. 2018. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/1807.07536>. Acesso em: 21 out. 2025.

RAO, K.; HASTIE, R. **Predicting Outcomes in a Sequence of Binary Events: Belief Updating and Gambler's Fallacy Reasoning.** Cognitive Science, [s. l.], v. 47, n. 1, e13211, jan. 2023. DOI: 10.1111/cogs.13211. Acesso em: 10 dez. 2025.

RESEARCH AND MARKETS. **Sports Betting Market Report 2025.** [s. l.]: Research and Markets, mar. 2025. Disponível em: <https://www.researchandmarkets.com/reports/5939406/sports-betting-market-report>. Acesso em: 15 nov. 2025.

RIOT GAMES. **Agentes do Valorant.** Valorant, 2026. Disponível em: <https://playvalorant.com/pt-br/agents/>. Acesso em: 20 mar. 2026.

RIOT GAMES. **Guia do Premier.** Valorant Support, 2026. Disponível em: <https://support-valorant.riotgames.com/hc/pt-br/articles/42089963186451-Guia-do-Premier>. Acesso em: 20 mar. 2026.

SKELLAM, J. G. **The Frequency Distribution of the Difference Between Two Poisson Variates Belonging to Different Populations.** Journal of the Royal Statistical Society, [s. l.], v. 109, n. 3, p. 296, 1946. Disponível em: [suspicious link removed]. Acesso em: 14 dez. 2025.

SOARES, Josiel Ferreira. **Análise Preditiva: Importância e Vantagens para os Negócios.** [s. l.], 2018. Disponível em: <https://repositorio-api.animaeducacao.com.br/server/api/core/bitstreams/b78507ee-3666-4c90-ad73-c9b693d96cf7/content>. Acesso em: 15 dez. 2025.

TERAWONG, Chawin; CLIFF, Dave. **XGBoost Learning of Dynamic Wager Placement for In-Play Betting on an Agent-Based Model of a Sports Betting Exchange.** In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGENTS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE (ICAART), 16., 2024, Rome. Proceedings [...]. Setúbal: SCITEPRESS, 2024. p. 1-12. Acesso em: 18 nov. 2025.

THABTAH, Fadi; ZHANG, Li; ABDELHAMID, Neda. **NBA Game Result Prediction Using Feature Analysis and Machine Learning.** Annals of Data Science, [s. l.], v. 6, n. 1, p. 103–116, 2019. Acesso em: 13 nov. 2025.

TORRANCE, J. et al. **The structural characteristics of online sports betting: a scoping review of current product features and utility patents as indicators of potential future developments.** Addiction Research & Theory, [s. l.], v. 32, n. 3, 2023. Acesso em: 13 out. 2025.

WALSH, Conor; JOSHI, Alok. **Machine learning for sports betting: should model selection be based on accuracy or calibration?** arXiv preprint, [s. l.], 10 mar. 2023. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/2303.06021>. Acesso em: 21 out. 2025.

WILLIAMS, R. et al. **The Definition, Dimensionalization, and Assessment of Gambling Participation.** [s. l.], 2017. Disponível em: <https://opus.uleth.ca/server/api/core/bitstreams/ebb3250e-0d19-426c-b649-70e99941450b/content>. Acesso em: 16 nov. 2025.

Educação em saúde e descarte de medicamentos na comunidade acadêmica: análise dos padrões de consumo e resíduos farmacêuticos na FATEC Ribeirão Preto



Health education and medication disposal in the academic community: analysis of consumption patterns and pharmaceutical waste at FATEC Ribeirão Preto

Analú Egydio Santos 
Fatec Ribeirão Preto
analuegydio@gmail.com

Revista Processando o Saber

eISSN 2179-5150 · Vol 18, n. 01, 2026
Multidisciplinar · DOI · Revisão por pares

Faculdade de Tecnologia Praia Grande – FATEC

Períodicidade: Anual
revista@fatecpg.edu.br

Recebido: Jan 2026

Aceito: Mar 2026

Publicado: Jun 2026

URL: <https://www.fatecpg.edu.br/revista/index.php/ps/article/view/463>
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.20076529>



ABSTRACT

The improper disposal of medications and the practice of self-medication represent significant public health and environmental issues. This study aimed to promote educational actions within the academic community of FATEC Ribeirão Preto, associated with the implementation of collection points for expired and unused medications, as well as to analyze the disposal patterns observed throughout 2025. Educational campaigns, questionnaire administration, and systematic collection of pharmaceutical waste were conducted, totaling 870 medication units, corresponding to approximately 48 kg of waste. Data were analyzed using descriptive statistics and association tests, in addition to the application of the Pareto Principle. A statistically significant association was observed between manufacturing laboratories and categories of active pharmaceutical ingredients ($p < 0.001$), as well as a high concentration of disposal among a limited number of active ingredients, particularly supplements, analgesics, and anti-inflammatory drugs. The results demonstrate the effectiveness of educational actions combined with structured collection and reinforce the need for targeted strategies to promote rational use and proper disposal of medications.

RESUMO

O descarte inadequado de medicamentos e a prática da automedicação representam importantes problemas de saúde pública e ambientais. Este estudo teve como objetivo promover ações educativas na comunidade acadêmica da FATEC Ribeirão Preto, associadas à implantação de pontos de coleta de medicamentos vencidos e em desuso, bem como analisar os padrões de descarte obtidos ao longo de 2025. Foram realizadas campanhas educativas, aplicação de questionário e coleta sistematizada de resíduos farmacêuticos, totalizando 870 unidades de medicamentos, correspondentes a aproximadamente 48 kg de resíduos. Os dados foram analisados por estatística descritiva e testes de associação, além da aplicação do Princípio de Pareto. Observou-se associação estatisticamente significativa entre laboratórios fabricantes e categorias de princípios ativos ($p < 0,001$), bem como elevada concentração de descarte em poucos princípios ativos, especialmente suplementos, analgésicos e anti-inflamatórios. Os resultados evidenciam a eficácia de ações educativas aliadas à coleta estruturada e reforçam a necessidade de estratégias direcionadas para o uso racional e descarte adequado de medicamentos.

KEY-WORDS: *Medication disposal; health education; self-medication; pharmaceutical waste; rational use of medications.*

PALAVRAS-CHAVE: Descarte de medicamentos; educação em saúde; automedicação; resíduos farmacêuticos; uso racional de medicamentos

INTRODUÇÃO

O uso de medicamentos constitui uma das principais estratégias terapêuticas contemporâneas, porém seu consumo crescente tem sido acompanhado por desafios relevantes relacionados à automedicação, ao armazenamento domiciliar e ao descarte inadequado de produtos vencidos ou em desuso. Tais práticas extrapolam a esfera individual e assumem dimensão coletiva, na medida em que favorecem a contaminação do solo e dos recursos hídricos, além de ampliarem o risco de intoxicações, reutilização indevida e uso irracional de fármacos.

Neste contexto, o problema de pesquisa que orienta o presente estudo consiste em compreender como padrões de consumo e descarte de medicamentos se manifestam em uma comunidade acadêmica. Embora iniciativas educativas tenham demonstrado resultados positivos em diferentes instituições de ensino, ainda há lacunas quanto à análise integrada entre perfil de descarte, categorias terapêuticas e características do mercado farmacêutico, especialmente em estudos locais.

Diante desse cenário, o presente trabalho teve como objetivo geral promover ações de educação em saúde voltadas à comunidade acadêmica da FATEC Ribeirão Preto, articuladas à implantação de um sistema estruturado de coleta de medicamentos, além de analisar quantitativamente os padrões de descarte observados ao longo do ano de 2025. De modo específico, buscou-se avaliar o nível de conhecimento da comunidade acerca do uso racional de medicamentos, caracterizar os resíduos farmacêuticos coletados e identificar concentrações de descarte segundo princípios ativos e laboratórios fabricantes.

A relevância do estudo justifica-se pela necessidade de integrar educação em saúde, responsabilidade ambiental e gestão adequada de resíduos farmacêuticos, contribuindo para estratégias institucionais de conscientização e para o fortalecimento de políticas de logística reversa. Além disso, o ambiente acadêmico representa um espaço estratégico para intervenções educativas, capaz de gerar impacto multiplicador na sociedade.

Parte-se da hipótese de que ações educativas associadas à disponibilidade de pontos de coleta aumentam a adesão ao descarte correto e revelam padrões concentrados de consumo e descarte, permitindo identificar categorias terapêuticas prioritárias para intervenções futuras.

Este artigo está organizado em quatro seções principais. Após esta introdução e a seção de Fundamentação Teórica, que aprofunda os principais conceitos relacionados à automedicação, uso racional de medicamentos, impactos ambientais do descarte inadequado e experiências de programas de coleta em instituições de ensino, a seção de metodologia descreve

o delineamento do estudo, as campanhas educativas e os procedimentos de coleta e análise dos dados. Em seguida, os resultados e discussão apresentam a caracterização quantitativa dos medicamentos descartados e a interpretação estatística dos padrões observados. Por fim, a seção de conclusões sintetiza os principais achados e apresenta recomendações para ampliação de ações educativas e políticas permanentes de descarte adequado de medicamentos.

1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1 AUTOMEDICAÇÃO E USO IRRACIONAL DE MEDICAMENTOS

O uso racional de medicamentos constitui um dos principais desafios contemporâneos em saúde pública, especialmente diante do aumento do acesso a fármacos e da facilidade de aquisição de medicamentos isentos de prescrição. Dados da Agência Nacional de Vigilância Sanitária indicam que grande parte das notificações relacionadas a intoxicações no Brasil envolve medicamentos, evidenciando os riscos associados ao armazenamento doméstico e à automedicação (BVSMS, 2025). A automedicação é amplamente praticada em diferentes contextos sociais. Rathod et al. (2023) identificaram prevalência superior a 60% em comunidades da Índia, com destaque para o uso de analgésicos e antipiréticos. Em contexto universitário, Behzadifar et al. (2020) observaram prevalência de automedicação próxima a 70%, indicando que estudantes constituem um grupo especialmente vulnerável ao uso irracional de medicamentos.

Esse comportamento contribui diretamente para interrupções terapêuticas, aquisição excessiva e formação de estoques domiciliares. Rathod et al. (2023) apontam que fatores como percepção de segurança, influência social e facilidade de acesso favorecem o consumo inadequado, ampliando riscos de intoxicação, interações medicamentosas e desperdício farmacêutico.

Paralelamente, observa-se um crescimento expressivo no consumo de suplementos alimentares em escala global. Dados recentes apontam aumento significativo no uso desses produtos entre adultos norte-americanos ao longo da última década (Zhao et al., 2025), tendência também observada em levantamentos populacionais (Mishra et al., 2021). Esse padrão de consumo pode contribuir para o acúmulo domiciliar e posterior descarte desses produtos.

1.2 ARMAZENAMENTO DOMICILIAR E FORMAÇÃO DA “FARMÁCIA CASEIRA”

O acúmulo de medicamentos nas residências, frequentemente denominado “farmácia domiciliar”, representa importante determinante do descarte inadequado. (Ênfase Minhas) Estudos nacionais demonstram que grande parcela da população mantém medicamentos vencidos ou em desuso em casa, resultado de prescrições interrompidas, melhora clínica precoce ou compras desnecessárias (Nalepa et al., 2022).

Em investigação conduzida na cidade de Goiatuba (GO) com estudantes dos cursos do eixo da saúde do colégio técnico de nível médio mostrou padrão semelhante: automedicação frequente, presença de farmácias domiciliares e descarte de sobras em lixo comum, apontando que o problema está relacionado à cultura de consumo de medicamentos e à fragilidade de políticas de recolhimento (Tassara et al., 2022).

Além dos riscos associados ao uso indevido, o armazenamento prolongado aumenta a probabilidade de descarte incorreto. Fernandes et al. (2019) destacam que a ausência de informação sobre locais de recolhimento e a inexistência de programas permanentes de logística reversa contribuem para que o lixo comum seja o principal destino desses resíduos.

1.3 DESCARTE DE MEDICAMENTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS

Estudos nacionais têm demonstrado que a população ainda apresenta baixo nível de conhecimento sobre o descarte correto de medicamentos, sendo comum o descarte no lixo doméstico ou em redes de esgoto, práticas que contribuem para a contaminação ambiental e riscos à saúde coletiva (Nalepa et al., 2022; Fernandes et al., 2019). Estudos apontam que, em comunidades acadêmicas, prevalece o descarte inadequado de medicamentos, mesmo entre estudantes de cursos da área da saúde. Em instituição de ensino superior de Jaraguá do Sul (SC), identificou-se que a maioria dos acadêmicos descarta medicamentos no lixo comum ou em esgoto doméstico, com porcentuais superiores a 80%, e desconhece o destino ambientalmente adequado para esses resíduos (Lopes et al., 2021). Resultados semelhantes são relatados em outras localidades brasileiras, como Guanambi (BA) e Imperatriz (MA), em que mais de 90% dos universitários de diferentes cursos realizam o descarte no lixo domiciliar, pia ou vaso sanitário, frequentemente motivados por desconhecimento ou ausência de pontos de coleta acessíveis (Freitas e Ferreira, 2023).

Segundo Kusturica, Jevtic e Ristovski (2022), resíduos farmacêuticos presentes no meio ambiente podem causar efeitos tóxicos em organismos aquáticos e favorecer o desenvolvimento de resistência microbiana. Esse cenário reforça a necessidade de estratégias preventivas voltadas à redução do descarte inadequado na origem, especialmente por meio da educação em saúde e da implantação de sistemas de recolhimento estruturados.

1.4 EDUCAÇÃO EM SAÚDE COMO ESTRATÉGIA DE MUDANÇA COMPORTAMENTAL

Diversas iniciativas têm demonstrado que a associação entre ações educativas e implantação de pontos de coleta é eficaz para ampliar o conhecimento da população e reduzir práticas inadequadas de descarte. Estudos realizados em instituições de ensino superior relataram volumes expressivos de medicamentos arrecadados e impacto positivo na conscientização da comunidade (Lunardelli, Machado, Monteiro, 2017; Fernandes et al., 2019; Todeschini et al., 2021; Souza et al., 2024; Santos et al., 2025).

A implantação de pontos de coleta constitui elemento central para a efetividade das ações educativas. No Brasil, políticas de logística reversa vêm sendo gradualmente estruturadas, porém ainda apresentam alcance limitado. Fernandes et al. (2019) ressaltam que iniciativas locais em instituições de ensino têm desempenhado papel relevante na implementação prática dessas políticas.

Outros estudos sugerem que atividades educativas precoces, incorporadas às disciplinas da graduação, podem favorecer a internalização de práticas responsáveis, especialmente entre estudantes de cursos da saúde, que tendem a atuar como multiplicadores de informações em suas comunidades (Oliveira et al., 2023). A literatura enfatiza a necessidade de programas contínuos, e não apenas campanhas pontuais, integrando professores, gestores universitários e serviços de saúde para consolidar mudanças estáveis de comportamento.

1.5 LACUNAS CIENTÍFICAS E RELEVÂNCIA DE ESTUDOS LOCAIS

Apesar dos avanços em diagnósticos sobre conhecimento e práticas de descarte entre universitários, permanecem lacunas importantes na análise integrada entre perfil de descarte, classes terapêuticas envolvidas e dinâmicas do mercado farmacêutico local. Alguns trabalhos identificam que analgésicos e anti-inflamatórios figuram entre os medicamentos mais

frequentemente presentes em domicílios e descartados, seguidos por antibióticos e anticoncepcionais (Oliveira et al., 2023; Vieira, 2023). Porém, raramente esses dados são confrontados com estatísticas de venda, prescrição ou programas de incentivo ao consumo na região estudada. Nesse sentido, investigações realizadas em comunidades acadêmicas tornam-se estratégicas por permitirem avaliar comportamentos reais, testar intervenções educativas e gerar evidências aplicáveis ao planejamento de políticas públicas e ações institucionais de educação em saúde.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo foi desenvolvido ao longo do ano de 2025 na FATEC Ribeirão Preto, envolvendo alunos, docentes e funcionários. A população institucional no período foi de 1026 pessoas, considerando a média anual de 938 estudantes, além de 65 professores e 23 funcionários administrativos.

Para avaliação do nível de conhecimento da comunidade acadêmica sobre uso racional e descarte de medicamentos, inicialmente aplicou-se um questionário on-line via *Google Forms*. Participaram voluntariamente 301 indivíduos (29,3% da população total), majoritariamente estudantes, com participação adicional de docentes e funcionários técnico-administrativos. O instrumento foi composto por questões objetivas abordando descarte de medicamentos e automedicação. Previamente ao acesso ao questionário, os participantes tiveram acesso ao Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), disponibilizado na própria plataforma eletrônica. Os procedimentos éticos seguiram a Resolução n. 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, e o estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Universitário Barão de Mauá, sob o número CAAE 86937025.0.0000.5378.

Posteriormente, foram realizadas duas campanhas educativas no pátio da FATEC Ribeirão Preto em alusão ao Dia Nacional do Uso Racional de Medicamentos, com a disponibilização de um coletor de madeira com sistema de segurança, instalado no pátio da instituição por períodos de 60 dias nos meses de maio e setembro de 2025. Durante esse período, a comunidade pôde descartar medicamentos vencidos ou em desuso.

