ISSN 2238 - 8486

PERSPECTIVA

EDUCAÇÃO, GESTÃO & TECNOLOGIA

Fatec
Itapetininga

Prof. Antonio Belizandro
Barbosa Rezende

Expediente

Multidisciplinar

ISSN 2238-8486

Editores responsáveis
Eva Fagundes Weber
Gilcéia Goularte de Oliveira Garcia
Isolina Maria Leite de Almeida
Jefferson Biajone
Silvia Panetta Nascimento

Corpo Editorial
Ademar Soares Castelo Branco – Fatec Itapetininga
Ademir Diniz Neves – Fatec Itapetininga
Andréa Pavan Perin – Fatec Itapetininga
Andréia Rodrigues Cassare – Fatec Itapetininga
Andressa Silvério Terra França – Fatec Itapetininga
Antonio Roberto Giriboni Monteiro – Universidade Estadual de Maringá
Bruno Miguel Nogueira de Souza – Universidade Estadual do Norte do Paraná
Bruno José Viana Kortz – Fatec Itapetininga
Cesário de Moraes Leonel Ferreira – Fatec Itapetininga
Claudia Cirineo Ferreira Monteiro – Universidade Estadual de Maringá
Danilo Ruy Gomes – Fatec Itapetininga
Deivison Shindi Takatu – Fatec Itapetininga
Flavia Cristina Cavalini – Fatec Itapetininga
Fernanda Cristina Pierre Di Nardo – Fatec Botucatu
Helder Boccaletti – Fatec Itapetininga
José Alfredo Villagómez-Cortés – Universidad Veracruzana, Mexico
Linda Catarina Gualda – Fatec Itapetininga
Luciana do Santos Almeida – Fatec Itapetininga
Ludwig Einstein Agurto Plata – Fatec Itapetininga
Marcelo do Santos Moreira – Fatec Itapetininga
Marcelo dos Santos Silvério – Fatec Itapetininga
Marco Antonio Basseto – Unesp Botucatu
Marcus Vinicius Branco de Souza – Fatec Itapetininga
Paula Rodrigues Granato – Fatec Itapetininga
Paulo Cesar Doimo Mendes – Fatec Itapetininga
Roberto Clarete Simonetti – Fatec Itapetininga
Rodrigo Diniz – Fatec Itapetininga
Rosangela Gonsalves de Araujo – Fatec Itapetininga
Soraya Regina Sacco Surian – Instituto Federal Catarinense

Diagramação, Portal, Edição Digital e QR Code
Gilcéia Goularte de Oliveira Garcia
Jefferson Biajone

Portal da Revista

PERSPECTIVA

Editorial

Prezados leitores,

É com grande satisfação que apresentamos a mais recente edição da Revista Perspectiva em Educação, Gestão & Tecnologia, periódico que se afirma como um espaço privilegiado para a difusão científica e para o fortalecimento do diálogo interdisciplinar.

Registramos nossa profunda gratidão ao corpo editorial, cuja dedicação e compromisso têm sido fundamentais para a consolidação e o contínuo aprimoramento da missão da revista.

Nesta edição, reunimos 31 artigos que abordam questões de elevada relevância no cenário contemporâneo, contemplando os desafios do desenvolvimento econômico, educacional, humano e ambiental. As contribuições refletem o empenho coletivo de alunos e professores das FATECs de Itapetininga, Mogi das Cruzes e Itaquera, da Faculdade Gran Tietê, da Etec Doutor Renato Cordeiro de Birigui, da Universidade Metropolitana de Santos, da Uniso (Universidade de Sorocaba) e da Etec Piedade. Essa diversidade de instituições traduz a riqueza das experiências acadêmicas e a pluralidade de perspectivas que enriquecem nosso debate científico.

Com especial orgulho, destacamos o Projeto Avifauna Urbana de Itapetininga, idealizado pelo Prof. Dr. Frederico Guilherme de Souza Isaac Beghelli. Iniciado em agosto de 2025, mas com raízes que remontam a 2021, em plena pandemia de COVID-19, o projeto nasceu da necessidade de oferecer atividades práticas aos estudantes em um contexto seguro, sem riscos de contato físico. Trata-se de uma iniciativa que exemplifica a criatividade e a resiliência da comunidade acadêmica diante de desafios globais.

Convidamos nossos leitores a explorar os conteúdos desta edição com atenção e abertura intelectual, certos de que encontrarão reflexões instigantes e resultados que contribuem para o avanço da ciência e da sociedade.

Desejamos a todos uma leitura proveitosa e inspiradora, que fortaleça ainda mais o compromisso coletivo com o saber.

Gilcéia G. de Oliveira Garcia

Profª Esp. Gilcéia Goularte de Oliveira Garcia

Fatec Itapetininga

REMOÇÃO DE HORMÔNIO SINTÉTICO EM EFLUENTES COM CARVÃO ATIVADO DE CASCA DE COCO
REMOVAL OF SYNTHETIC HORMONE IN EFFLUENTS WITH COCONUT SHELL ACTIVATED CARBON

Edgard Robles Tardelli[1]
Gabriel Imatomi Faria[2]

RESUMO: Compostos químicos frequentemente presentes em efluentes de origem farmacêutica, doméstica e agropecuária resistem aos tratamentos convencionais e permanecem no ambiente, oferecendo riscos ecotoxicológicos. Entre esses contaminantes emergentes, destaca-se o 17α-etinilestradiol (EE2), hormônio sintético amplamente utilizado em contraceptivos e reconhecido como disruptor endócrino. Este estudo avaliou a remoção do EE2 utilizando carvão ativado granular produzido a partir da casca de coco verde, um resíduo agroindustrial abundante e de baixo custo. O material apresentou elevada área superficial (1184 $m^2.g^{-1}$), predominância de microporos (94%) e ponto de carga zero em pH 8,0, características que favorecem a adsorção do EE2, que apresenta carga negativa em condições de pH típicas de efluentes tratados (6,5 – 7,0). Os experimentos demonstraram remoção de até 95% do EE2 em 30 minutos a 20 ºC, evidenciando maior eficiência a temperaturas mais baixas devido ao caráter exotérmico da adsorção. A adsorção também se mostrou rápida e eficaz, atingindo 75% de remoção nos primeiros 10 minutos. Os resultados confirmam o potencial do carvão ativado de casca de coco verde como alternativa sustentável e eficiente no tratamento de efluentes, reduzindo impactos ambientais e riscos à saúde pública.
Palavras-chave: Adsorção; Contaminantes endócrinos; 17α- etinilestradiol; Tratamento de Efluente.

ABSTRACT: Chemical compounds frequently present in pharmaceutical, domestic, and agricultural effluents often resist conventional treatments and persist in the environment, posing ecotoxicological risks. Among these emerging contaminants, 17α-ethinylestradiol (EE2) stands out as a synthetic hormone widely used in contraceptives and recognized as an endocrine disruptor. This study evaluated the removal of EE2 using granular activated carbon produced from green coconut shell, an abundant and low-cost agro-industrial residue. The material exhibited a high surface area (1184 $m^2.g^{-1}$), predominance of micropores (94%), and a point of zero charge at pH 8.0—features that favor EE2 adsorption, since the molecule carries a negative charge under typical treated-effluent pH conditions (6.5 –7.0). Experiments showed up to 95% EE2 removal within 30 minutes at 20 °C, with higher efficiency at lower temperatures due to the exothermic nature of adsorption. Adsorption was also rapid and effective, achieving 75% removal within the first 10 minutes. The results confirm the potential of green coconut shell activated carbon as a sustainable and efficient alternative for wastewater treatment, reducing environmental impacts and public health risks.
Keywords: Adsorption; Endocrine-disrupting compounds; 17α-ethinylestradiol; Wastewater treatment.

Doutor em Engenharia – Uniso e Etec Piedade - E-mail: edgard.tardelli@etec.sp.gov.br [1]
Técnico em Agroindústria – Etec Piedade - E-mail: gabrielimatomif@gmail.com [2]

1 INTRODUÇÃO

A presença de compostos químicos persistentes em efluentes domésticos, farmacêuticos e agropecuários tem se tornado um dos principais desafios ambientais contemporâneos. Segundo Klaica e Jirsa (2022), substâncias como fármacos, hormônios e produtos de higiene pessoal resistem aos tratamentos convencionais e permanecem no ambiente, oferecendo riscos ecotoxicológicos.

Entre os poluentes emergentes, destacam-se os hormônios sintéticos, como o 17α-etinilestradiol (EE2), amplamente utilizado em contraceptivos orais e terapias hormonais, e classificado como disruptor endócrino. Após a ingestão, entre 16% e 68% do EE2 é excretado inalterado, alcançando corpos d'água, onde pode interferir no sistema endócrino de organismos vivos, provocando deformidades, alterações hormonais, infertilidade e falhas reprodutivas (CAI *et al*., 2024).

Devido à sua alta persistência, baixa biodegradabilidade e longa meia-vida, o EE2 não é eficientemente removido pelos métodos convencionais empregados nas Estações de Tratamento de Água (ETAs), podendo afetar a saúde humana e o equilíbrio dos ecossistemas aquáticos.

Diante desse cenário, o presente estudo delimita-se à avaliação da eficiência do carvão ativado obtido da casca de coco verde na remoção do hormônio sintético EE2 em efluentes simulados, empregando a técnica de adsorção em batelada.

O trabalho tem como objetivo geral investigar o potencial desse material agroindustrial como adsorvente sustentável.

Como objetivos específicos, busca-se caracterizar físico-quimicamente o carvão ativado obtido da casca de coco; avaliar sua capacidade de adsorção do EE2 em diferentes condições de pH e tempo de contato; e discutir a viabilidade de sua aplicação em estações de tratamento de água.

2 METODOLOGIA

As amostras de carvão ativado granular, derivadas da casca de coco verde, foram fornecidas pela Indústria Química Carbomafra® S.A. (Curitiba, Brasil). O hormônio sintético 17α-etinilestradiol (EE2) (Sigma-Aldrich®, Munique, Alemanha, pureza 98%, HPLC) foi utilizado como contaminante modelo.