Os resíduos coletados foram triados semanalmente. Medicamentos dentro do prazo de validade e em condições adequadas foram destinados à Farmácia do Povo do município de Ribeirão Preto. Os medicamentos vencidos foram classificados quanto à forma farmacêutica, princípio ativo e laboratório fabricante. Em seguida as embalagens recicláveis foram separadas

para coleta seletiva e as embalagens contendo os medicamentos foram pesadas e encaminhadas para farmácias com programa de coleta de medicamentos para descarte correto.

Os dados provenientes da triagem de medicamentos foram organizados em planilhas do Microsoft Excel e analisados inicialmente por estatística descritiva, com apresentação das variáveis nominais em frequências absolutas e relativas. As análises estatísticas inferenciais foram operacionalizadas com auxílio da plataforma Manus AI, utilizada como suporte computacional para geração, ajuste e execução de scripts em Python 3.11, empregando-se as bibliotecas *pandas*, *numpy* e *scipy*. A ferramenta foi utilizada exclusivamente para apoio no processamento dos dados e na implementação das rotinas analíticas previamente definidas pelos autores, abrangendo o Teste Qui-Quadrado de Independência, a análise de resíduos padronizados, o cálculo do *Location Quotient* (LQ) e a análise de Pareto. Ressalta-se que a condução metodológica das análises, a verificação de consistência das bases, a avaliação da adequação dos testes, a interpretação dos resultados e a validação final dos achados permaneceram sob responsabilidade dos autores.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise do questionário revelou que 52,1% dos participantes realizam o descarte incorretamente em lixo comum, no vaso sanitário ou na pia, 30,6% utilizam pontos de coleta específicos, 16,6% não sabem como proceder. Gasparini, Gasparini e Frigieri (2011) apontaram que 30,45% dos entrevistados em uma pesquisa realizada no município de Catanduva, SP, descartam resíduos de medicamentos no lixo comum, o que reforça a relação entre falta de informação e práticas inadequadas. Quanto à automedicação, 70,4% dos participantes relataram praticá-la com frequência ou ocasionalmente. Em estudo realizado em 358 residências de Ariquemes (RO) 67% dos participantes revelaram que se automedicam e 85% alegaram que não tiveram informação quanto ao armazenamento e o descarte dos medicamentos (Silva; Geron, 2018).

Quanto aos resultados referentes à campanha de coleta dos medicamentos, ao longo do ano de 2025 foram coletadas 870 unidades de medicamentos vencidos e em desuso na comunidade acadêmica da FATEC Ribeirão Preto, correspondendo a aproximadamente 48 kg de resíduos farmacêuticos destinados corretamente por meio de programas autorizados, além da reciclagem das embalagens. No primeiro semestre de 2025 foram recolhidas 414 unidades, sendo 26 medicamentos em desuso, enquanto no segundo semestre foram coletadas 456

unidades, das quais 54 encontravam-se em condições de reaproveitamento. Os medicamentos em desuso representaram 9,2% do total coletado, sendo encaminhados à Farmácia do Povo do município de Ribeirão Preto, SP.

Os volumes de medicamentos coletados ao longo de 2025 evidenciam a magnitude do acúmulo domiciliar de produtos vencidos e em desuso, fenômeno amplamente relatado em estudos nacionais (Souza et al., 2024; Fernandes et al., 2019). A presença de medicamentos ainda dentro do prazo de validade reforça padrões de compra excessiva, interrupção de tratamentos e automedicação, conforme descrito por Behzadifar et al. (2020) e Rathod et al. (2023).

Sob a perspectiva da saúde pública, esses achados indicam que o problema do descarte inadequado não se limita à gestão de resíduos, mas se articula ao uso irracional de medicamentos e ao armazenamento doméstico prolongado. Além de seus impactos ambientais, o acúmulo domiciliar pode ampliar riscos de intoxicação acidental, reutilização indevida e manutenção de práticas de automedicação. Revisões recentes também destacam que o descarte incorreto de medicamentos contribui para a contaminação de matrizes ambientais, incluindo solo e recursos hídricos, reforçando a dimensão socioambiental do problema (Silva et al., 2023).

Para aprofundar a análise dos padrões de descarte, foi considerada uma amostra de 369 medicamentos pertencentes aos cinco principais laboratórios fabricantes, representando 42,4% do total coletado. As variáveis analisadas foram os laboratórios e as categorias de princípios ativos. A forma de apresentação de medicamentos em comprimidos foi mais observada, sendo 48,9% dos medicamentos coletados, seguida por 34,5% de formulações líquidas e 6,5% de medicamentos em pó. As demais apresentações observadas com menor porcentagem foram gel, spray e pomada.

A Tabela 1 apresenta a matriz de contingência com a distribuição absoluta dos medicamentos descartados por laboratório e categoria terapêutica.

A análise estatística por meio do Teste Qui-Quadrado de Independência indicou associação altamente significativa entre os laboratórios fabricantes e as categorias de princípios ativos ($\chi^2 = 39,82$; gl = 44; $p < 0,001$), rejeitando a hipótese de independência entre as variáveis. Esse resultado demonstra que o padrão de descarte observado reflete a especialização produtiva dos laboratórios e não ocorre de forma aleatória.

Tabela 1 – Distribuição dos medicamentos dos cinco principais laboratórios por categoria de princípio ativo

Laboratório	Analgésico	Anti-depressivo	Anti-inflamatório	Antialérgico	Antibiótico	Antiácido	Broncodilatador	Expectorante	Laxante	Outro	Suplementação	Total
Aché	0	0	12	3	1	0	4	2	0	21	32	75
Cosmed	7	0	4	2	0	0	0	0	1	7	8	29
EMS	7	2	11	5	1	0	0	4	1	27	4	62
Eurofarma	4	5	10	1	2	4	0	1	0	15	17	59
Myralis	0	0	0	0	0	0	0	0	6	2	29	37
TOTAL	18	7	37	11	4	4	4	7	8	72	90	369

Fonte: autor (2026).

A elevada significância estatística evidencia que determinados laboratórios concentram o descarte em categorias terapêuticas específicas, o que pode estar relacionado tanto ao perfil de consumo da população quanto à maior disponibilidade desses produtos no mercado.

Para aprofundar essa interpretação, aplicou-se o índice Location Quotient (LQ), que permite identificar especializações relativas de cada laboratório em determinadas categorias (Tabela 2).

Tabela 2 – Principais especializações por laboratório segundo o Location Quotient

Laboratório	Categoria de maior especialização	LQ máximo
Aché	Broncodilatadores	3,493
Cosmed	Analgésicos	3,513
EMS	Expectorantes	2,415
Eurofarma	Antiácidos	4,441
Myralis	Laxantes	5,311

Fonte: autor (2026).

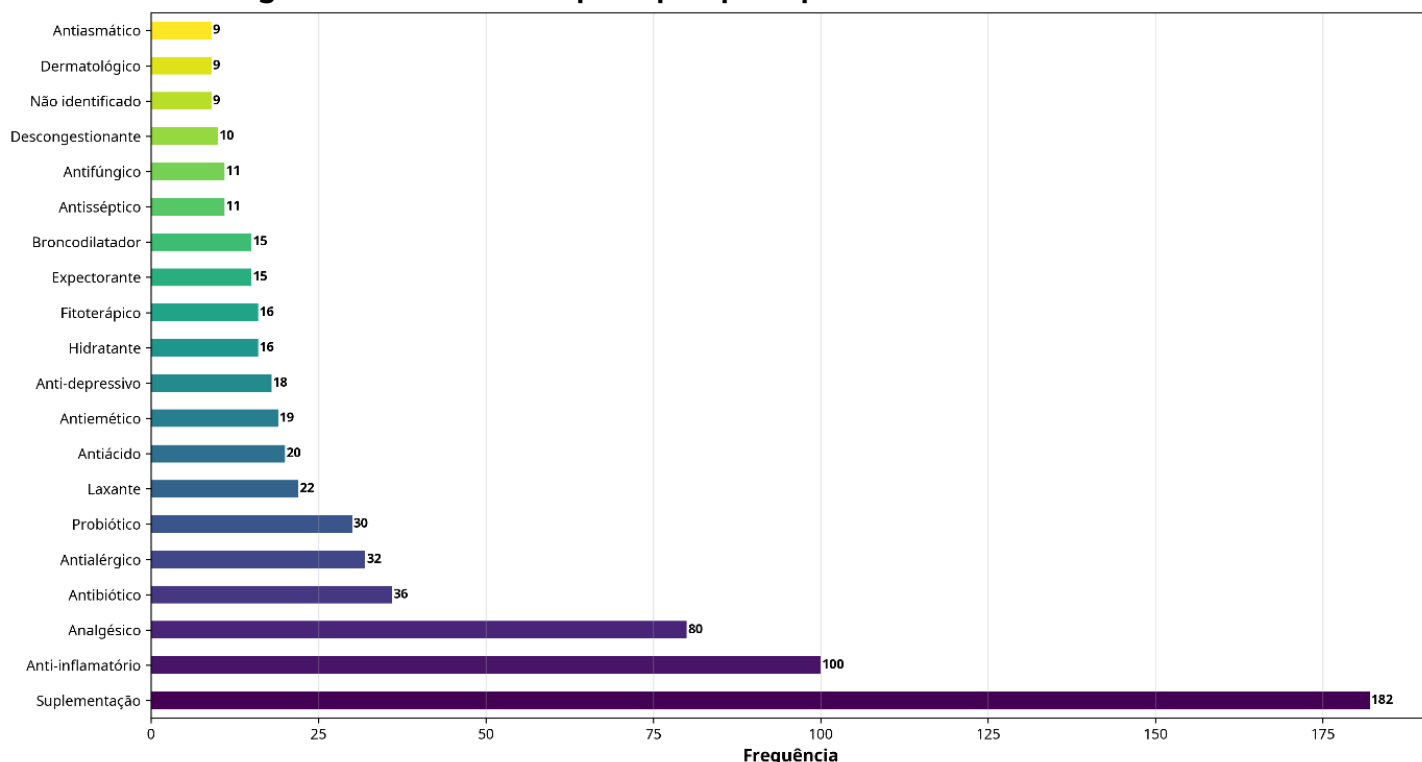
O laboratório Myralis apresentou especialização extrema, com 78,4% de seus medicamentos concentrados em suplementação e 16,2% em laxantes, totalizando 94,6% de seu portfólio nessas duas categorias. A Eurofarma destacou-se na produção de medicamentos de prescrição, especialmente antiácidos e antidepressivos, enquanto a Cosmed concentrou-se fortemente em analgésicos e antialérgicos, típicos de venda livre (OTC- *Over The Counter*). A EMS apresentou perfil mais diversificado, com múltiplas especializações, e a Aché mostrou portfólio amplo, com foco em broncodilatadores e suplementação.

Esses padrões foram confirmados pela análise de resíduos padronizados, que revelou concentrações muito acima do esperado em combinações como Myralis-laxantes, Cosmed-analgésicos e Eurofarma-antiácidos, reforçando a existência de associações estruturais entre fabricantes e categorias terapêuticas.

Esses achados dialogam com o funcionamento do mercado farmacêutico, no qual laboratórios tendem a consolidar nichos específicos, influenciando diretamente o perfil de consumo e, consequentemente, o descarte domiciliar.

A aplicação do Princípio de Pareto permitiu identificar o grau de concentração do descarte em medicamentos, princípios ativos e laboratórios. Em relação aos medicamentos individuais, foram identificados 469 tipos distintos, sendo necessários 295 medicamentos (62,9%) para atingir 80% de todo o volume coletado, indicando concentração elevada. No entanto, a maior concentração foi observada nos princípios ativos. Embora tenham sido identificados 98 princípios ativos diferentes, apenas 25 deles (25,5%) representaram 80% de todo o descarte, caracterizando uma concentração muito alta. A Figura 1 ilustra o gráfico dos princípios ativos mais descartados.

Figura 1 – Gráfico dos 20 principais princípios ativos descartados em 2025



Fonte: autor (2026).

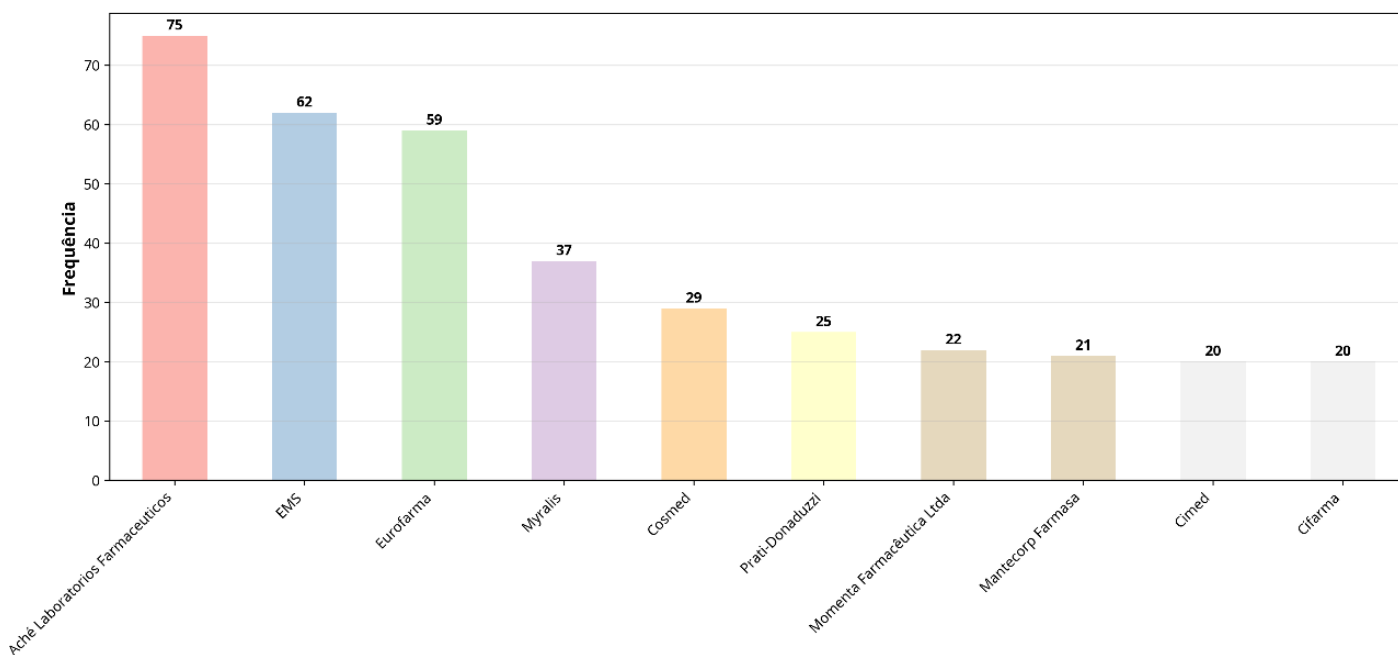
Entre os princípios ativos mais prevalentes destacaram-se os suplementos (20,9%), anti-inflamatórios (11,5%), analgésicos (9,2%), antibióticos (4,1%) e antialérgicos (3,7%).

A elevada concentração observada na categoria de suplementação dialoga diretamente com a tendência mundial de aumento do consumo desses produtos (Zhao et al., 2025; Mishra et al., 2021). Estudos recentes apontam aumento significativo no uso de suplementos dietéticos por adultos, passando de 51,8% em 2011–2012 para mais de 61% em 2021–2023 nos Estados Unidos (Zhao et al., 2025). Conforme discutido por Nalepa et al. (2022), o consumo sem orientação profissional favorece o acúmulo domiciliar e o descarte precoce, especialmente quando associado a estratégias de marketing intensivo.

O elevado descarte de suplementos pode estar relacionado ao consumo por ciclos, abandono precoce do uso, compras impulsionadas por *marketing* intenso e percepção equivocada de segurança absoluta desses produtos. Embora apresentem menor risco toxicológico imediato quando comparados a antibióticos ou psicotrópicos, o grande volume descartado contribui para a poluição ambiental e indica desperdício significativo.

A análise de Pareto aplicada aos laboratórios revelou que, dentre 161 fabricantes identificados, apenas 44 (27,3%) foram responsáveis por 80% do volume coletado, evidenciando também alta concentração. A Figura 2 apresenta o gráfico dos principais laboratórios.