Todos os ensaios analíticos e experimentos de adsorção foram realizados em triplicata.

Os experimentos de adsorção foram conduzidos em batelada, sob agitação orbital de 150 rpm, em frascos de vidro âmbar, nas temperaturas de 20 °C e 30 °C, com tempo máximo de 30 min. Após cada tempo de contato, as amostras foram filtradas em membranas de 0,45 µm e analisadas por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), conforme metodologia adaptada de Unruh (2011).

A caracterização físico-química do carvão ativado foi conduzida com o objetivo de avaliar suas propriedades estruturais e químicas, fundamentais para compreender seu desempenho em processos de adsorção.

A área superficial específica e a distribuição de poros foram determinadas pelos métodos BET (Brunauer–Emmett–Teller) e BJH (Barrett–Joyner–Halenda), conforme descrito por Brunauer (1938), utilizando adsorção de nitrogênio em equipamento de análise de área superficial. As amostras foram previamente desgaseificadas a 200 °C por 4 h, para remoção de umidade e contaminantes voláteis.

O número de iodo foi determinado segundo o procedimento AWWA B600/78, fornecendo uma estimativa da área superficial efetiva e da microporosidade, sendo o iodo o adsorvato de referência para pequenas moléculas.

A densidade real do carvão ativado foi obtida pelo método ASTM D2854-09 (2019), utilizando picnômetro de hélio, o que permitiu identificar a massa de sólidos em um volume conhecido e inferir o grau de compactação do material.

Os teores de umidade e cinzas foram determinados, respectivamente, conforme as normas ABNT MB-3414/1991 e ASTM D2866/94. As amostras foram secas em estufa a 105 °C até massa constante (umidade) e, posteriormente, calcinadas em mufla a 750 °C por 3 h para quantificação das cinzas residuais, indicativas da presença de componentes inorgânicos não combustíveis.

O ponto de carga zero (pH_PZC) foi determinado pelo método de Robles e Regalbuto (2004), empregando titulação potenciométrica em soluções de NaCl 0,1 mol. L^{-1}. Essa análise permitiu identificar o pH em que a superfície do carvão apresenta carga neutra, parâmetro essencial para prever a interação eletrostática entre o adsorvente e o poluente-alvo.

A curva padrão analítica foi construída a partir de uma solução estoque do hormônio sintético EE2, preparada na concentração de 3,2 mg. L^{-1}, previamente verificada por espectrofotometria de absorção molecular. A partir dessa solução,

foram realizadas diluições sucessivas correspondentes a 20%, 40%, 60%, 80% e 100% da concentração inicial, obtendo-se uma série de padrões de concentrações conhecidas.

Esses padrões foram empregados para a calibração do sistema cromatográfico, estabelecendo a correlação entre a concentração e a resposta analítica obtida por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC).

Para assegurar condições reprodutíveis de adsorção, cada diluição foi adicionada a frascos contendo 30 mL da solução líquida e 0,3 g de carvão ativado, sendo submetidas à agitação orbital a 150 rpm durante 30 minutos. Esse tempo de contato foi previamente definido com base em ensaios preliminares de equilíbrio adsortivo, que indicaram estabilidade da concentração após esse período.

Após a agitação, as amostras foram filtradas em membranas de 0,45 µm de porosidade, garantindo a separação completa das partículas sólidas de carvão ativado.

As soluções filtradas foram analisadas em sistema HPLC segundo protocolo adaptado de Unruh (2011), utilizando as seguintes condições cromatográficas:

- Volume de injeção: 30 µL
- Fase móvel: acetonitrila (70%, v/v) e água ultrapura (30%, v/v), grau HPLC
- Fluxo: 1,0 $mL.min^{-1}$
- Tempo total de corrida: 7 minutos
- Tempo de retenção do EE2: 2,590 ± 0,002 min

O método permitiu a identificação do analito e a quantificação baseada na área dos picos cromatográficos. A partir das respostas obtidas, foi construída uma curva de calibração linear, cuja equação de regressão serve para a quantificação das amostras submetidas ao processo de adsorção.

A curva de adsorção foi construída a partir da mesma solução estoque de EE2 (3,2 mg. L^{-1}), utilizando 30 mL da solução líquida e 0,3 g de carvão ativado vegetal por amostra. Os ensaios foram conduzidos em triplicata e em frascos de vidro âmbar com fechamento hermético, a fim de prevenir a fotodegradação do composto.

As amostras foram mantidas em incubadora com controle de temperatura, operando a 20 ºC e 30 ºC, com agitação orbital constante (150 rpm), para favorecer o contato entre o soluto e as partículas do adsorvente.

Foram definidos nove intervalos de tempo de coleta (1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 20 e 30 minutos), permitindo o acompanhamento da cinética de adsorção. Após cada tempo

de contato, as amostras foram filtradas com membranas Millipore de 0,45 µm, garantindo a completa separação da fase líquida.

A fase líquida foi analisada por HPLC para determinação das concentrações residuais de EE2. A partir dos dados obtidos, foram calculadas as eficiências de remoção e os parâmetros cinéticos do processo, possibilitando avaliar o comportamento adsortivo do carvão ativado em diferentes condições experimentais de temperatura e tempo de contato.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

O aumento expressivo no consumo de produtos farmacêuticos tem levado à presença contínua desses compostos nos ambientes aquáticos, principalmente por meio de efluentes domésticos e industriais. A literatura reporta que muitos fármacos são biologicamente ativos, persistentes e resistentes aos processos convencionais de tratamento, sendo detectados em águas superficiais, sedimentos e tecidos de organismos aquáticos (PETROVIT *et al*., 2023; MEZZELANI *et al*., 2018; KÜMMERER, 2009). Esses contaminantes, denominados micropoluentes emergentes, incluem hormônios sintéticos, antibióticos, analgésicos e anti-inflamatórios, e são reconhecidos pelo seu potencial disruptor endócrino, mesmo em baixas concentrações.

Entre esses compostos, o EE2, um estrogênio sintético amplamente utilizado em contraceptivos orais, destaca-se por sua alta estabilidade química e potência hormonal. Estudos demonstram que o EE2 pode induzir efeitos estrogênicos em organismos aquáticos, como feminização de peixes, alterações gonadais e disfunções endócrinas, mesmo em concentrações da ordem de nanogramas por litro (TANG *et al*. 2021; WEE e ARIS, 2020; TAMSCHICK *et al*., 2016).

No Brasil, Aquino *et al*. (2013) realizaram uma revisão sistemática de estudos conduzidos entre 1999 e 2012, apontando concentrações de EE2 variando entre 12,4 e 5810 µg. L^{-1} em esgotos brutos, e entre 12,4 e 5040 µg. L^{-1} após tratamento convencional. Esses dados evidenciam a baixa eficiência das Estações de Tratamento de Água (ETAs) e Esgoto (ETEs) na remoção desse micropoluente, o que reforça a necessidade de tecnologias complementares ou avançadas.

De acordo com a Agência Europeia de Substâncias Químicas a concentração ambiental máxima recomendada para o EE2 é de 0,035 ng. L^{-1}, valores

frequentemente excedidos em ambientes aquáticos urbanos, segundo medições reportadas em países europeus e latino-americanos (TANG *et al*., 2021; VALDEZ-CARRILLO *et al*., 2020).

Dentre as tecnologias estudadas para a remoção de micropoluentes, destacam-se os processos físicos, químicos, biológicos e os chamados processos de tratamento terciário ou avançado, incluindo oxidação avançada, processos com membranas e adsorção (OGBEH *et al*, 2025; GUPTA e SUHAS, 2009).

Entre essas alternativas, a adsorção em carvão ativado tem se mostrado altamente eficiente na remoção de compostos orgânicos persistentes, com eficiências superiores a 90% para substâncias com alto coeficiente de partição octanol/água (Kow), como o EE2. O carvão ativado, devido à sua alta área superficial específica, elevada porosidade e afinidade com compostos orgânicos, é amplamente utilizado como adsorvente em sistemas de tratamento de água.

Do ponto de vista teórico, a adsorção é um processo físico-químico no qual moléculas (adsorvatos) são retidas na superfície de um sólido (adsorvente) por forças intermoleculares. Esse fenômeno ocorre na interface entre fases imiscíveis e pode ser físico (fisissorção) ou químico (quimissorção), dependendo da natureza das interações envolvidas (ATKINS *et al*., 2018).

A fisissorção é caracterizada por forças de Van der Waals, sendo rápida e reversível, enquanto a quimissorção envolve a formação de ligações químicas e tende a ser irreversível. O calor de adsorção é um parâmetro indicativo do tipo de interação: valores abaixo de 20 $kJ.mol^{-1}$ indicam fisissorção, enquanto valores acima de 40 $kJ \cdot mol^{-1}$ são típicos de quimissorção (NASCIMENTO *et al*., 2020).

Além disso, fatores como área superficial do adsorvente, tamanho e polaridade do adsorvato, temperatura, pH do meio e natureza do solvente influenciam diretamente a eficiência do processo (NASCIMENTO *et al*., 2020).

Nos últimos anos, há crescente interesse na utilização de materiais alternativos e sustentáveis para a produção de carvões ativados de baixo custo. Resíduos agroindustriais, como casca de coco, serragem, bagaço de cana, espiga de milho, borra de café e casca de laranja, têm se mostrado promissores para esse fim, devido à alta disponibilidade e ao conteúdo de carbono (IOANNIDOU e ZABANIOTOU, 2007; ANDRADE *et al*., 2018). Esses materiais, após processos de carbonização e ativação térmica ou química, originam adsorventes com boas propriedades texturais e elevado potencial de aplicação ambiental.

Dessa forma, o estudo da adsorção do hormônio EE2 em carvão ativado contribui para o avanço das tecnologias de tratamento de águas contaminadas com micropoluentes emergentes, integrando conceitos de química ambiental e sustentabilidade. O entendimento dos mecanismos adsortivos e das condições experimentais que maximizam a eficiência de remoção é essencial para a proposição de materiais alternativos e processos de baixo custo, em consonância com os princípios da economia circular e da produção mais limpa.