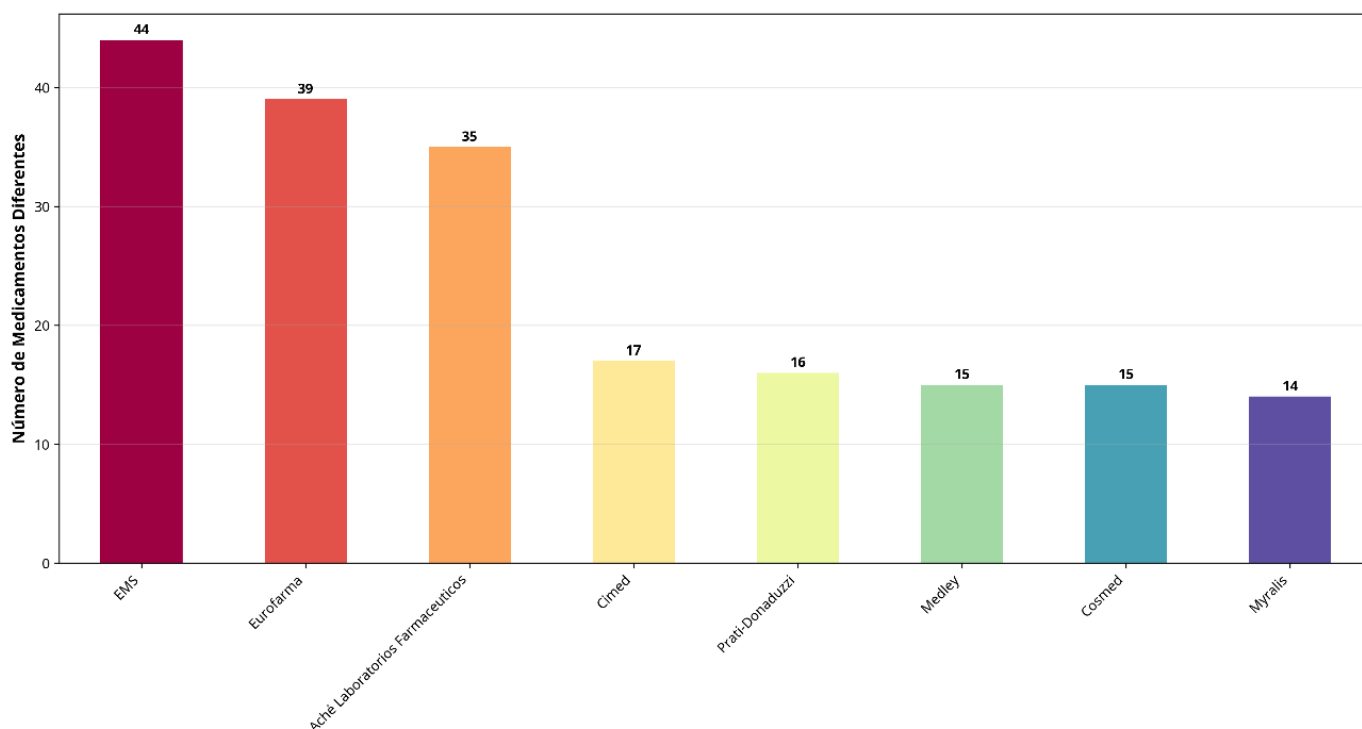
Figura 2 – Gráfico dos laboratórios fabricantes dos medicamentos descartados.



Fonte: autor (2026)

Entre os principais laboratórios destacaram-se Aché, EMS, Medley, Libbs e União Química, refletindo sua ampla presença no mercado farmacêutico brasileiro. Os oito laboratórios que apresentaram maior diversidade de medicamentos estão apresentados na Figura 3.

Figura 3 – Diversidade de medicamentos por laboratório (Top 8)



Fonte: autor (2026).

Esses padrões de concentração indicam que campanhas educativas direcionadas a poucas categorias terapêuticas e parcerias com um número restrito de laboratórios poderiam atingir grande parte do problema com maior eficiência, conforme sugerido pela própria lógica do Princípio de Pareto. Do ponto de vista da gestão pública, isso sugere que estratégias focalizadas podem ser mais efetivas do que ações genéricas, sobretudo quando orientadas por dados locais de consumo e descarte. Assim, os achados deste estudo podem subsidiar políticas institucionais e municipais mais precisas, com priorização de classes terapêuticas e grupos de medicamentos mais frequentemente descartados.

Os resultados deste estudo corroboram achados de iniciativas semelhantes que associaram educação em saúde à coleta estruturada de medicamentos. Todeschini et al. (2021) observaram volumes expressivos de arrecadação em campanhas universitárias, com forte impacto na conscientização da comunidade. Lunardelli, Machado e Monteiro (2017) relataram mais de 100 mil unidades coletadas em programa institucional, enquanto Fernandes et al. (2019) destacaram benefícios sociais e ambientais da implantação de pontos permanentes de coleta. Souza et al. (2024) também observaram grande quantidade de medicamentos vencidos descartados após intervenção educativa, além de baixo nível inicial de conhecimento da população sobre descarte adequado.

Apesar dos resultados positivos referentes à campanhas de coleta de medicamentos, diversos estudos apontam como desafio a sustentabilidade dessas ações, muitas vezes limitadas a períodos curtos e dependentes de iniciativas locais (Fernandes et al., 2019; Santos et al., 2025). Nesse sentido, os dados aqui apresentados reforçam a necessidade de políticas públicas mais abrangentes de educação continuada e logística reversa. No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei nº 12.305/2010, estabeleceu a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, enquanto o Decreto nº 10.388/2020 regulamentou especificamente o sistema de logística reversa de medicamentos domiciliares vencidos ou em desuso. Esse marco normativo representou avanço relevante ao definir responsabilidades para fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, além de prever a implantação de pontos fixos de recebimento para destinação final ambientalmente adequada (Brasil, 2010; Brasil, 2020).

Entretanto, a existência do marco legal não elimina, por si só, os obstáculos operacionais, territoriais e informacionais para a consolidação do sistema. Estudos recentes sobre a implantação da logística reversa de medicamentos em São Paulo mostram avanços importantes, mas também indicam cobertura ainda desigual e dependente de ampliação progressiva da rede de recebimento e de maior divulgação à população (Paludetti et al., 2025). Desse modo, os resultados obtidos na FATEC Ribeirão Preto sugerem que ações educativas desenvolvidas em instituições de ensino podem funcionar como estratégia complementar à política pública, favorecendo a adesão da comunidade ao descarte correto e contribuindo para dar visibilidade a sistemas formais de devolução e destinação.

Essa discussão é especialmente relevante para o campo das políticas públicas, pois indica que o enfrentamento do descarte inadequado de medicamentos exige abordagem integrada entre educação em saúde, gestão de resíduos, regulação sanitária e responsabilidade socioambiental. Em vez de se limitar à instalação de pontos de coleta, torna-se necessário investir também em comunicação pública, formação crítica dos usuários e articulação entre instituições de ensino, serviços de saúde, poder público e cadeia produtiva. Os dados deste estudo apontam, ainda, que a concentração do descarte em determinados princípios ativos e fabricantes pode contribuir para o planejamento de ações mais focalizadas, potencialmente mais eficientes em termos de custo, alcance e impacto.

Por fim, é importante reconhecer algumas limitações do estudo. Trata-se de uma investigação realizada em uma única comunidade acadêmica, com características institucionais e socioculturais próprias, o que limita a extrapolação direta dos resultados para outras populações. Além disso, a participação no questionário ocorreu de forma voluntária, o que pode

introduzir viés de seleção, uma vez que indivíduos mais sensibilizados pelo tema podem ter aderido em maior proporção. Também deve ser considerado que os medicamentos analisados correspondem ao material efetivamente entregue nas ações de coleta, não representando, necessariamente, a totalidade dos medicamentos armazenados ou descartados pela comunidade fora do programa. Ainda assim, os achados oferecem evidências consistentes sobre o potencial de intervenções educativas associadas à coleta estruturada e sobre padrões de descarte relevantes para o planejamento de ações institucionais e locais.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo reforça que o descarte de medicamentos deve ser compreendido como uma questão que articula saúde pública, responsabilidade ambiental e uso racional de medicamentos. Mais do que um problema relacionado à destinação final de resíduos, trata-se de um fenômeno associado a práticas de consumo, armazenamento domiciliar e informação da população.

Nesse sentido, os achados sustentam a importância de ações de educação em saúde associadas à existência de sistemas estruturados de coleta, capazes de favorecer o descarte correto e de fortalecer a conscientização da comunidade. Também evidenciam a necessidade de ampliar a efetividade da logística reversa de medicamentos no Brasil, por meio de maior divulgação, capilaridade e integração entre instituições de ensino, serviços de saúde, setor farmacêutico e poder público.

Os resultados evidenciaram forte concentração do descarte em poucos princípios ativos, especialmente suplementos, analgésicos e anti-inflamatórios, além de associações significativas entre laboratórios e categorias terapêuticas, refletindo os perfis de produção do mercado farmacêutico. Os achados indicam que campanhas educativas direcionadas, focadas nas principais categorias terapêuticas e em parcerias com os laboratórios mais representativos, podem maximizar o impacto das ações com menor custo operacional.

Assim, conclui-se que iniciativas educativas articuladas a políticas permanentes de coleta e logística reversa constituem caminho relevante para o enfrentamento do descarte inadequado de medicamentos.

REFERÊNCIAS

- BEHZADIFAR, Meysam et al. Prevalence of self-medication in university students: systematic review and meta-analysis. **Eastern Mediterranean Health Journal**, v. 26, n. 7, p. 846-857, 2020. DOI: 10.26719/emhj.20.052. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32794171/>> Acesso em: 06 fev. 2026.
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 3 ago. 2010. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm> Acesso em: 23 mar. 2026.
- BRASIL. Decreto nº 10.388, de 5 de junho de 2020. **Regulamenta o § 1º do caput do art. 33 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, e institui o sistema de logística reversa de medicamentos domiciliares vencidos ou em desuso, de uso humano, industrializados e manipulados, e de suas embalagens após o descarte pelos consumidores**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 5 jun. 2020. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/d10388.htm> Acesso em: 23 mar. 2026.
- BVSMS. 05/5 – Dia Nacional do Uso Racional de Medicamento. **Biblioteca Virtual em Saúde do Ministério da Saúde**, 2025. Disponível em: <<https://bvsms.saude.gov.br/05-5-dia-nacional-do-uso-racional-de-medicamento-2/>> Acesso em: 06 fev. 2026.
- FERNANDES, Michelle Couto et al. Implantação do ponto de coleta reversa de medicamentos em uma instituição de educação superior do Distrito Federal. **REVISA**, v. 8, n. 4, p. 505–511, 2019. DOI: 10.36239/revisa.v8.n4.p505a511. Disponível em: <<https://rdcsa.emnuvens.com.br/revista/article/download/650/1021>> Acesso em: 06 fev. 2026.
- FREITAS, Rafaela Maianna Cruz de Castro; FERREIRA, Eduardo de Castro. O descarte de medicamentos e a Educação Ambiental: a percepção dos universitários de Imperatriz (MA). **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, [S. l.], v. 18, n. 5, p. 344–356, 2023. DOI: 10.34024/revbea.2023.v18.14668. Disponível em: <<https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/14668>> Acesso em: 28 fev. 2026.
- GASPARINI, Joice C.; GASPARINI, André R.; FRIGIERI, Mariana C. Estudo do descarte de medicamentos e consciência ambiental no município de Catanduva-SP. **Ciência & Tecnologia**, v. 2, n. 1, 2011. Disponível em: <<https://publicacoes.fatecjaboticabal.edu.br/citec/article/view/64/58>>. Acesso em 23 de mar. 2026.
- KUSTURICA, Milica P.; JEVTIC, Marija; RISTOVSKI, Jovana T. Minimizing the environmental impact of unused pharmaceuticals: review focused on prevention. **Frontiers in Environmental Science**, v. 10, 2022. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.1077974>. Disponível em: <<https://www.frontiersin.org/journals/environmental-science/articles/10.3389/fenvs.2022.1077974/full>>. Acesso em: 1 mar. 2026.

LOPES, Bruna Angela et al. Avaliação nos cuidados com armazenamento e descarte de medicamentos por acadêmicos de uma Faculdade do Sul do Brasil. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 7, n. 1, p. 7783–7797, 2021. DOI: 10.34117/bjdv7n1-528. Disponível em: <<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/23508>>. Acesso em: 1 mar. 2026.

LUNARDELLI, Adroaldo; MACHADO, Iohana Dornelles; MONTEIRO, Siomara da Cruz. Programa de descarte apropriado do rejeito medicamentoso como ferramenta institucional educacional. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 14, n. 1, p. 32–38, 2017. DOI: 10.5216/ref.v14i1.42775. Disponível em: <<http://revistas.ufg.br/index.php/REF/index>>. Acesso em: 06 fev. 2026.

MISHRA, Suruchi et al. Dietary supplement use among adults: United States, 2017–2018. **NCHS Data Brief**, n. 399, 2021. DOI: 10.15620/cdc:101131. Disponível em: <<https://www.cdc.gov/nchs/products/databriefs/db399.htm>>. Acesso em: 06 fev. 2026.

NALEPA, Alice do Carmo Kossoski et al. Educação em saúde: a importância do descarte correto de medicamentos domiciliares vencidos ou não utilizados. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 3, p. e56811326913, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i3.26913. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/rsd/article/view/26913>>. Acesso em: 06 fev. 2026.

OLIVEIRA, Hernandes Flanklin Carvalho et al. Medication disposal at home by nursing students. **Revista de Enfermagem da UFPI**, v. 12, n. 1, 2023. DOI: 10.26694/reufpi.v12i1.3944. Disponível em: <<https://periodicos.ufpi.br/index.php/reufpi/article/view/3944>>. Acesso em: 1 mar. 2026.

PALUDETTI, Diego Xavier et al. Implantação da logística reversa de medicamentos e de suas embalagens em São Paulo, Brasil: avanços no primeiro ano (2021). **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 30, n. 6, p. e00462024, 2025. DOI: 10.1590/1413-81232025306.00462024. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/csc/a/m3PTDFZBGMhgSTPvHCXqKXd/?lang=pt>>. Acesso em: 23 mar. 2026.

RATHOD, Pragati et al. Prevalence, pattern, and reasons for self-medication: a community-based cross-sectional study from Central India. **Cureus**, v. 15, n. 1, e33917, 2023. DOI: 10.7759/cureus.33917. Disponível em: <<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9936784/>>. Acesso em: 06 fev. 2026.

SANTOS, Maria Damiana dos et al. Impacto socioambiental do descarte inadequado de medicamentos: um estudo de caso em Juazeiro do Norte – CE. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 11, n. 1, p. 537–543, 2025. DOI: 10.51891/rease.v11i1.17784. Disponível em: <<https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/17784>>. Acesso em: 06 fev. 2026.

SILVA, Jacineide Maria da; GERON, Vera Lucia Matias Gomes. Avaliação de armazenamento de medicamento em domicílio em um bairro de Ariquemes/RO. **Revista Científica FAEMA- Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, v. 9, p. 491–499, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.31072>. Disponível em: <<https://revista.unifaema.edu.br/index.php/Revista-FAEMA/article/view/rcf.v9iedesp.609/537>>. Acesso em: 23 mar. 2026.

SILVA, Vanessa Wayne Palhares da et al. Descarte de medicamentos e os impactos ambientais: uma revisão integrativa da literatura. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 28, n. 4, p. 1113-1123, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-81232023284.05752022> Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/csc/a/6wySXdYtDxp3vjcnxM8sWyH/?lang=pt>>. Acesso em: 24 mar. 2023.

SOUZA, Matheus Oliveira de et al. Estudo do descarte residencial de medicamentos vencidos e em desuso em uma instituição de ensino superior no município de Araguari/MG. **Revista Master – Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 9, n. 18, 2024. DOI: 10.47224/revistamaster.v9i18.478. Disponível em: <<https://revistamaster.imepac.edu.br/RM/article/view/478>>. Acesso em: 06 fev. 2026.

TASSARA, Kennia Rodrigues et al. Medicamentos vencidos e/ou armazenados no domicílio de estudantes e o correto descarte: um estudo de caso. **Revista Colombiana de Ciencias Químico - Farmacéuticas**, v. 51, n. 2, p. 787–810, 2022. Disponível em: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-74182022000200787>. Acesso em: 26 mar. 2026.

TODESCHINI, Vítor et al. Ações educativas e logística reversa de medicamentos descartados na cidade universitária de Macaé-RJ. **Cadernos do Desenvolvimento Fluminense**, n. 20, p. 193–215, 2021. DOI: 10.12957/cdf.2021.59617. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/cdf/article/view/59617>>. Acesso em: 06 fev. 2026.

VIEIRA, Mariana de Lourdes Almeida. Descarte de medicamentos de uso domiciliar vencidos e/ou em desuso em uma comunidade escolar de Belo Horizonte. **Revista Extensão & Sociedade**, [S. l.], v. 16, n. 2, 2023. DOI: 10.21680/2178-6054.2023v16n2ID33868. Disponível em: <<https://periodicos.ufrn.br/extensaoesociedade/article/view/33868>>. Acesso em: 28 fev. 2026.

ZHAO, Longgang et al. Trends in dietary supplement use among U.S. adults between 2011 and 2023. **European Journal of Nutrition**, v. 64, n. 8, 2025. DOI: 10.1007/s00394-025-03825-4. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41128907/>>. Acesso em: 06 fev. 2026.

Declaração de uso de inteligência artificial

Ferramentas/Serviços: ChatGPT-5.2, Manus AI. Finalidade: O ChatGPT-5.2 foi empregado para apoio na revisão gramatical, estruturação dos tópicos da revisão bibliográfica e tradução do resumo, sendo que posteriormente o conteúdo foi avaliado pelo autor. Manus AI foi utilizada como ferramenta para a análise estatística dos dados obtidos na triagem dos medicamentos descartados e na elaboração das Figuras no tópico Resultados e discussões.