4.RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO CARVÃO ATIVADO

A caracterização físico-química das amostras de carvão foram realizadas conforme os parâmetros indicados na Tabela 1.

Tabela 1 – Propriedades físico-químicas do CAG

Características do Carvão Ativo	Valores
Nº de Iodo (mg I_2/mg carvão)	950 ± 50
Teor de Umidade (%)	11 ± 0,4
Teor de Cinzas (%)	1,1 ± 0,5
Densidade aparente (g/cm^3)	0,50 ± 0,05
pH	Alcalino
Tamanho médio dos poros (nm)	1,8
ASE_{total} (m^2. g^{-1})	1.184
ASE_{micro} (m^2. g^{-1})	1.113 (94%)
ASE_{meso} (m^2. g^{-1})	71 (6%)
ASE_{macro} (m^2. g^{-1})	–

Fonte: Elaborado pelos autores (2025**).**

O carvão ativado obtido da casca de coco verde apresentou área superficial específica de 1184 $m^2 . g^{-1}$, predominância de microporos (94%) e volume total de poros de 0,68 $cm^3.g^{-1}$, características que indicam elevado potencial adsortivo. Esses valores são compatíveis com os relatados por Andrade et al. (2018), Ioannidou e Zabaniotou (2007) e Lopes *et al*. (2020) para carvões ativados de resíduos lignocelulósicos, como casca de coco, serragem e bagaço de cana, que apresentam áreas específicas entre 800 e 1200 $m^2 . g^{-1}$.

A predominância de microporos favorece a retenção de moléculas pequenas e apolares, como o hormônio 17α-etinilestradiol (EE2), que possui log Kow de 3,67, indicando caráter hidrofóbico e tendência à adsorção em superfícies carbonáceas (PUBCHEM, 2025). A estrutura microporosa e a presença de grupos superficiais oxigenados aumentam as interações de Van der Waals e π–π, típicas de processos de fisissorção, conforme descrito por Aquino *et al*., 2013.

O número de iodo obtido (880 $mg . g^{-1}$) reforça o elevado desenvolvimento da microporosidade e a capacidade do carvão em adsorver moléculas de pequeno tamanho, corroborando os resultados da análise BET. Os teores de umidade (2,1%) e cinzas (6,4%) permaneceram dentro da faixa considerada ideal para carvões ativados de origem vegetal, conforme ASTM D2866/94. A baixa umidade contribui para maior estabilidade térmica e redução da reatividade superficial.

Essas propriedades estruturais e composicionais indicam que o carvão ativado de casca de coco verde apresenta qualidade comparável à de adsorventes comerciais, podendo ser considerado um material de baixo custo e alta eficiência, alinhado aos princípios de sustentabilidade e reaproveitamento de resíduos agroindustriais.

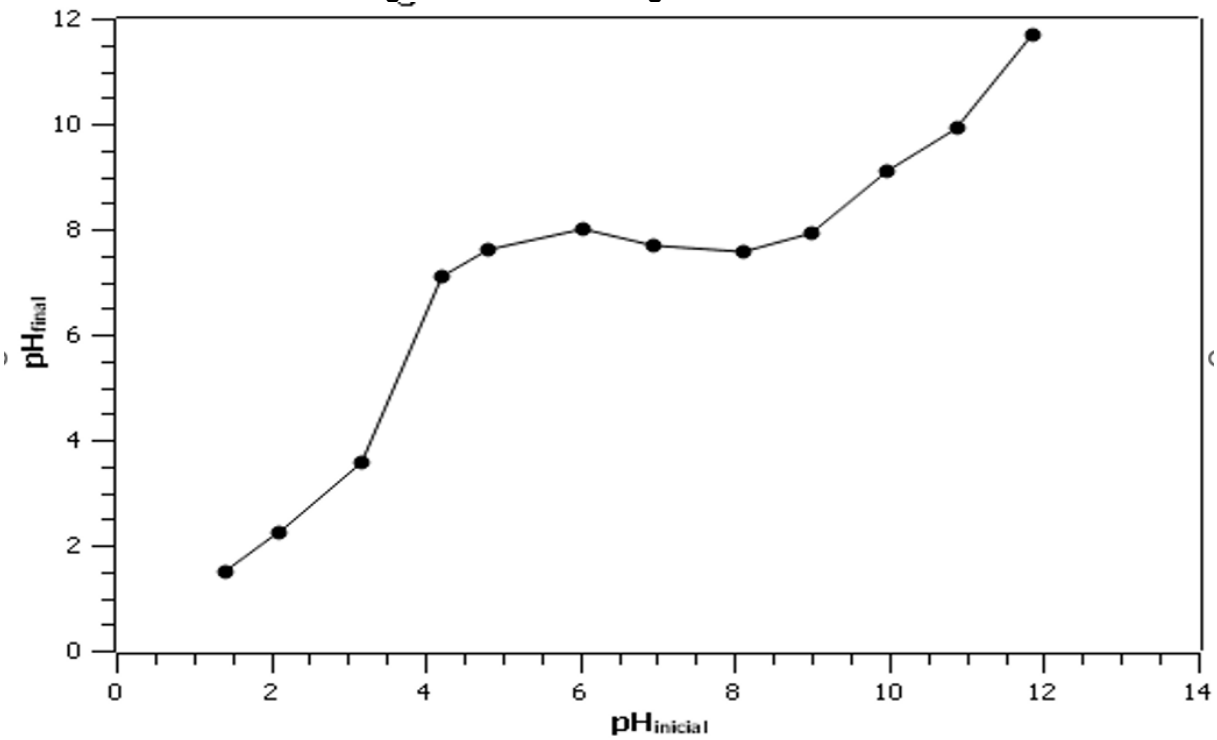
4.2 DETERMINAÇÃO DO PONTO DE CARGA ZERO (pH-PZC)

O ponto de carga zero do carvão ativado (Figura 1) foi determinado em 8,0 ± 0,1, valor semelhante aos relatados por Costa *et al*. (2023) para carvões ativados de biomassa vegetal. Esse parâmetro indica que, em pH inferior a 8,0, a superfície do carvão tende a apresentar carga positiva, favorecendo a interação com espécies neutras ou levemente aniônicas, como o EE2, cuja forma neutra predomina entre pH 6 e 8 (pKa ≈ 10,4).

Assim, o pH experimental adotado (6,5 ± 0,2) favoreceu a adsorção do EE2 devido à atração eletrostática e interações hidrofóbicas entre a molécula e o adsorvente. A remoção de estrogênios sintéticos é maximizada nessa faixa de pH, em que o adsorvato apresenta baixa solubilidade e maior afinidade pela matriz carbonácea.

Esses resultados confirmam que o carvão ativado derivado da casca de coco verde possui características superficiais adequadas para a remoção eficiente de compostos orgânicos hidrofóbicos, como o EE2, em condições próximas à neutralidade, o que é vantajoso para aplicações em estações de tratamento de água e esgoto (ETAs e ETEs).

Figura 1- Ponto de Carga Zero em CAG



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

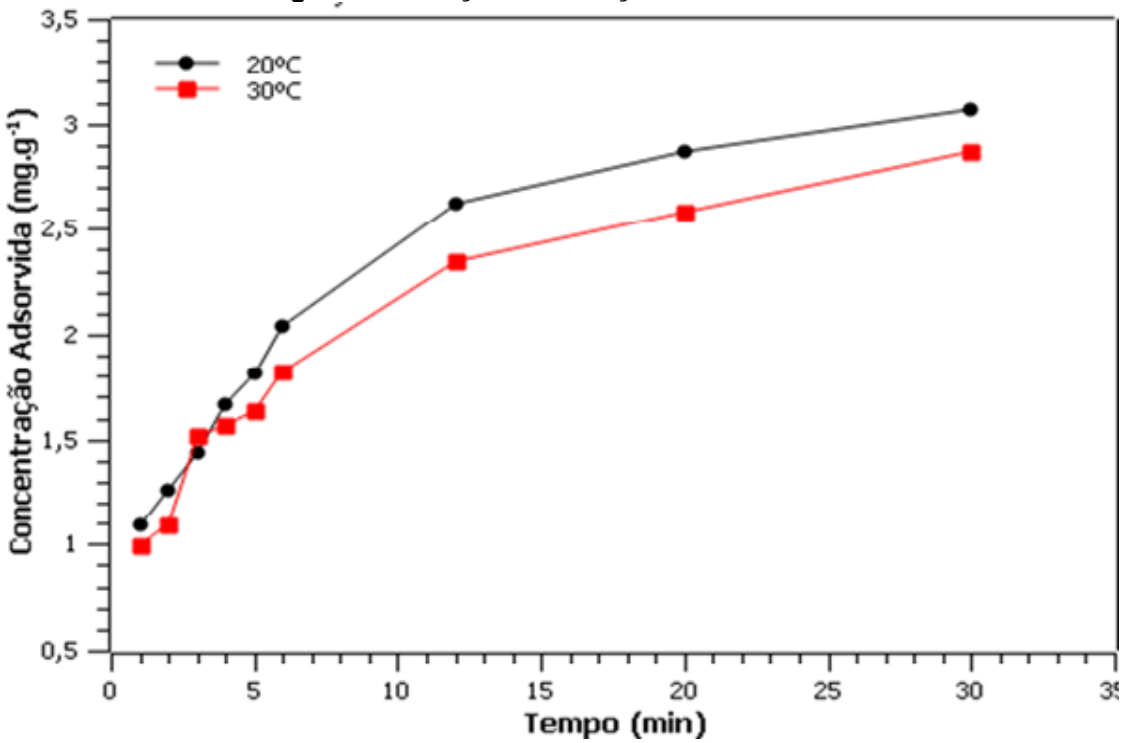
4.3 CINÉTICA E EFICIÊNCIA DE ADSORÇÃO DO EE2