Educação física e BNCC: expectativas, desafios e formação continuada na carreira docente



Physical education and BNCC: expectations, challenges and continuing training in the teaching career

Vinicius da Silva Freitas 

Universidade Federal do Acre - UFAC
viniciuscarvalho34@hotmail.com

Eliane Carvalho Vidal Dias 

Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES
eliane.dias@ifpa.edu.br

Marttem Costa Santana 

Instituto Federal de Pernambuco - IFPR
martttemsantana@ufpi.edu.br

Revista Processando o Saber

eISSN 2179-5150 · Vol 18, n. 01, 2026
Multidisciplinar · DOI · Revisão por pares

Faculdade de Tecnologia Praia Grande – FATEC

Períodicidade: Anual
revista@fatecpg.edu.br

Recebido: Jan 2026

Aceito: Mar 2026

Publicado: Jun 2026

URL: <https://www.fatecpg.edu.br/revista/index.php/ps/article/view/427>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.20076738>



RESUMO

Este estudo tem como objetivo refletir sobre as orientações da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) referentes à Educação Física (EF) na Educação Básica, com ênfase na necessidade de adaptação curricular e na importância da formação continuada dos professores para a efetivação de uma educação de qualidade. A pesquisa caracteriza-se como bibliográfica, fundamentada em autores que discutem a Educação Física como componente curricular indispensável à formação integral dos estudantes, contribuindo para o desenvolvimento físico, social, cognitivo e emocional. Destaca-se o papel da EF no contexto das escolas de tempo integral, nas quais as práticas pedagógicas devem ser planejadas de forma intencional, diversificada e contextualizada, respeitando as especificidades dos alunos e as diretrizes da BNCC. Os resultados evidenciam que a atuação docente alinhada às competências e habilidades previstas no documento normativo favorece aprendizagens significativas, além de promover valores como cooperação, respeito, autonomia e cidadania. Conclui-se que, diante das constantes transformações tecnológicas e sociais, torna-se imprescindível o investimento em formação continuada, possibilitando aos professores o aprimoramento de suas práticas pedagógicas. Assim, a Educação Física consolida-se como área fundamental para a formação de sujeitos críticos, ativos e preparados para enfrentar os desafios da contemporaneidade.

PALAVRAS-CHAVE: Professores. Formação inicial e continuada. Educação física. Escola integral.

ABSTRACT

This study aims to reflect on the guidelines of the Brazilian National Common Core Curriculum (Base Nacional Comum Curricular – BNCC) related to Physical Education (PE) in Basic Education, with an emphasis on the need for curriculum adaptation and the importance of continuous teacher professional development for the implementation of quality education. The research is characterized as bibliographic, grounded in authors who discuss Physical Education as an essential curricular component for the holistic development of students, contributing to their physical, social, cognitive, and emotional development. The role of Physical Education in the context of full-time schools is highlighted, in which pedagogical practices should be intentionally planned, diversified, and contextualized, respecting students' specificities and the guidelines established by the BNCC. The results show that teaching practices aligned with the competencies and skills outlined in the normative document promote meaningful learning, in addition to fostering values such as cooperation, respect, autonomy, and citizenship. It is concluded that, in light of ongoing technological and social transformations, investment in continuous professional development is essential, enabling teachers to improve their pedagogical practices. Thus, Physical Education is consolidated as a fundamental area for the education of critical, active individuals prepared to face the challenges of contemporary society.

KEY-WORDS: Teachers. Initial and continuing training. Physical Education. Full school.

INTRODUÇÃO

A Educação Física (EF) constitui um componente curricular obrigatório da Educação Básica (EB), assumindo papel relevante na formação integral dos estudantes. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), instituída pelo Ministério da Educação, estabelece diretrizes que orientam a organização dos currículos escolares, propondo o desenvolvimento de competências e habilidades essenciais para a formação de sujeitos críticos, participativos e socialmente responsáveis. Nesse contexto, este estudo delimita-se à análise das normas da BNCC relacionadas à Educação Física na Educação Básica, com foco na adaptação curricular às realidades das instituições escolares e na formação continuada dos professores.

O problema de pesquisa que orienta este trabalho consiste em compreender de que maneira as orientações da BNCC têm sido incorporadas ao currículo da Educação Física escolar e quais os desafios enfrentados pelos docentes para sua efetivação. Parte-se da hipótese de que a adequada implementação da BNCC depende diretamente da formação continuada dos professores e da flexibilização curricular, considerando as especificidades dos alunos e do contexto escolar.

O objetivo geral do estudo é refletir sobre as contribuições da BNCC para a Educação Física na Educação Básica, destacando a necessidade de práticas pedagógicas inclusivas e fundamentadas teoricamente. Como justificativa, ressalta-se a relevância social da educação enquanto espaço de construção de saberes, valores e cidadania, exigindo constantes reflexões e reformulações frente às transformações sociais, culturais e tecnológicas (Libâneo, 2020; Saviani, 2021).

A BNCC (Brasil, 2018) reconhece a Educação Física como área responsável por proporcionar experiências corporais diversificadas, contribuindo para o desenvolvimento psicomotor, cognitivo, afetivo e social dos estudantes. Estudos recentes reforçam que práticas pedagógicas bem planejadas na EF favorecem a autonomia, a cooperação e o respeito à diversidade (Darido; Rangel, 2020; Betti; Zuliani, 2022).

Metodologicamente, o estudo caracteriza-se como pesquisa bibliográfica, conforme Gil (2019), utilizando livros, artigos científicos e documentos oficiais. Quanto à organização, o trabalho estrutura-se em seções que abordam a trajetória da Educação Física no Brasil, a construção da BNCC e sua efetivação por meio dos currículos, os conteúdos da Educação Física escolar e a formação docente, culminando nas considerações finais.

1. METODOLOGIA

Quanto aos procedimentos metodológicos, o presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa bibliográfica de natureza qualitativa, tendo como objetivo analisar criticamente a produção científica existente acerca do tema investigado. A pesquisa bibliográfica, conforme destacam Eva Maria Lakatos e Marina de Andrade Marconi (2010), abrange o levantamento, a seleção e a análise de materiais já publicados, tais como livros, artigos científicos, dissertações, teses, documentos oficiais e outras fontes relevantes, possibilitando ao pesquisador o contato direto com o conhecimento acumulado sobre determinado assunto.

Nessa perspectiva, a pesquisa bibliográfica não se limita à mera descrição de conteúdos, mas constitui um processo sistemático de investigação que permite a construção de novas interpretações e reflexões a partir do diálogo com diferentes autores (GIL, 2019). Assim, buscou-se fundamentar o estudo em produções acadêmicas consolidadas e recentes, com o intuito de compreender os principais debates, avanços e lacunas existentes na literatura.

Para garantir maior rigor metodológico e transparência na condução da pesquisa, foram definidos critérios de seleção das fontes. Como critérios de inclusão, consideraram-se: (a) trabalhos publicados entre os anos de 2010 e 2025, de modo a contemplar produções atualizadas; (b) textos disponíveis na íntegra; (c) publicações em língua portuguesa; e (d) estudos que abordassem diretamente a temática investigada. Como critérios de exclusão, foram descartados: (a) trabalhos duplicados; (b) produções que não apresentavam relação direta com o objeto de estudo; (c) textos incompletos; e (d) materiais sem respaldo científico, como conteúdos opinativos não acadêmicos.

A coleta de dados foi realizada por meio de buscas em bases de dados científicas, utilizando descritores previamente definidos e combinados com operadores booleanos, de modo a ampliar e refinar os resultados. Após a identificação inicial dos estudos, procedeu-se à leitura dos títulos e resumos, com o objetivo de verificar sua pertinência. Em seguida, os textos selecionados foram lidos na íntegra, possibilitando uma análise mais aprofundada do conteúdo.

No que se refere à análise dos dados, adotou-se a técnica de Análise de Conteúdo, conforme proposta por Laurence Bardin (2011), amplamente utilizada em pesquisas qualitativas. Essa abordagem permitiu a organização, categorização e interpretação dos dados, a partir de três etapas fundamentais: (i) pré-análise, que consistiu na leitura flutuante e organização do material; (ii) exploração do material, com a codificação e categorização das informações; e (iii) tratamento dos resultados e interpretação, etapa em que se buscou atribuir sentido aos dados analisados.

Além disso, considerando que se trata de uma revisão bibliográfica com aproximações à revisão integrativa, adotaram-se princípios metodológicos descritos por Rita Whitemore e Kathleen Knafl (2005), que destacam a importância da sistematização das etapas de busca, seleção, avaliação e síntese das produções científicas. Tal abordagem contribui para a organização do conhecimento e para a identificação de tendências e lacunas na área investigada.

Cabe destacar que este estudo não contemplou procedimentos empíricos, como aplicação de questionários, entrevistas ou observações em campo, caracterizando-se exclusivamente como uma investigação teórica. Ainda assim, reconhece-se que a ausência de dados empíricos pode limitar a compreensão da realidade concreta, o que aponta para a necessidade de estudos futuros que articulem análise teórica e investigação de campo.

Por fim, os dados obtidos foram organizados e sistematizados em categorias analíticas, possibilitando a construção de uma discussão fundamentada e coerente com os objetivos da pesquisa. Os resultados são apresentados na seção seguinte, evidenciando as principais contribuições da literatura analisada, bem como reflexões críticas acerca do tema.

Quadro teórico

Autores	Ano	Conceitos Principais	Contribuições para o Estudo
BRASIL (2018)	2018	Definição da Educação Física como um componente curricular essencial para o desenvolvimento integral dos alunos, abrangendo aspectos físicos, cognitivos e afetivos.	Expõe a importância da Educação Física no contexto escolar, alinhando-se à BNCC, para promover o desenvolvimento integral do aluno, respeitando as particularidades locais e a inclusão.
Barbosa (2004)	2004	Aulas de Educação Física como promotoras de habilidades sociais, como trabalho em equipe, solidariedade e resolução de problemas.	Apresenta como a Educação Física contribui para o desenvolvimento da cidadania e das relações sociais, além de preparar os alunos para um exercício prático de cidadania.
Catunda, Sartori e Laurindo (2014)	2014	Educação Física como componente curricular obrigatório que vai além do físico, promovendo o desenvolvimento integral.	Destaca a importância da Educação Física para o desenvolvimento holístico do aluno, tanto no aspecto físico quanto no psicológico e afetivo.
Peroni e Schine (2017)	2017	Crítica à BNCC por sua tendência a padronizar os conteúdos, ignorando as diversidades regionais e locais.	Apresenta uma crítica à BNCC, argumentando que a padronização proposta pode desconsiderar as diversidades regionais e culturais, afetando a efetividade da Educação Física nas escolas.
Darido (1999)	1999	A autonomia do aluno na prática de atividades físicas, enfatizando a importância das aulas de Educação Física serem atrativas.	Defende que a Educação Física deve não apenas ensinar a prática física, mas também incentivar a prática autônoma dos alunos fora do ambiente escolar, com ênfase na diversão e prazer da atividade.
Marinho e Brhuns (2006)	2006	Reflexão sobre o papel da Educação Física na formação de cidadãos críticos e responsáveis com o da cultura corporal contemporânea.	Proporciona uma visão crítica da Educação Física, destacando a importância de seus conteúdos na formação de cidadãos engajados e conscientes de sua
Gil (2010)	2010	Metodologia de pesquisa bibliográfica como método de análise de fontes publicadas para aprofundamento de temas educacionais.	Fundamenta a metodologia utilizada neste estudo, garantindo a credibilidade e profundidade nas análises realizadas.
Souza (2002)	2002	Histórico da introdução da Educação Física no Brasil, destacando os desafios enfrentados e a formação inicial dos profissionais de Educação Física.	Expõe o contexto histórico e os desafios iniciais da Educação Física no Brasil, contribuindo para uma compreensão crítica sobre a evolução da prática e formação de professores.
Castellani (2005)	2005	A falta de qualificação do corpo docente e a dificuldade do Brasil em implementar a Educação Física escolar de forma eficiente.	Aponta os obstáculos enfrentados pelo Brasil na qualificação de professores e na efetiva implementação de programas de Educação Física, com implicações diretas na qualidade do ensino.

Fonte: Autor

2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.1 A TRAJETÓRIA DA EDUCAÇÃO FÍSICA NO BRASIL

Em 1939, as instituições militares no Brasil foram fundamentais na formação dos primeiros profissionais de Educação Física. No entanto, a implementação de projetos governamentais voltados para a introdução da Educação Física nas escolas enfrentou desafios substanciais. De acordo com Souza (2002), ficou claro que o Brasil estava atrasado em relação a outros países no que tange à educação e instrução. A simples reprodução dos métodos de ensino de países europeus não era suficiente para superar essa defasagem.

Além disso, a escassez de professores qualificados para liderar os novos programas de Educação Física agrava ainda mais a situação. Segundo Castellani (2005), a falta de um corpo docente bem preparado, aliada à quase inexistente atuação do governo e da iniciativa privada no setor, contribuiu para a manutenção de um sistema educacional arcaico e defasado, com práticas rotineiras e ultrapassadas. Esse contexto evidencia a urgência de uma abordagem mais ampla e estruturada para o desenvolvimento da Educação Física no Brasil, o que é amplamente discutido por vários estudiosos da educação brasileira (Souza, 2002; Castellani, 2005).

Abordando a formação de professores de Educação Física, Jorge de Moraes comentou em 1927 como o Brasil estava atrás dos países europeus em reconhecer seu valor. Esse sentimento teve eco no espírito nacionalista do governo com a promulgação do Decreto 11 Lei nº 2.072, em 8 de março de 1940, tornando obrigatória a Educação Física cívica. Com o aumento da necessidade de mão de obra, ela passou a incluir o ensino industrial em 1942, o ensino comercial em 1944 e o ensino agrícola em 1946. O esporte era visto como uma forma de inculcar solidariedade e qualidades virtuosas nos indivíduos, especialmente no ambiente de trabalho (Rodrigues, 2003).

Durante o período pós-Segunda Guerra Mundial, até meados da década de 1960 mais precisamente em 1964, início do período da Ditadura brasileira, a Educação Física nas escolas manteve o caráter gímico e calistênico da República brasileira (Ramos, 1982). Isso levou à criação de mais escolas de Educação Física no país, que visavam disseminar esses ideais. Essa situação perdurou até o final da década de 1960, conforme explica Ayoub (2005).

Porém, somente após o Golpe Militar de 1964 é que o tema da formação profissional em Educação Física passou a assumir diferentes contornos. A obrigatoriedade do ensino foi instituída em julho de 1969, por meio do Decreto-Lei nº 705. Esse ensino baseava-se na organização militar e nas práticas esportivo-recreativas, o que deu origem à necessidade de regulamentação dos cursos de Educação Física.

Em 2 de dezembro de 1996, o Conselho Federal de Educação publicou seu parecer através do nº 894, que visava estabelecer um referencial consistente para todas as escolas de educação básica a Educação Física da 3ª série. Segundo este ponto de vista, deveria haver um currículo mínimo obrigatório de 1800 horas por aula, com uma duração mínima de três anos.

No entanto, a obrigatoriedade da Educação da primeira à terceira série pela Lei nº 5.692/71 tornou imprescindível a formação de técnicos em Educação Física. Posteriormente, verificou-se um aumento positivo do número de cursos, com especial atenção ao desportivismo competitivo e à integração entre a Educação Física e a Educação Moral e Cívica. Como resultado, uma nova forma de harmonia entre esportividade e moralidade está em vigor (Ayoub, 2005).

As escolas têm um patrimônio comum com uma forte aposta na Educação Física e no Desporto. Isso fica especialmente evidente na adoção do sistema de clubes, onde os alunos escolhem o esporte de sua preferência para praticar. Infelizmente, isso levou à negligência de outras formas de Educação Física. Com isso, a disciplina tem se limitado a algumas modalidades esportivas, privando os alunos de suas diversas ofertas. Esta tendência vai de encontro ao vasto potencial e especificidade da Educação Física (Lucas, 2004).

A partir da Resolução 03/87, os cursos superiores começaram a discutir e implementar mudanças curriculares no processo de formação em Educação Física. As mudanças envolvem a atualização dos conteúdos programáticos, a introdução de novas metodologias de ensino e a incorporação de abordagens mais modernas e interdisciplinares. Apesar do discurso convincente que sustenta essas mudanças, elas ainda não tiveram um impacto significativo na realidade das instituições formadoras nesse campo (Gunther, 2000).

Diretrizes e princípios para a organização dos currículos foram estabelecidos na Resolução 003/CFE/87 devido às questões existentes na universidade e às preocupações particulares do ramo. A resolução determinou que as instituições de ensino superior em Educação Física devem conduzir as discussões para avançar na possibilidade de oferecer um título de bacharel ou diploma (Nunes; Rubio, 2008).

A confusa cisão entre os cursos de Licenciatura e Bacharelado comportava uma interpretação errônea: o estudo acadêmico era destinado ao Bacharel, enquanto o Licenciado era visto como mero consumidor do conhecimento científico. Ao perceber que ambos os caminhos podem produzir conhecimento por meio da interação constante com a realidade, esse erro pode ser corrigido (Ayoub, 2005).

Duas escolas de pensamento surgiram a respeito da melhoria da formação do profissional de Educação Física, segundo Daolio (2004). Um campo enfatiza uma educação

completa que enfatiza o pensamento crítico e os princípios humanísticos, enquanto o outro grupo defende o conhecimento técnico e o treinamento especializado normalmente obtidos por meio de um diploma de bacharelado.

Parece não haver modificações significativas nos currículos do ensino superior para professores de Educação Física com base na análise da pesquisa realizada por Neira e Nunes (2011).

Poderia haver outra forma de interpretar a situação, sugerida por Nunes e Rubio em 2008, como uma reforma em vez de uma modificação. A carga horária exigida pelo curso melhorou notavelmente, daí a extensão do curso. A extensão do curso exige uma reconsideração do desenho curricular, o que é um indicativo inequívoco de mudança.