A curva cinética mostrou que o processo de adsorção foi rápido, atingindo 75% de remoção nos primeiros 10 minutos e 95% em 30 minutos a 20 °C, conforme mostrado na Figura 2. Essa rápida taxa inicial está associada à grande disponibilidade de sítios ativos na superfície do carvão e à difusão superficial do adsorvato, fenômeno típico de processos de fisissorção controlados por difusão de filme externo

(NASCIMENTO *et al*., 2020). O leve decréscimo na eficiência observado a 30 °C sugere que o processo é exotérmico, ou seja, o aumento da temperatura reduz a afinidade do EE2 pelos sítios ativos do carvão. Resultados semelhantes foram obtidos por Unruh (2011) e Costa *et al*. (2023) ao avaliarem a adsorção de hormônios sintéticos em carvões ativados de origem vegetal, com remoções superiores a 90% sob condições semelhantes.

A eficiência máxima de 95% obtida neste estudo demonstra desempenho superior a outros materiais adsorventes de baixo custo, como carvões de serragem (82%) e bagaço de cana (88%) (LOPES *et al*. 2020; ANDRADE *et al*., 2018). Esse resultado evidencia o potencial da casca de coco verde como matéria-prima sustentável e eficiente para a produção de carvões ativados voltados ao tratamento de efluentes contendo micropoluentes emergentes.

Figura 2- Evolução da remoção de EE2 em CAG



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Dessa forma, os resultados confirmam que a adsorção do EE2 no carvão ativado de casca de coco verde ocorre predominantemente por interações físicas (π–π e hidrofóbicas) e é influenciada por fatores como temperatura e pH. A combinação de alta eficiência, baixo custo e origem renovável do adsorvente torna-o uma alternativa promissora para a remoção de hormônios sintéticos em águas residuais,

contribuindo para a mitigação de impactos ambientais e o avanço das tecnologias sustentáveis de tratamento.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo comprovou a eficiência do carvão ativado obtido da casca de coco verde na remoção do hormônio sintético 17α-etinilestradiol (EE2) de efluentes aquosos, evidenciando seu potencial como adsorvente alternativo em processos de tratamento de água ou de efluentes.

As propriedades físico-químicas apresentam elevada área superficial, estrutura predominantemente microporosa e pH de carga zero favorável à adsorção o que reforçam a adequação do material para a remoção de contaminantes emergentes de natureza orgânica.

A utilização desse adsorvente de origem agroindustrial representa uma alternativa tecnicamente viável e ambientalmente sustentável, ao transformar um resíduo abundante em um material funcional, reduzindo custos operacionais e impactos ambientais associados ao descarte de resíduos lignocelulósicos. Além disso, os resultados obtidos contribuem para o avanço de tecnologias de tratamento baseadas em processos de adsorção, alinhadas às demandas por eficiência e sustentabilidade no setor de saneamento.

Conclui-se que o carvão ativado de casca de coco verde apresenta elevado potencial de aplicação em escala piloto e industrial. Recomenda-se a realização de estudos complementares voltados à regeneração, reutilização e comportamento do material em sistemas contínuos, a fim de consolidar sua viabilidade tecnológica e ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas. MB 3414- **Determinação de Umidade de Carvão Ativo Pulverizado**, Rio de Janeiro, 1991.

ANDRADE, J. R. de; OLIVEIRA, M. F.; SILVA, M. G. C. da; VIEIRA, M. G. A. **Adsorption of Pharmaceuticals from Water and Wastewater Using Nonconventional Low-Cost Materials: A Review**. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, v. 57, n. 9, p. 3103–3127, 2018. DOI: 10.1021/acs.iecr.7b05137.

AQUINO, S.F.; BRANDT, E.M.F.; CHERNICHARO, C.A.L. **Remoção de fármacos e desreguladores endócrinos em estações de tratamento de esgoto: revisão de literatura.** Engenharia Sanitária Ambiental, 18 (3), 187-204, 2013.

ASTM- American Society for Testing and Material- D2854-09 (2019). **Standard Test Method for Apparent Density of Activated Carbon,** 2019.

ASTM- American Society for Testing and Material- D-2866. **Standard Test Method for Total Ash Content of Active Carbon.** Philadelphia, 1994.

ATKINS, P. W.; DE PAULA, J.; KEELER, J**. *Química física de Atkins*. 12. ed.** Oxford: Oxford University Press, p. 378-385, 2018.

AWWA- American Water Works Association- AWWA-B-600. **Standard for Powdered Activated Carbon**, 1978.

BRUNAUER, S. (1938). **Adsorption of Gases in Multimolecular Layers.** Journal of the American Chemical Society, pp. 309–319.

CAI, H.; LIU, Y.; ZHANG, Z.; WANG, X.; SONG, X.; WEN, Y. **Advances of Steroid Estrogens Pollution in Waters: A Systematic Review.** *Water, Air, & Soil Pollution*, v. 236, art. 64, 26 dez. 2024. DOI: 10.1007/s11270-024-07673-6.