O método de treinamento em Educação Física tem sofrido mudanças ao longo do tempo, alguns optando por uma nova abordagem e outros mantendo a tradição, conforme Neira e Nunes (2011). As áreas de conhecimento foram reorganizadas para se aprofundar em detalhes com conhecimento fracionado, e a organização do trabalho permanece consistente. (ênfase minha).

A estrutura acadêmica da Educação Física há muito se orienta por uma mentalidade utilitária e funcional, priorizando a proficiência técnica dos professores e limitando a intervenção pedagógica a aplicações práticas que produzam os melhores resultados possíveis. Infelizmente, esta abordagem tem conduzido a um ambiente profissional onde o caráter pedagógico da Educação Física tem sido ofuscado, dando-se pouca ênfase ao potencial de reflexão e exploração dos conhecimentos adquiridos. Como sugere Lucas (2004), negligenciar a oportunidade de investigação e reflexão acaba levando a uma falta de peso ou significância na execução dos deveres.

2.2 A CONSTRUÇÃO DA BNCC E SUA EFETIVAÇÃO ATRAVÉS DOS CURRÍCULOS E OS COMPONENTES CURRICULAR DA EDUCAÇÃO FÍSICA

A construção da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) insere-se em um amplo movimento de reformas educacionais no Brasil, intensificado a partir da década de 1990, que buscou alinhar o sistema educacional às demandas sociais, econômicas e culturais contemporâneas. Esse processo foi marcado pela tentativa de estabelecer parâmetros nacionais de qualidade e equidade, garantindo a todos os estudantes o acesso a um conjunto mínimo de aprendizagens consideradas essenciais (SAVIANI, 2013; LIBÂNEO, 2012).

De forma colaborativa e democrática, o processo de elaboração da BNCC teve início em 2015, sob coordenação do Ministério da Educação, envolvendo consultas públicas, debates

e a participação de diferentes segmentos da sociedade civil, professores, gestores e especialistas da área educacional. Em 2016, intensificou-se a mobilização nacional, com a participação de representantes dos estados e municípios, configurando um processo de construção coletiva que buscava contemplar a diversidade educacional do país. A versão final do documento foi homologada em dezembro de 2017, consolidando-se como um marco normativo para a organização curricular da Educação Básica brasileira (BRASIL, 2017).

Nesse contexto, a BNCC define-se como um documento de caráter normativo que estabelece “o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais” a serem desenvolvidas pelos estudantes ao longo das etapas da Educação Básica (BRASIL, 2017, p. 7). Entretanto, sua efetivação depende diretamente da reelaboração dos currículos estaduais e municipais, bem como dos projetos político-pedagógicos das instituições escolares, evidenciando que o currículo não se limita ao documento oficial, mas se concretiza nas práticas pedagógicas cotidianas (SACRISTÁN, 2000; MOREIRA; SILVA, 2002).

Sob essa perspectiva, o currículo deve ser compreendido como uma construção social e histórica, permeada por relações de poder, disputas ideológicas e concepções de educação. Para José Gimeno Sacristán, o currículo é uma prática que se materializa na ação docente, sendo resultado de decisões políticas e pedagógicas que refletem determinados projetos de sociedade. Já Michael Apple enfatiza que o currículo não é neutro, mas expressa interesses sociais, culturais e econômicos dominantes, o que exige uma análise crítica de documentos como a BNCC.

Apesar do discurso de construção democrática, a BNCC tem sido alvo de críticas por parte de diversos estudiosos. Vera Maria Vidal Peroni e Leda Scheibe argumentam que o documento tende à padronização curricular em nível nacional, podendo desconsiderar as especificidades regionais e culturais do país. Segundo as autoras, essa padronização pode comprometer o pluralismo pedagógico e limitar a autonomia docente, ao impor conteúdos e competências de forma homogênea (PERONI; SCHEIBE, 2017).

Em contraposição, autores como Antoni Zabala e Francisco Imbernón defendem que a existência de um referencial comum pode contribuir para a garantia de direitos de aprendizagem, desde que haja flexibilidade na sua implementação e respeito às diversidades locais. Nesse sentido, a BNCC deve ser compreendida como um ponto de partida, e não como um modelo rígido a ser seguido.

No que se refere à Educação Física, a BNCC promove uma mudança significativa ao reconhecer esse componente curricular como parte da área de Linguagens, ampliando sua compreensão para além de uma perspectiva meramente biologista ou esportista. A Educação

Física passa a ser entendida como um campo que aborda as práticas corporais como manifestações culturais, incluindo jogos, esportes, danças, lutas, ginásticas e práticas de aventura (BRASIL, 2017).

De acordo com Valter Bracht, essa abordagem representa um avanço ao considerar a Educação Física como prática social e cultural, contribuindo para a formação crítica dos estudantes. Nessa mesma linha, Elenor Kunz destaca a importância de uma Educação Física voltada para a emancipação dos sujeitos, valorizando a experiência corporal e a reflexão crítica sobre as práticas sociais.

Além disso, autores como Rufino Neto apontam que a inserção da Educação Física na área de Linguagens possibilita uma compreensão ampliada da linguagem corporal como forma de expressão, comunicação e interação social. Essa perspectiva dialoga com as concepções contemporâneas de currículo, que valorizam a interdisciplinaridade e a integração entre diferentes áreas do conhecimento (RUFINO; NETO, 2016).

Entretanto, a efetivação dessas propostas no cotidiano escolar ainda enfrenta diversos desafios. A falta de formação continuada dos professores, a precarização das condições de trabalho e a ausência de infraestrutura adequada são fatores que dificultam a implementação das orientações da BNCC (LIBÂNEO, 2012; TARDIF, 2009). Além disso, há uma tensão constante entre o currículo prescrito e o currículo real, ou seja, entre o que está previsto nos documentos oficiais e o que efetivamente ocorre na prática pedagógica.

Dessa forma, compreender a BNCC e sua relação com os currículos e com os componentes curriculares, especialmente a Educação Física, exige uma análise crítica que considere não apenas o documento em si, mas também os contextos de sua implementação. A construção de um currículo que respeite a diversidade, promova a inclusão e valorize as diferentes manifestações culturais depende do engajamento de todos os atores envolvidos no processo educativo, bem como de políticas públicas que garantam condições reais para sua efetivação.

2.3 A EDUCAÇÃO FÍSICA E SEUS CONTEÚDOS

Jogos, esportes, danças, atividades rítmicas e ginástica desempenham um papel fundamental na Educação Física escolar, pois possibilitam aos alunos posicionarem-se de forma crítica diante da cultura corporal contemporânea. Enquanto componente curricular, a Educação Física favorece a inserção dos estudantes nessa cultura, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida por meio de práticas corporais que podem ser produzidas, reproduzidas ou

transformadas socialmente. Betti e Zuliani (2002) já destacavam a relevância da Educação Física na formação de cidadãos responsáveis, capazes de compreender e intervir na cultura corporal de movimento, perspectiva que permanece atual e é reafirmada por Betti, Ferraz e Dantas (2021), ao enfatizarem o papel crítico e reflexivo das práticas corporais no contexto escolar.

A conquista da autonomia na prática de atividades físicas é considerada um dos principais objetivos da Educação Física escolar. Darido (1999) afirma que não se trata apenas da participação nas aulas, mas do estímulo para que os alunos adotem um estilo de vida ativo fora do ambiente escolar. Estudos recentes reforçam que aulas significativas, diversificadas e prazerosas contribuem diretamente para a adesão dos alunos às práticas corporais ao longo da vida (Darido; Rangel, 2020; Machado; Bracht, 2022).

Marinho e Brhuns (2006) apontam que muitos professores ainda restringem suas práticas a modalidades esportivas tradicionais, como futebol, futsal, handebol e basquetebol, negligenciando outras possibilidades pedagógicas. Pesquisas atuais indicam que a diversificação dos conteúdos esportivos amplia o interesse, a participação e o desenvolvimento integral dos estudantes (Silva; Bracht, 2021). Além disso, Marinho e Schwartz (2008) destacam que o jogo esportivo favorece a socialização, o respeito mútuo e o cumprimento de regras, aspectos essenciais à convivência social. Piaget (1978) já afirmava que o esporte prepara os indivíduos para viver em um mundo regido por normas, ideia que permanece válida nas discussões contemporâneas sobre educação e cidadania.

Outras manifestações da cultura corporal, como as atividades rítmicas e a dança, também possuem grande relevância pedagógica. Conforme os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998), o ritmo é elemento essencial em práticas expressivas como música, dança, mímica e jogos cantados. Estudos recentes apontam que a dança contribui para a autoexpressão, a redução da timidez, o desenvolvimento corporal e o reconhecimento da diversidade cultural (Strazzacappa; Morandi, 2020; Lacerda; Souza, 2023).

Oferecer aulas diversificadas e envolventes possibilita aos alunos vivenciarem diferentes conteúdos da Educação Física, garantindo uma formação ampla e significativa. Nesse sentido, é fundamental que os estudantes não apenas pratiquem exercícios ou esportes, mas compreendam sua dimensão histórica, cultural e social em uma sociedade em constante transformação. Além disso, o domínio do conhecimento científico e a compreensão metodológica do ensino são indispensáveis para uma prática pedagógica qualificada (Neuenfeldt, 2008; Tardif, 2022).

2.4 A FORMAÇÃO DO DOCENTE E SEU CAMINHO FORMATIVO

Para a concretude dessa prática docente, da expertise desse professor, é preciso ter um corpo de conhecimentos sobre o qual se pautará sua atuação, seu posicionamento em sala de aula diante das questões cotidianas, sua tomada de decisão, sua percepção de mundo, etc. Por se tratar de uma profissão, esse corpo de saberes traz a marca de sua formação profissional inicial e continuada, pois a fundamentação teórica orienta sua ação e ajuda a constituir esse saber em um movimento de reflexão/ação entre teoria e prática.

Em conformidade com Migani (2015), a educação é um processo de reorganização, reconstrução e transformação constante da própria vida. Concluindo, educação é vida, não apenas preparação para a vida, pois quando se aprende, não se deixa de viver e se desenvolver como ser social.

É nesse movimento de reflexão/ação que a prática se torna prática, uma atividade própria do ser humano em que seu comportamento é guiado por objetivos e propósitos previamente idealizados para alcançar a transformação de produtos e matérias-primas reais.

No entanto, o conhecimento transmitido vai além do que é ensinado nas universidades, além das teorias e disciplinas estudadas nessas instituições. Esse saber que constitui sua prática se constitui também de outras formas, afinal, como profissional professor que ainda não teve sua primeira exposição a trajetórias de ação, ele tem outras experiências no ambiente escolar que, ao longo do tempo, ajudam a traçar sua visão por se tornar um professor. Ou seja, do ponto de vista do professor, o conhecimento como base do ensino não se limita a conteúdos explícitos que dependem do conhecimento profissional. Eles abrangem vários objetos, questões e assuntos relacionados ao seu trabalho (Tardif, 2002).

O conhecimento que constitui a prática docente não é estático, pronto e acabado, mas muda devido a uma variedade de fatores. Tardif (2002) aborda que esses saberes são temporais; plurais e heterogêneos e; personalizados.

Temporários, porque são afetados pelo tempo e são adquiridos com o tempo. O autor afirma que essa temporalidade está relacionada às suas próprias experiências de vida e sua imersão no ambiente escolar por muitos anos antes de se profissionalizar, ou seja, a concepção do que é professor na cabeça dos alunos/futuros professores, o que vai refletir seu desempenho na sala de aula e terá um impacto positivo ou negativo em sua prática. Como dizem os autores, esse efeito temporal sobre o saber ocorre também no sentido da experiência no trabalho, da profissão do professor, de modo que sua própria atuação modifica sua prática e o saber que a constitui.

Referente à pluralidade e heterogeneidade dos saberes docentes Tardif (2002) pontua três sentidos: o primeiro diz respeito à diversidade dessa fonte de conhecimento, não de um só lugar, mas através de sua história, cultura, o fato de o professor ser um social. As várias teorias em que se baseia, os cursos e saberes veiculados pelos cursos e projetos ele precisa seguir, etc. Portanto, a diversidade de fontes de conhecimento que formam o conhecimento o torna diverso e heterogêneo.

O segundo significado refere-se à variedade de repertórios, não para seguir um conhecimento unificado ou apenas uma determinada teoria, mas para percorrer vários deles de acordo com suas necessidades de execução e objetivos a serem alcançados.

O terceiro sentido está relacionado às suas ações, afinal as ações do professor são para atingir diferentes objetivos, que mudam e se expressam em diferentes momentos em sala de aula, portanto, diferentes saberes precisam ser mobilizados para atingir os objetivos (Tardif, 2002).

Afinal, são individualizados porque, como enfatiza o autor, o professor não é apenas um sistema cognitivo, é um sujeito que carrega sua história de vida, sua cultura, seu lugar na sociedade, sua subjetividade, suas preocupações, pensamentos e personalidade marcada por todos esses aspectos se cruzarão e se manifestarão em suas performances.

Atualmente, é preciso um tipo diferente de coragem e conhecimento para ser professor, isso reforça a importância da formação inicial na profissão, pois a função do diploma não é simplesmente formar indivíduos legalmente habilitados para o exercício profissional da docência, mas também formar professores. Visto que tal trabalho exige a constante construção e reconstrução da prática, e que isso se faz socialmente, na relação permanente do professor com seu meio, seja ele estrutural, administrativo ou humano. (Dassoler; Lima, 2012,).

É por isso que a formação inicial e continuada de professores é um tema que está sempre em pauta, pois através da reflexão sobre ela torna-se viável construir um currículo que efetivamente prepare os alunos para a carreira. Ou seja, cultivar um profissional que não se surpreenda na prática e seja mais capaz de solucionar ou buscar solucionar muitos problemas que possam surgir na prática docente. Com isso, pode-se observar superficialmente a natureza dinâmica do processo, percebendo que não é mecânico. Portanto, a formação de profissionais de destaque requer reflexão e crítica.

Na discussão sobre a prática docente, Melo (2014) destaca que o processo de ensinar e aprender é marcado por uma constante reflexão, em que a prática docente se concretiza através do diálogo contínuo com o conhecimento teórico. Esse movimento de reflexão e ação permite que os objetivos e propósitos previamente idealizados se materializem, transformando

realidades educacionais por meio de produtos e matérias-primas tangíveis. Nesse sentido, a prática docente não é estática, mas está em constante construção, guiada por reflexões que buscam sempre aprimorar o ensino.

Atualmente, ser professor exige um tipo diferente de coragem e um conhecimento abrangente, o que evidencia a importância crucial da formação inicial. Conforme observado por Dassoler e Lima (2012), o diploma de licenciamento não serve apenas para habilitar legalmente os indivíduos a exercer a docência, mas também para formá-los enquanto profissionais comprometidos com o desenvolvimento contínuo de suas habilidades pedagógicas. A prática docente, portanto, exige um constante processo de construção e reconstrução, que ocorre de forma social e na relação permanente do docente com os diferentes aspectos de seu meio — seja ele estrutural, administrativo ou humano.

Nesse contexto, a formação continuada emerge como uma ferramenta essencial para a transformação da prática docente e escolar. De acordo com Rossi e Hunger (2012), ela é vista como uma perspectiva de mudança que orienta o processo de constante adaptação e intervenção formativa, permitindo aos professores experimentarem novas abordagens em sua prática profissional. A formação continuada é, portanto, fundamental não apenas para o desenvolvimento pessoal e profissional dos docentes, mas também para promover uma reflexão crítica constante sobre a própria prática, aperfeiçoando-a ao longo de sua trajetória.

Além disso, a formação continuada deve ser estruturada de maneira a considerar as práticas educativas que moldam tanto o mundo quanto as vivências dos alunos. Para Matos (2020), essa abordagem é crucial para proporcionar uma aprendizagem significativa e enriquecer a experiência educacional, pois leva em conta as realidades institucionais e as particularidades dos alunos que cada professor encontra em sua sala de aula. Dessa forma, a formação docente não se restringe a aspectos técnicos ou teóricos, mas é uma prática dinâmica, profundamente enraizada nas necessidades sociais e educacionais dos alunos.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As recomendações de Educação Física da BNCC têm um papel fundamental no desenvolvimento de habilidades e competências essenciais para a conscientização sobre o movimento físico, o autocuidado, o cuidado com o outro, além de promover a autonomia e a participação social com mais confiança e segurança. Essas diretrizes visam formar indivíduos não apenas aptos fisicamente, mas também conscientes de seu papel na sociedade.

Os docentes, por sua vez, precisam se comprometer com seu próprio desenvolvimento

profissional, com o aprendizado contínuo de seus alunos e com a implementação de princípios que garantam que todos possam aprender. Além disso, devem participar ativamente na construção de programas de ensino que, por sua vez, favoreçam a construção de valores democráticos, refletindo uma educação que seja inclusiva e acessível a todos.

A educação, em sua essência, deve ser vista como um processo dinâmico de troca e construção mútua de conhecimento entre educadores e alunos, longe de ser uma simples transferência unidirecional de informações. Neste contexto, a educação enfrentou desafios significativos, especialmente com a transição abrupta para o ensino remoto devido à pandemia, que exigiu a adaptação das práticas pedagógicas. O esforço dos professores em elaborar estratégias eficazes de ensino foi fundamental para a continuidade do aprendizado, mesmo em um cenário de adversidades.

O lançamento do novo ensino médio, em meio a circunstâncias sem precedentes, trouxe mudanças nas prioridades e práticas pedagógicas, exigindo um olhar atento e criativo dos educadores. Nesse cenário desafiador, é essencial que a educação seja inovadora e adaptável. Nesse sentido, espera-se que a BNCC, aliada ao projeto de vida e à inserção no mercado de trabalho no ensino médio, contribua significativamente para a construção de uma educação de qualidade no país.

A formação continuada dos professores é crucial para garantir que esses profissionais estejam sempre preparados e qualificados para atuar em sala de aula. Dessa forma, não só a educação dos alunos será aprimorada, mas também as comunidades nas quais as escolas estão inseridas. A formação contínua é, portanto, um investimento fundamental para a promoção de uma educação de qualidade, que se reflete não apenas nas salas de aula, mas em todo o contexto social e educacional.

REFERÊNCIAS

APPLE, M. W. *Ideologia e currículo*. Porto Alegre: Artmed, 2006.

AYOUB, E. Narrando experiências com a Educação Física na Educação Infantil. *Revista Brasileira de Ciência e Esporte*, Campinas, v. 26, n. 3, p. 143-158, maio 2005.

BARBOSA, C. L. A. *Educação Física escolar: conteúdos e cidadania*. São Paulo: Cortez, 2004.

BARBOSA, C. L. A. *Educação Física escolar: da alienação à libertação*. 4. ed. Petrópolis: Vozes, 2004.

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2011.

BETTI, M.; ZULIANI, L. R. Educação física escolar: uma proposta de diretrizes pedagógicas. *Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte*, v. 1, n. 1, p. 73-81, 2002.

BETTI, M.; ZULIANI, L. R. *Educação física escolar: fundamentos e práticas pedagógicas*. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2022.

BRACHT, V. *A educação física escolar como prática social*. São Paulo: Cortez, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Educação Física*. Brasília: MEC, 1998.

BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC, 2017.

CASTELLANI, T. *Educação Física no Brasil: da formação ao exercício profissional*. Rio de Janeiro: Editora ABC, 2005.

CATUNDA, A. R. O.; SARTORI, S. K.; LAURINDO, E. *Recomendações para a Educação Física Escolar*. Sistema CONFEF/CREF, 2014.

CATUNDA, R.; SARTORI, S.; LAURINDO, E. *Educação Física escolar e formação cidadã*. São Paulo: Phorte, 2014.

DAOLIO, J. *Educação Física e o conceito de cultura*. Campinas: Autores Associados, 2004.

DARIDO, S. C. et al. Educação Física no Ensino Médio: reflexões e ações. *Motriz*, v. 5, n. 2, p. 99-108, dez. 1999.

DARIDO, S. C.; RANGEL, I. C. A. *Educação Física na escola: implicações para a prática pedagógica*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2020.

DASSOLER, O.; LIMA, D. M. S. Formação e a profissionalização docente: características, ousadia e saberes. In: ANPED SUL – SEMINÁRIO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO DA REGIÃO SUL, 9., 2012, Caxias do Sul. *Anais...* Caxias do Sul: ANPED, 2012.

FREITAS, L. C. Os reformadores empresariais da educação. *Educação & Sociedade*, Campinas, v. 33, n. 119, p. 379-404, abr./jun. 2012.

GARCIA, A. Notas para pensar a docência e a produção de currículos. In: *Trabalho docente e formação: políticas, práticas e investigação*. Porto: CIEE, 2014.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GOLDENBERG, M. *A arte de pesquisar*. 11. ed. Rio de Janeiro: Record, 2009.

GÜNTHER, M. C. C.; MOLINA NETO, V. Formação permanente de professores de Educação Física. *Revista Paulista de Educação Física*, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 85-91, 2000.

IMBERNÓN, F. *Formação docente e profissional: formar-se para a mudança e a incerteza*. São Paulo: Cortez, 2009.

IMBERNÓN, F. *Formação permanente do professorado: novas tendências*. São Paulo: Cortez, 2009.

KUNZ, E. *Transformação didático-pedagógica do esporte*. Ijuí: Unijuí, 1994.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. *Fundamentos de metodologia científica*. São Paulo: Atlas, 2010.

LIBÂNEO, J. C. *Didática*. São Paulo: Cortez, 2012.

LUCAS, B. B. *A Educação Física e a formação corporal em uma escola progressista*. 2004. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade Gama Filho, Rio de Janeiro, 2004.

MARINHO, A.; BRUHNS, H. T. (org.). *Viagens, lazer e esporte: o espaço da natureza*. Barueri: Manole, 2006.

MARINHO, A.; SCHWARTZ, G. M. Atividades de aventura como conteúdo da Educação Física. *Revista Digital*, Buenos Aires, v. 10, n. 88, set. 2008.

MATOS, E. O. F. et al. A atuação da gestão escolar na formação continuada dos professores. In: CONEDU, 2020. *Anais...* Campina Grande: Realize Editora, 2020.

MELO, M. J. *Os sentidos partilhados sobre estágio supervisionado*. 2014. Dissertação (Mestrado) – UFPE, Caruaru, 2014.

MIGANI, E. J. As dificuldades para a qualificação do docente no ensino superior privado. *Revista Vertentes do Direito*, v. 2, n. 1, p. 63-81, 2015.

MOREIRA, A. F.; SILVA, T. T. (org.). *Currículo, cultura e sociedade*. São Paulo: Cortez, 2002.

NEIRA, M. G.; JÚNIOR, M. S. A Educação Física na BNCC. *Motrivivência*, Florianópolis, v. 28, n. 48, p. 188-206, 2016.

NEIRA, M. G.; NUNES, M. L. F. Contribuições dos estudos culturais para o currículo de Educação Física. *Revista Brasileira de Ciência e Esporte*, v. 33, n. 3, p. 671-685, 2011.

NEUENFELDT, D. J. *Esporte, Educação Física e formação profissional*. Lajeado: Univates, 2008.

NUNES, M. L. F.; RUBIO, K. O(s) currículo(s) da Educação Física. *Currículo sem Fronteiras*, v. 8, n. 2, 2008.

PERONI, V. M. V.; SCHEIBE, L. Base Nacional Comum Curricular e o papel do Estado: disputas e tensões. *Educação & Sociedade*, Campinas, v. 38, n. 139, p. 385-402, 2017.

PERONI, V.; SCHEIBE, L. Privatização da e na educação. *Retratos da Escola*, v. 11, n. 21, p. 387-392, 2017.

PIAGET, J. *A formação do símbolo na criança*. Rio de Janeiro: Zahar, 1978.

RUFINO, L. G. B.; NETO, S. S. Educação física, linguagem e cultura corporal. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*, v. 38, n. 2, p. 185-192, 2016.

SACRISTÁN, J. G. *O currículo: uma reflexão sobre a prática*. Porto Alegre: Artmed, 2000.

SAVIANI, D. *História das ideias pedagógicas no Brasil*. Campinas: Autores Associados, 2013.

SAVIANI, D. *Escola e democracia*. 43. ed. Campinas: Autores Associados, 2021.

TARDIF, M. *Saberes docentes e formação profissional*. Petrópolis: Vozes, 2009.

WHITTEMORE, R.; KNAFL, K. The integrative review: updated methodology. *Journal of Advanced Nursing*, v. 52, n. 5, p. 546-553, 200.

A importância da lei BR do mar no fomento da cabotagem como alternativa no escoamento de cargas no porto de Santos



The importance of the BR mar law in promoting cabotage as an alternative for cargo transportation at the Port of Santos

Wallacy da Silva Costa 
Fatec Praia Grande
costawallacy.2001@gmail.com

Rogério Carnevali Nery 
Fatec Praia Grande
rogerio.nery@cps.sp.gov.br

Revista Processando o Saber

eISSN 2179-5150 · Vol 18, n. 01, 2026
Multidisciplinar · DOI · Revisão por pares

Faculdade de Tecnologia Praia Grande – FATEC
Períodicidade: Anual
revista@fatecpg.edu.br

Recebido: Jan 2026
Aceito: Mar 2026
Publicado: Jun 2026

URL: <https://www.fatecpg.edu.br/revista/index.php/ps/article/view/446>
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.20127351>



RESUMO

O presente artigo tem como objetivo geral mostrar a importância da Lei BR do Mar no fomento da cabotagem como alternativa no escoamento de cargas no Porto de Santos. No tocante a metodologia, utilizou-se pesquisas bibliográficas para revisão de literatura e consulta a dados secundários para elaboração de gráficos e quadros. Concernente a fundamentação teórica, a princípio, se apresenta um breve histórico do desenvolvimento das atividades portuárias no litoral do Brasil. Logo após, ainda nesse tópico, se conceitua os objetos de estudo, por meio de autores e fontes pertinentes, bem como elenca informações relevantes acerca da Lei BR do Mar e das operações por cabotagem e no trânsito de cargas no Porto de Santos. Posteriormente, com base na fundamentação, tem-se uma breve discussão das perspectivas atuais e futuras para referente modalidade no Porto de Santos. Por fim, ante as considerações finais, reflete-se o valor agregado pela Lei BR do Mar (Lei nº14.301/22), associada a cabotagem como caminho diante do aumento no fluxo de cargas no Porto de Santos.

PALAVRAS-CHAVE: Cabotagem, carga, Lei BR do Mar, Porto de Santos

ABSTRACT

The general objective of this article is to show the importance of the BR Law of the Sea in promoting cabotage as an alternative for cargo flow in the Port of Santos. Regarding methodology, bibliographic research was used for literature review and secondary data was consulted for the preparation of graphs and tables. Concerning the theoretical framework, initially, a brief history of the development of port activities on the Brazilian coast is presented. Following this, within this same section, the objects of study are conceptualized through relevant authors and sources, as well as relevant information about of the BR Law of the Sea and cabotage operations and cargo transit in the Port of Santos. Subsequently, based on this theoretical framework, a brief discussion of current and future perspectives for this modality in the Port of Santos is presented. Finally, in view of the final considerations, is reflected the value added by the BR Law of the Sea (Law no. 14.301/22), associated with cabotage as a route in the face of the increase in cargo flow at the Port of Santos.

KEY-WORDS: cabotage, load, Brazilian Law of the Sea, Port of Santos.

INTRODUÇÃO

Etimologicamente a palavra cabotagem deriva do sobrenome do navegador italiano Sebastião Caboto (1476-1557), que a serviço da coroa espanhola explorou a costa da América do Norte e da América do Sul, entre os anos de 1527 a 1529 (PAULI, 1987, apud MARTINS, 2012). No Brasil a cabotagem exerceu papel importantíssimo para o desenvolvimento das atividades comerciais em território nacional, visto que até o início do século XX as navegações pela costa do país era a única forma de transportar cargas a longas distâncias, do norte ao sul do país (TEIXEIRA et al., 2018).

Consecutivamente, ao longo do século XX, o desenvolvimento da indústria nacional e a necessidade de acompanhar o crescimento e a expansão do comércio internacional fez com que o Governo adotasse uma série de políticas públicas. Dentre os avanços, destaque para os investimentos na infraestrutura das estradas e rodovias, a partir da década de 1950, e para criação da autarquia Superintendência Nacional da Marinha Mercante, na década de 1960, que contribuiu para o fortalecimento da indústria naval. Porém, a crise econômico-financeira que assolou o país na década de 1980 ocasionou a estagnação dos investimentos no setor de navegação (TEIXEIRA et al., 2018).

Posteriormente, a década de 1990 trouxe um avanço relevante para a navegação nacional: a alteração do regime jurídico de navegação mercante, a partir da promulgação da Lei nº 9.432/97, que possibilitou as empresas brasileiras de navegação afretarem embarcações de bandeira estrangeira para realizar operações de navegação por cabotagem. Porém, os investimentos em estradas e rodovias, em conjunto com a iniciativa privada, resultaram na consolidação do setor rodoviário como principal modal de transporte de cargas no Brasil.

Atualmente, observa-se que o Brasil tem investido cada vez mais na infraestrutura dos seus portos, a fim de atender a demanda logística do comércio internacional. A exemplo, destaca-se o Porto de Santos, considerado o maior da América Latina e um dos mais importantes para as relações comerciais no mundo. Contudo, os canais de escoamento e distribuição continuam a se destacar como o principal gargalo na matriz de transporte de cargas no país, incluindo-se nessa ótica o Porto de Santos (PREFEITURA DE SANTOS, 2021).

Ante a este cenário, com o intuito de estimular a realização de operações por cabotagem e equilibrar a matriz de transporte de cargas foi criado o Programa de Estímulo ao Transporte por Cabotagem (Lei BR do Mar), mediante a aprovação da Lei nº 14.301/22, que trouxe mudanças expressivas em relação ao texto disposto na Lei nº 9.432/97 (AGÊNCIA SENADO, 2021).

Portanto, a escolha do tema adveio da carência de discutir novos caminhos para distribuição dos volumes operados no complexo portuário de Santos. Nesse sentido, o objetivo central do trabalho é apresentar a importância da Lei BR do Mar no fomento da cabotagem como alternativa no escoamento de cargas no Porto de Santos. Consecutivamente, os objetivos específicos são: a) apresentar o panorama da cabotagem no Brasil, de maneira a identificar as diretrizes e regulamentos impostos pela legislação brasileira para as operações por cabotagem; b) verificar as alterações propostas pela Lei BR do Mar; c) expor a infraestrutura de operação do Porto de Santos e os gargalos existentes; e, d) exibir as perspectivas para cabotagem no Porto de Santos.

No tocante a relevância, o estudo mostra, no ponto de vista social, como as operações por cabotagem podem ajudar a diminuir o fluxo de caminhões em torno do complexo portuário de Santos, ao passo que também reduz a emissão de poluentes, o que favorece a logística regional, o meio ambiente e melhora a qualidade de vida. Concernente ao profissional, a expansão das operações por cabotagem na região irá ocasionar a geração de empregos, o que demandará a necessidade de profissionais qualificados e inteirados dos sistemas e estratégias relativas a essa modalidade. No âmbito acadêmico, a exploração do referente tema possibilitou a produção de uma nova fonte documental, que poderá servir de base para futuras pesquisas e consultas por parte de alunos do curso em Comércio Exterior e áreas afins.

1. METODOLOGIA

Este artigo tem como metodologia pesquisa bibliográfica para revisão de literatura. Essa técnica é desenvolvida a partir de material já elaborado, composto principalmente de livros e artigos científicos (Gil, 2002). Segundo Junior (2011), nessa etapa o autor precisa aprofundar a pesquisa, com o objetivo de fundamentar o tema e buscar elementos que ajudaram a estabelecer as conclusões finais. Por meio desse método, consultou-se documentos, livros e dissertações, onde foram coletadas informações pertinentes ao desenvolvimento do artigo.

Posteriormente, houve a consulta em bases de dados secundários. As bases de dados funcionam como plataformas digitais de busca, que tem por finalidade a obtenção e consulta de uma variedade de informativos originais de repositórios e sistemas de dados online (Biblioteca Prof. Joel Martins, UNICAMP, 2026). Assim, houve a coleta de dados em relatórios e painéis estatísticos online disponibilizados pela ANTAQ¹, CNT² e APS³.

2. CABOTAGEM

A Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), em resolução normativa nº 5/2016, define a cabotagem como a operação de navegação “[...] realizada entre portos ou pontos do território brasileiro, utilizando a via marítima ou as vias navegáveis interiores [...]” (ANTAQ, in DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO, 2016).

As diretrizes e regulamentos para a prática da cabotagem, no Brasil, são instituídas na Lei 9.432, de 8 de janeiro de 1997. O Governo federal, aprovou recentemente a Lei 14.301, de 07 de janeiro de 2022, que institui o Projeto de Estímulo ao Transporte por Cabotagem (Lei BR do Mar), porém ainda resta efetivar o decreto regulatório quanto a operacionalização e aplicação da lei (MIRANDA; SANTOS, 2023).

2.1 NAVEGAÇÃO DE CABOTAGEM NO BRASIL

No Brasil, as operações por cabotagem são realizadas pelas Empresas Brasileiras de Navegações (EBNs), as quais podem promover o afretamento, ou seja, a contratação de uma embarcação, por meio de duas modalidades (LEI Nº 9.432, 1997). A primeira é o afretamento a casco nu, quando a empresa contrata apenas a embarcação e a supre com todos os recursos materiais e humanos necessários para operá-la, de modo que a bandeira a ser alvorada seja brasileira. A segunda é o afretamento por tempo, quando a empresa contrata o serviço de

¹ ANTAQ – Criada em 2002, a Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ) é uma autarquia especial no Brasil, encarregada de supervisionar e regulamentar as atividades ligadas ao transporte aquaviário no país.

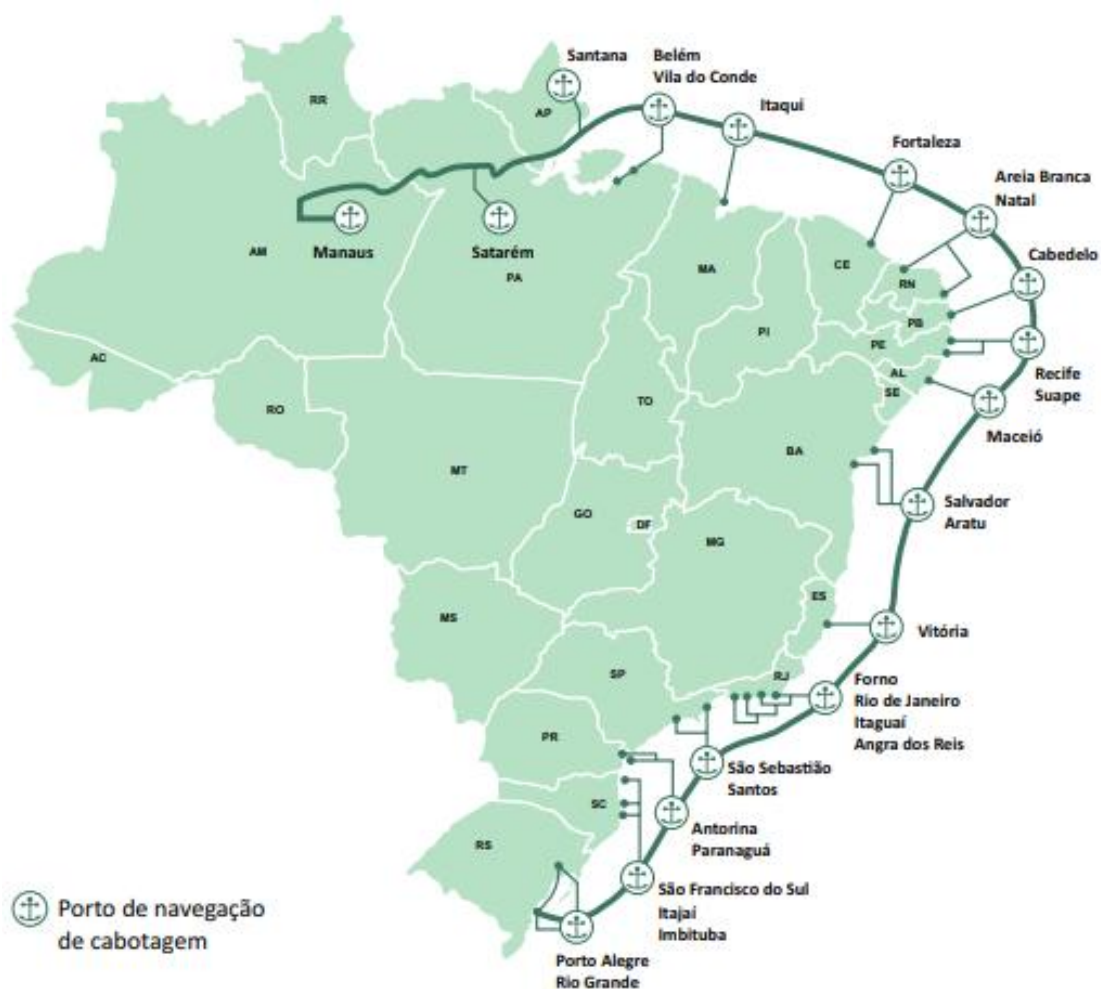
² Fundada em 1954, a Confederação Nacional do Transporte (CNT) é a representação máxima do transporte brasileiro, responsável por defender os interesses do setor, produzir informação e conhecimento e realizar projetos voltados para o desenvolvimento e apoio na gestão do transporte no país.

³ A Autoridade Portuária de Santos (APS) é uma empresa pública que correspondia anteriormente a Companhia Docas do Estado de São Paulo (CODESP), fundada em 1980, a qual alterou sua razão social para Autoridade Portuária de Santos, em 2020, consolidando a empresa como responsável pela infraestrutura do Porto de Santos. A APS é encarregada da administração e supervisão das instalações portuárias, bem como das infraestruturas públicas situadas no interior do Porto Organizado.

terceiro, que irá fornecer a embarcação e o necessário para operá-la, de modo que o registro continua vinculado ao país de origem (EPL; ONTL, 2022).

O Brasil possui uma extensão litorânea de mais de 7.400 quilômetros (km) voltada ao Oceano Atlântico, o que representa um fator importante para as operações de cabotagem. O país possui cerca de 34 portos públicos marítimos, dos quais 29 estão em rotas de navegação por cabotagem (EPL; ONTL, 2022). A seguir, a figura 1 ilustra a distribuição dos portos de navegação por cabotagem ao longo da costa brasileira.

Figura 1. Portos da navegação de cabotagem no Brasil

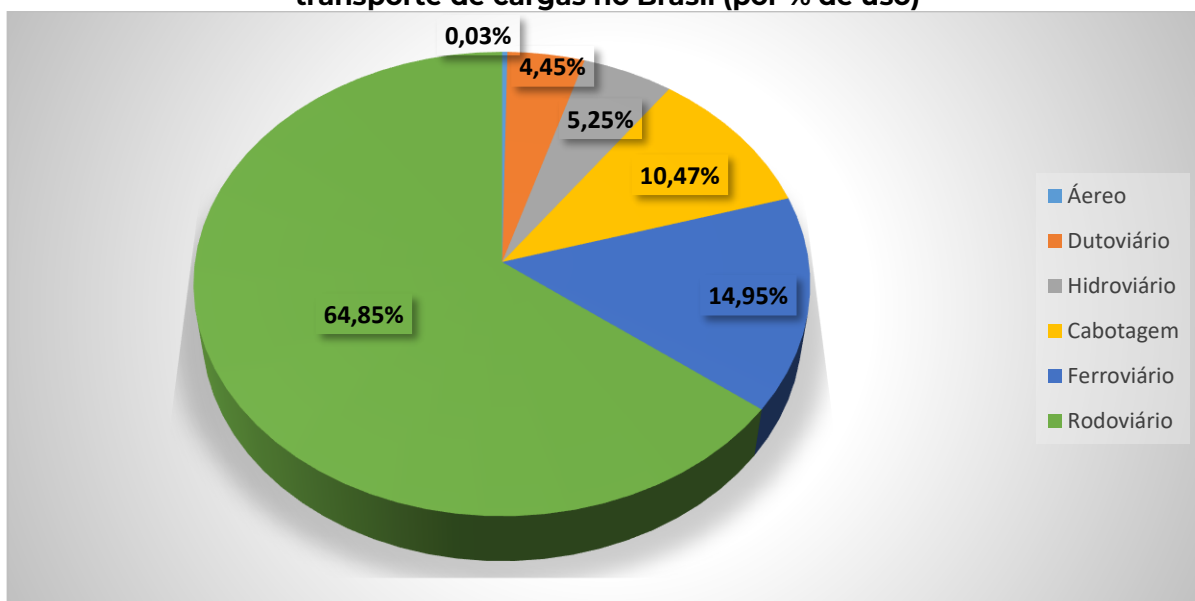


Fonte: EPL, 2022.

A navegação por cabotagem no Brasil pode ser realizada através de variados modelos de embarcações, desde que a EBN operante esteja autorizada pela ANTAQ. Geralmente, para essa modalidade de operação são utilizadas embarcações com capacidade para transportar grandes quantidades de cargas (TEIXEIRA et al., 2018). Atualmente, são 220 embarcações registradas que realizam operações por cabotagem no Brasil (ANTAQ, 2026).

De acordo com a Confederação Nacional do Transporte (CNT), as operações por cabotagem representaram 10% da matriz de transporte de cargas no país, em 2025, atrás somente do ferroviário, com 15%, e do rodoviário, predominante com 65% (CNT, 2026). Adiante, o gráfico 1 evidencia visualmente essa distribuição por participação de cada modal.

Gráfico 1. Participação dos modais na matriz de transporte de cargas no Brasil (por % de uso)



Fonte: CNT, 2026. Elaborado pelo autor (2026).

Ante ao gráfico 1, pode-se observar o quanto a logística de transporte de cargas no Brasil é dependente do modal rodoviário, resultado do processo de priorização no uso desse modal em relação aos demais.

2.2 REGULAMENTO PARA CABOTAGEM CONFORME LEI Nº 9.432/97

A Lei nº 9.432, aprovada em 8 de janeiro de 1997, dispõe sobre a ordenação do transporte aquaviário e aos regimes de navegação no Brasil – incluindo a cabotagem. Tal lei aplica-se aos armadores, às empresas de navegação, às embarcações brasileiras e as embarcações estrangeiras afretadas por armadores brasileiros (CÂMARA DOS DEPUTADOS, LEI Nº 9.432, 1997).

No que se refere as operações por cabotagem, a lei citada estabelece que as embarcações estrangeiras apenas poderão operar nessa modalidade se forem afretadas por EBNs. Porém, isto poderá ocorrer somente nos casos de inexistência ou indisponibilidade de embarcação de bandeira brasileira do perfil pretendido, quando verificado interesse público, e para substituição

a embarcações em construção em estaleiro no país, válido pelo período máximo de trinta e seis meses ou enquanto durar a construção da embarcação (CÂMARA DOS DEPUTADOS, LEI Nº 9.432, 1997).

No tocante a bandeira das embarcações, a referida lei determina que o direito de arvorar a bandeira brasileira cabe somente as embarcações que estão inscritas no Registro de Propriedade Marítima, seja de posse de pessoa física residente e domiciliada no país ou de empresa brasileira, ou embarcações sob contrato de afretamento a casco nu por empresa brasileira de navegação, nesse caso necessário condicionar à suspensão provisória de bandeira no país de origem (CÂMARA DOS DEPUTADOS, LEI Nº 9.432, 1997).

Concernente a tripulação, a lei mencionada indica que as embarcações de bandeira brasileira deverão ser compostas necessariamente por brasileiros nos postos que se referem ao comandante, ao chefe de máquinas e a dois terços da tripulação. Contudo, para embarcações registradas no Registro Especial Brasileiro (REB), somente o comandante e o chefe de máquinas precisam ser brasileiros (CÂMARA DOS DEPUTADOS, LEI Nº 9.432, 1997).

Arelado a REB, a lei supracitada dispõe alguns benefícios para EBNs registradas no sistema, como (CÂMARA DOS DEPUTADOS, LEI Nº 9.432, 1997):

i) financiamento para construção, conversão, modernização e reparo de embarcações pré-registradas com taxas semelhantes à de embarcações para exportação;

I) isenção para as contribuições do PIS e COFINS referente a receita de frete para mercadorias transportadas entre o Brasil e o exterior;

III) celebração de novas convenções e acordos coletivos de trabalho para as tripulações das embarcações;

IV) a não integração do frete aquaviário internacional na base de cálculo para tributos incidentes na exportação e importação de mercadorias pelo Brasil;

v) isenção do recolhimento de taxa para manutenção do Fundo de Desenvolvimento do Ensino Profissional Marítimo.

Ademais, sobre o REB, a Lei nº 9.432/97 impõe que somente poderão ser registradas nesse sistema embarcações brasileiras operadas por EBNs, sendo os benefícios legais e fiscais cabíveis apenas a essas (CÂMARA DOS DEPUTADOS, LEI Nº 9.432, 1997).

3. LEI 'BR DO MAR'

A Lei nº 14.301/22, aprovada em 7 de janeiro de 2022, foi criada com a finalidade de instituir o Programa de Estímulo ao Transporte por Cabotagem, sendo por isso chamada de Lei BR do Mar. A presente lei trouxe alterações referentes as operações por cabotagem, em relação ao disposto na Lei nº 9.432/97.

Consecutivamente, a referida lei busca estabelecer um cenário em que empresas brasileiras de investimentos na navegação (EBN-i), que estejam habilitadas no programa, mesmo que não possuam frota de navios irão poder afretar embarcações estrangeiras para operar no transporte por cabotagem (AGÊNCIA SENADO, 2021).

3.1 MUDANÇAS NO REGULAMENTO DA CABOTAGEM COM A LEI Nº 14.301/22

A Lei nº 14.301/22 tem como objetivos (CÂMARA DOS DEPUTADOS, LEI Nº 14.301, 2022):

- I. ampliar a oferta e melhorar a qualidade do transporte por cabotagem;
- II. incentivar a concorrência e a competitividade na prestação do serviço de transporte por cabotagem;
- III. ampliar a disponibilidade de frota para a navegação de cabotagem;
- IV. incentivar a formação, a capacitação e a qualificação de marítimos nacionais;
- V. estimular o desenvolvimento da indústria naval de cabotagem brasileira;
- VI. revisar a vinculação das políticas de navegação de cabotagem com as políticas de construção naval;
- VII. incentivar as operações especiais de cabotagem e os investimentos delas decorrentes em instalações portuárias, para atendimento de cargas em tipo, rota ou mercado ainda não existentes ou consolidados na cabotagem brasileira; e
- VIII. otimizar o emprego dos recursos oriundos da arrecadação do Adicional ao Frete para a Renovação da Marinha Mercante (AFRMM).

Diante dessas perspectivas, uma das principais mudanças na operação por cabotagem foi a questão do afretamento de embarcação estrangeira, visto que anteriormente somente as EBNs autorizadas poderiam realizar essa ação. Agora, com a Lei BR do Mar, as EBNi também poderão realizar o afretamento de embarcação para operar na cabotagem, desde que as embarcações estejam em sua propriedade ou em posse, uso e controle, sob contrato de afretamento a casco nu (CÂMARA DOS DEPUTADOS, LEI Nº 14.301, 2022).

Outra modificação importante, descrita na Lei BR do Mar, é com relação ao registro no sistema REB. Nesse novo cenário, as empresas brasileiras de investimento na navegação também poderão ser pré-registradas e registradas nesse sistema e usufruir dos mesmos direitos e benefícios que as EBNs (CÂMARA DOS DEPUTADOS, LEI Nº 14.301, 2022).

4. PORTO DE SANTOS

Situado no limite natural de Santos, Guarujá e Cubatão, o Porto de Santos é o maior complexo portuário da América Latina, composto por 39 terminais de uso público, 8 terminais retroportuários e 6 terminais de uso privado, direcionados a armazenagem e movimentação de cargas e passageiros. A administração e fiscalização das instalações portuárias são de responsabilidade da Autoridade Portuária de Santos (AUTORIDADE PORTUÁRIA DE SANTOS, 2026).

Figura 2. Área do canal ao longo do Estuário de Santos



Fonte: <https://portogente.com.br/noticias/dia-a-dia/105836-tercio-assume-um-porto-de-santos-arrasado> (2019).

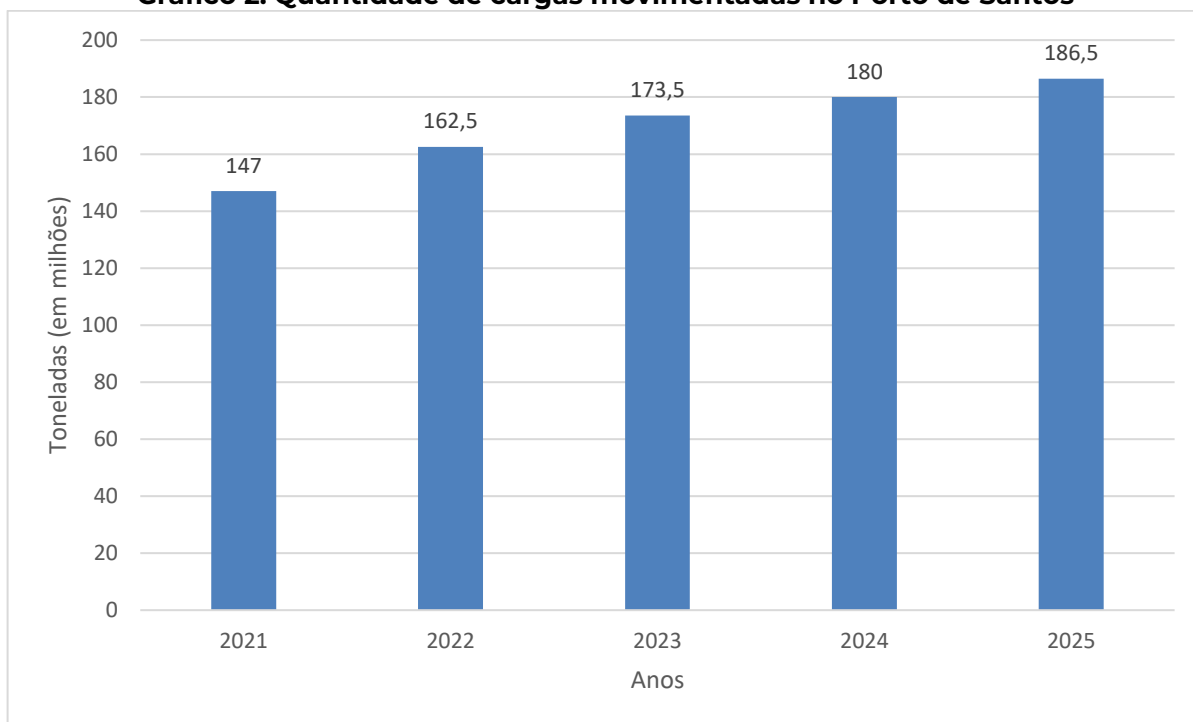
Concernente a infraestrutura, o Porto de Santos possui um canal com 25 km de extensão e 15 m de profundidade, com 16 km de cais acostáveis e 60 berços de atracação, com capacidade para embarcações com até 340 m de comprimento e calado máximo de 14,5 m (AUTORIDADE PORTUÁRIA DE SANTOS, 2026).

O Porto de Santos usufrui de uma rede de acesso viário formado por 4 rodovias principais: Sistema rodoviário Anchieta-Imigrantes, que liga o porto a região metropolitana de São Paulo, ao polo petroquímico de Cubatão e ao complexo industrial do ABCD paulista (Santo André, São Bernardo, São Caetano e Diadema), Rodovia Manoel Hypólito Rego, que conecta Santos ao Litoral Norte, Rodovia Cônego Domenico Rangoni, que conecta o porto pelo Sistema Anchieta-Imigrantes ao Guarujá, e Rodovia Padre Manoel da Nóbrega, que liga Santos ao Litoral Sul (PREFEITURA DE SANTOS, 2021).

Além disso, o Porto de Santos possui uma via férrea, a qual é formada pelas filiais da MRS Logística, Ferrovia Centro-Atlântica S.A. e Rumo Logísticos. A operação da malha interna do porto, por sua vez, é de responsabilidade da Portofer Transportes Ferroviários, que administra 100 quilômetros de trilhos no Porto Organizado (AUTORIDADE PORTUÁRIA DE SANTOS, 2026).

O Porto de Santos movimenta e armazena diversos perfis de cargas, como carga a granel (sólido e líquido), carga containerizada e carga geral e, no ano de 2025, movimentou cerca de 186,5 milhões de toneladas de cargas. Tal valor representou um aumento de 21,18% em relação ao ano de 2021 (ESTATÍSTICA ONLINE, APS, 2026). Adiante, o gráfico 2 exibe a quantidade de cargas movimentadas no período de 2021 a 2025.

Gráfico 2. Quantidade de cargas movimentadas no Porto de Santos



Fonte: ESTATÍSTICA ONLINE – APS, 2026. Elaborado pelo autor (2026).

Desse montante de cargas, movimentadas em 2025, cerca de 20,1 milhões de toneladas foram por meio de cabotagem.

4.1 GARGALOS NO ESCOAMENTO DE CARGAS NO PORTO DE SANTOS

O Porto de Santos é o principal canal de entrada e saída de cargas no Brasil. Situado na área de influência comercial e econômica do país – que abrange os estados de São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás – o complexo portuário é fundamental para o escoamento de cargas para a região sudeste e centro-oeste (AUTORIDADE PORTUÁRIA DE SANTOS, 2026). Contudo, os canais de escoamento de cargas no Porto de Santos apresentam gargalos, que preocupam as autoridades e os usuários do complexo, em relação ao limite e a capacidade de movimentação de cargas.

Segundo Lisboa (2009) apud Silva e Prado (2022), “gargalo é todo obstáculo que dificulta que o transporte seja feito com melhor produtividade. Nessa perspectiva, a expressão gargalo refere-se a diversos setores, que estejam, de certa forma, dificultando o fluxo normal da movimentação pela cadeia.” Nesse contexto, os principais gargalos enfrentados no Porto de Santos estão relacionados aos fatores infraestrutural, econômico e institucional.

Posto isto, o gargalo infraestrutural encontra-se nas vias terrestres de escoamento de cargas. Apesar dos investimentos do Governo na modernização e expansão do complexo, o Porto de Santos sofre recorrentemente com problemas de congestionamento e infraestrutura inadequada em suas vias de acesso. A conexão entre a rede de escoamento e o porto ocorre por meio de vias de acesso localizadas em áreas urbanas, o que causa conflitos entre o fluxo de veículos de cargas e de passeios, que por sua vez acarreta em atrasos na chegada de caminhões aos terminais (PREFEITURA DE SANTOS, 2021).

Outro gargalo, o econômico, está no custo de transporte de cargas. Devido as distâncias a serem percorridas pelos acessos viários, o custo do frete acaba encarecido por conta do preço do combustível. De acordo com uma simulação, realizada pelo ONTL, para transportar 777,3 mil toneladas de cargas em contêineres de Suape, no litoral de Pernambuco, para Santos, o custo médio do transporte por meio do modal rodoviário chega a ser cinco vezes maior em relação ao transporte por cabotagem (EPL; ONTL, 2022).

Por fim, o gargalo institucional corresponde a priorização do modal rodoviário como o meio mais usado para o escoamento de cargas no Porto de Santos. O transporte rodoviário é responsável por 58% da movimentação de cargas no complexo portuário (PREFEITURA DE SANTOS, 2021). Assim, as limitações de tráfego nas rodovias mostram a necessidade de se investir em outros modais menos utilizados.

5. DISCUSSÃO ACERCA DAS PERSPECTIVAS PARA CABOTAGEM

A aprovação da Lei BR do Mar (Lei nº 14.301/22), trouxe consigo uma série de perspectivas positivas para o setor portuário, com destaque para o anseio no aumento do transporte de cargas nas operações por cabotagem e a expectativa com relação a redução da dependência no uso do modal rodoviário.

Atrelado a isso, destaca-se o crescimento no volume de cargas operadas no Porto de Santos. No ano de 2025, com relação a movimentação de contêineres, o Porto de Santos atingiu a sua marca recorde de 5,9 milhões de TEUs (unidade equivalente a 1 contêiner de 20 pés), o que representou um aumento de 7,19% em relação a 2024, cuja marca foi de 5,5 milhões de TEUs (AUTORIDADE PORTUÁRIA DE SANTOS, 2026).

Assim, fica visível a carência por discutir meios que permita ao Porto de Santos acompanhar esse crescimento. Segundo Caputo citado por Gutierrez (2019), até 2030, o Porto de Santos deverá se tornar um hub port (porto concentrador de cargas), o qual irá receber cada

vez mais navios maiores, sendo feita assim, a partir do Porto de Santos, a distribuição dessas cargas para outros portos, por meio de navios menores.

A princípio, o estímulo a cabotagem ocasionará um eventual aumento da frota de navegação nacional, uma vez que as EBNi também passaram a ter direito de afretar navios estrangeiros para operar na cabotagem, o que acaba por resultar na maior disponibilidade de embarcações. Nesse ponto, nota-se que houve um aumento relevante nas operações por cabotagem, visto que entre os anos de 2022 a 2025 ocorreu um crescimento agregado de 11%, cerca de 22 milhões de operações a mais em relação ao ano de 2021, ano anterior a aprovação da Lei BR do Mar (ESTATÍSTICO AQUAVIÁRIO – ANTAQ, 2026).

Consecutivamente, o crescimento nas operações por cabotagem impulsionará a indústria naval, visto que o aumento na frota, com as embarcações estrangeiras, requer mais eficácia no reparo e manutenção. Assim, pode-se dizer que o maior volume e o contato com embarcações mais modernas possibilitarão que a indústria naval desenvolva tecnologia para atender esta as demandas de embarcações adicionais (EPL; ONTL, 2022).

Sucessivamente, o uso da cabotagem pode gerar a redução dos custos no transporte, visto que o frete por navio é mais rentável do que o rodoviário, baseado na relação tonelada transportada por quilômetro percorrido, em longas distâncias. Adiante, o quadro 1 exibe a comparação entre a cabotagem e o modal rodoviário, por meio de indicadores de eficiência.

Quadro 1. Comparação entre os modais (segundo indicadores de eficiência)

Indicador	Modal cabotagem	Modal rodoviário
Unidades equivalentes	Embarcação de 6.000 t	172 carretas de 35 t
Consumo médio de combustível para transportar uma tonelada por mil quilômetros	4,1 litros	15,4 litros
Emissão de gás carbônico (gCO2/TKU)	20	101,2
Custo médio de transporte, carga geral por 1000 km (R\$/t)	R\$ 50,74	R\$ 239,74

Fonte: TEIXEIRA et. al., 2018 – Adaptado pelo autor (2024).

No quadro 1, pode-se verificar que a cabotagem em comparação ao modal rodoviário tem vantagem operacional, econômica e ambiental. A elevada capacidade de movimentação de cargas na cabotagem, em uma operação de longa distância, resulta no menor consumo de combustível por tonelada transportada e no menor custo médio de transporte, em relação ao modal rodoviário. Além disso, o menor consumo de combustível tem como consequência menor emissão de poluentes na atmosfera, o que gera um benefício ambiental.

Portanto, vale ressaltar que o estímulo às operações por cabotagem não visa substituir o modal rodoviário, mas atuar nas operações de maior distanciamento, uma vez que ambos se complementam dentro da cadeia logística, o que contribuirá para mitigar os gargalos logísticos existentes no Brasil. De acordo com Braga (2011), torna-se crucial uma boa intercomunicação entre os diversos modos de transporte existentes, por meio dos quais as mercadorias são escoadas, com o objetivo de aumentar a eficiência e produtividade nas operações.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo destaca como a cabotagem é uma operação alternativa para o escoamento de cargas no Brasil, uma vez que, devido a extensa costa marítima brasileira e a infraestrutura portuária existente, a cabotagem tem potencial para crescer e se tornar uma opção logística cada vez mais relevante. As pesquisas e discussões estabelecidas no decorrer do percurso, de forma considerável, corresponderam aos objetivos específicos esperados.

Inicialmente, foi apresentado um panorama da cabotagem no país, destacando seu crescimento nos últimos anos e seu potencial como opção logística alternativa ao transporte rodoviário. Nesse cenário, se constata que a atividade é regulamentada por diretrizes definidas pela legislação brasileira, principalmente no que diz respeito à atuação das Empresas Brasileiras de Navegação (EBNs), às demandas operacionais e às regras de afretamento de embarcações.

Consecutivamente, foram verificadas as modificações pela Lei BR do Mar, que implementou mudanças relevantes no setor. Entre elas, se destaca a expansão da opção de fretamento de navios estrangeiros para as empresas brasileiras de investimentos na navegação, antes limitada às EBNs, o que possibilita maior flexibilidade operacional. Nesse contexto, essa ação eventualmente ampliará a disponibilidade de frota, incentivará a concorrência e fomentará a competitividade no transporte por cabotagem, o que gera mais dinamismo para o setor.

Sucessivamente, se expôs a infraestrutura do Porto de Santos, como principal canal de entrada e saída de cargas, destacando sua relevância estratégica para o escoamento de cargas no país. Contudo, apesar de sua importância e capacidade instalada, se identifica a existência

gargalos, como limitações de acesso terrestre, congestionamentos e desafios na integração logística entre modais. Nesse cenário, a Lei BR do Mar poderá impactar positivamente as operações por cabotagem no Porto de Santos, por meio da ampliação da oferta e do incentivo a competitividade e a disponibilidade de frota para o escoamento de cargas a longas distâncias.

Por fim, quanto às perspectivas para a cabotagem no Porto de Santos, é razoável acreditar que sejam positivas, sobretudo diante das alterações implementadas pela BR do Mar. Espera-se que, com os estímulos proporcionados pela lei e possíveis melhorias na infraestrutura portuária, ocorra um crescimento no volume de cargas movimentadas por cabotagem, o que ajudaria a diversificar a matriz logística do Brasil. Nessa circunstância, o Porto de Santos provavelmente se fortalecerá ainda mais como um centro estratégico, diminuindo a dependência do transporte rodoviário e aumentando a eficiência no escoamento de cargas.

Ademais, sugere-se para pesquisas futuras relacionadas ao tema da cabotagem e ao Porto de Santos estudos sobre as alterações geradas a partir da Lei BR do Mar nas operações portuárias na região, o que pode fornecer resultados valiosos para o aprimoramento das operações portuárias, a promoção da cabotagem como modalidade de transporte estratégica e o aprimoramento da logística no Porto de Santos.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS. **Estatístico Aquaviário. 2026.** Disponível em: <https://web3.antaq.gov.br/ea/sense/transpcabotagem.html#pt>. Acesso em: 30 jan. 2026.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS. **Portal de Consulta de Frota. 2026.** Disponível em: <http://web.antaq.gov.br/Portal/Frota/ConsultarFrotaGeral.aspx>. Acesso em: 30 jan. 2026.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS. **Resolução Normativa nº 5, de 23 de fevereiro de 2016.** In: Diário Oficial da União, 2016. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/21172346/do1-2016-02-25-resolucao-normativa-n-5-de-23-de-fevereiro-de-2016-21172117. Acesso em: 26 fev. 2024.

AUTORIDADE PORTUÁRIA DE SANTOS. **Complexo Portuário de Santos. 2026.** Disponível em: <https://www.portodesantos.com.br/conheca-o-porto/o-porto-de-santos/>. Acesso em: 30 jan. 2026.

AUTORIDADE PORTUÁRIA DE SANTOS. **Estatístico online. 2026.** Disponível em: <https://www.portodesantos.com.br/informacoes-operacionais/estatisticas/>. Acesso em: 30 jan. 2026.

BIBLIOTECA PROF. JOEL MARTINS. UNICAMP. **Levantamento Bibliográfico – Bases de Dados**. 2026. Disponível em:

https://www.fe.unicamp.br/sites/www.fe.unicamp.br/files/documents/2022/11/Forma%25C3%25A7%25C3%25A3o%2520de%2520Boas%2520Pr%25C3%25A1ticas%2520em%2520Pesquisa_Levantamento%2520bibliografico.pdf. Acesso em: 30 jan. 2026.

BRAGA, Thiago Augusto. **Análise da Situação Atual da Cabotagem Brasileira: Um Estudo de Caso do Porto de Santos**. 2011. 100 p. Monografia - Curso de Graduação em Ciências Econômica, Centro Socioeconômico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011. Disponível em:

<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/121102/299003.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 25 maio 2024.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. CONGRESSO NACIONAL. **Lei nº 9.432, de 8 de janeiro de 1997**. In: Diário Oficial da União, 1997, Brasília. Disponível em:

<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1997/lei-9432-8-janeiro-1997-365351-publicacaooriginal-1-pl.html?origin=instituicao>. Acesso em: 16 mar. 2024.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. CONGRESSO NACIONAL. **Lei nº 14.301, de 7 de janeiro de 2022**. In: Diário Oficial da União, 2022, Brasília. Disponível em:

<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2022/lei-14301-7-janeiro-2022-792221-norma-pl.html>. Acesso em: 16 mar. 2024.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Boletins Técnicos CNT: Boletim Estatístico**. 2026. 31 p. Disponível em: <https://www.cnt.org.br/boletins>. Acesso em: 30 jan. 2026.

EMPRESA DE PLANEJAMENTO E LOGÍSTICA S.A.; OBSERVATÓRIO NACIONAL DE TRANSPORTE E LOGÍSTICA. Boletim de Logística Cabotagem: **A Importância para o Transporte Brasileiro e as Medidas de Estímulo do BR do Mar**. 2022. 30 p. Disponível em: <https://www.abtra.org.br/infraestrutura/boletim-de-logistica-cabotagem-a-importancia-para-o-transporte-brasileiro-e-as-medidas-de-estimulo-do-br-do-mar/>. Acesso em: 08 mar. 2024.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo/SP: Atlas, 2002. 175 p. Disponível em:

<https://home.ufam.edu.br/salomao/Tecnicas%20de%20Pesquisa%20em%20Economia/Textos%20de%20apoio/GIL,%20Antonio%20Carlos%20-%20Como%20elaborar%20projetos%20de%20pesquisa.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2026.

GUTIERREZ, Bruno. **Porto de Santos pode se tornar ‘Hub’ até 2030, afirmam especialistas**. 2019. G1 Santos. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/santos-regiao/porto-mar/noticia/2019/10/08/porto-de-santos-pode-se-tornar-hub-ate-2030-afirmam-especialistas.ghtml>. Acesso em: 22 jun. 2024.

JUNIOR, Joaquim Martins. **Como Escrever Trabalhos de Conclusão de Curso**. 5. ed. Petrópolis/RJ: Vozes, 2011. 222 p.

MARTINS, Felipe Fonseca. **Cabotagem como Alternativa no Transporte Doméstico de Cargas: Uma Avaliação Hierárquica de seus Entraves**. 2012. 184 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Engenharia de Transportes, Departamento de Ciência e

Tecnologia, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/1/915/1/Felipe%20Fonseca%20Martins%20.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2024.

MIRANDA, Luis Fernando Santos; SANTOS, Nicolly Ferreira dos. **Gestão de Navios no final de sua vida útil na crescente frota de cabotagem do Brasil: Desafios Legais e Ambientais**. 2023. 21 p. Artigo acadêmico (Graduação) – Curso Superior de Tecnologia em Comércio Exterior, Faculdade de Tecnologia da Praia Grande, 2023.

PREFEITURA DE SANTOS. **Porto de Santos. 2021**. 44 p. Disponível em: https://www.santos.sp.gov.br/static/files_www/files/portal_files/SEDURB/3-porto_de_santos.pdf. Acesso em: 26 fev. 2024.

SILVA, Jorge Oliveira da; PRADO, Álvaro Camargo. **Gargalos Logísticos e seus Impactos para os Terminais e Armazéns da Região do Porto de Santos**. In: XIII FATECLOG, 2022. Os Impactos das Novas Demandas Pós Pandemia, nos Sistemas Logísticos das Organizações. Mauá: CPS, 2022. 12 p. Disponível em: <https://fateclog.com.br/anais/2022/736-1275-1-RV.pdf>. Acesso em: 06 abr. 2022.

TEIXEIRA, C. A. N. et al. **Navegação de Cabotagem Brasileira**. In: BNDS Setorial 47, 2018. p. 391 – 436. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/15385/1/BS47__Cabotagem__FECHADO.pdf. Acesso em: 08 mar. 2024.