COSTA, E. F.; SOARES, R. A.; FERNANDES, D. P. **Avaliação da remoção de estrogênios sintéticos em estações de tratamento de efluentes no estado de São Paulo, Brasil. *Química Nova*, v. 46, n. 9, p. 1145-1153, 2023.**

GUPTA, V. K.; SUHAS. **Application of low-cost adsorbents for dye removal – A review.** *Journal of Environmental Management*, v. 90, p. 2313–2342, 2009.

IOANNIDOU, O.; ZABANIOTOU, A. **Agricultural residues as precursors for activated carbon production – A review.** *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 11, p. 1966–2005, 2007.

IUPAC. ***Manual de terminologia e símbolos em adsorção (IUPAC Recommendations** 2015)*. Pure and Applied Chemistry, v. 87, n. 9-10, p. 1051–1069, 2015. DOI: 10.1515/pac-2014-1117.

KLAICA, M.; JIRSA, F. **17α-Ethinylestradiol (EE2): concentrations in the environment and methods for wastewater treatment – an update. *RSC Advances*, v. 12, p. 12794-12812, 2022.**

KÜMMERER, K. **Antibiotics in the aquatic environment – A review**. *Chemosphere*, v. 75, p. 417–434, 2009.

LOPES, W. S.; SATIRO, J.R.; RAMOS, R.O.; RODRIGUES, R.M.M.; ALBUQUERQUE, M.V.C; CARTAXO, A.S.B. **Contaminantes emergentes presentes em águas destinadas ao consumo humano: ocorrência, implicações e tecnologias de tratamento**. Bras. J. of Develop., Curitiba, V.6, n.8, p. 61814-61827, aug.2020.

MEZZELANI, M.; GORBI, S.; REGOLI, F. **Pharmaceuticals in the aquatic environments: evidence of emerged threat and future challenges for marine organisms.** *Marine Environmental Research*, v. 143, p. 1-13, 2018.

MOHAN, D.; OK, Y.S.; SARSWAT, A.; PITTMAN, C.U. **Organic and inorganic contaminants Removal from water with biochar , a renewable, low cost and sustainable adsorbent- A critical review**. Bioresourse Technology. Elsevier. Vol.: 160; Pages: 191-202; May 2014.

NASCIMENTO, R.F.; LIMA, A.C.A.; VIDAL, C.B.; MELO, D.Q.; RAULINO, G.S.C. **Adsorção: aspectos teóricos e aplicações ambientais**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2ªedição, Universidade Federal do Ceará, 2020.

OGBEH, G.O; OGUNLELA, A.O; AKINBILE, C. O.; IWAM, R. Y. **Adsorption of organic micropollutants in water: A review of advances in modelling, mechanisms, adsorbents, and their characteristics.** Environ. Eng. Res. 2025; 30(2): 230733.

PETROVIT, M.; ALDA, M.L.; PEREZ, S.; BARCELÓ, D.; FARRÉ, M.; CELIC, M. **Environment Analysis: Emerging pollutants-** Chapter 16-Liquid Cromatography (third Edition), 2023, pag. 549-578.

PUBCHEM. **17α-Ethinylestradiol**. CID=5991. Bethesda: National Center for Biotechnology Information, [2025]. Disponível em: https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/17alpha-Ethinylestradiol. Acesso em: 26 jun. 2025.

ROBLES, J. O.; REGALBUTO, J. R. **The engineering of Pt/carbon catalyst preparation for application on proton exchange fuel cell membrane (PEFCM)**. Catalysis Laboratory, University of Illinois at Chicago, 2004.

SILVA, T. G.; COSTA, L. R.; ANDRADE, M. N. **Emerging contaminants in wastewater: Sources, environmental fate, and toxicological effects. *Journal of Hazardous Materials*, v. 405, e124119, 2021.**

TAMSCHICK, S.; KOSCISTY, B.R.; OGIELSKA, M.; LEHMANN, A.; LYMBERASKIS, P.; HOFFMANN, F.; LUTZ, W.; STOCK, M. **Impaired gonadal and somatic development corroborate vulnerability differences to the synthetic estrogen ethinylestradiol among deeply diverged anuran lineages.** Aquat Toxicol 2016 Aug 01; 177:503-14. doi: 10.1016/j.aquatox.2016.07.001.

TANG, Z.; LIU, Z.H; WANG, H.; DANG, Z; LIU, Y. **A review of 17α-ethynylestradiol (EE2) in surface water across 32 countries: Sources, concentrations, and potential estrogenic effects.** Journal of Environmental Management. Volume: 292, 15 August 2021, 112804.

UNRUH, C. **Adsorção do hormônio 17α-etinilestradiol com uso de Carvão Ativado Granular.** Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente Urbano) - Universidade Federal do Paraná, 2011.

VALDEZ-CARRILLO M; ABRELL L; RAMÍREZ-HERNÁNDEZ J; REYES-LÓPEZ JÁ; CARREÓN-DIAZCONTI C. **Pharmaceuticals as emerging contaminants in the aquatic environment of Latin America: a review.** Environ Sci Pollut Res Int. 2020 Dez; 27(36):44863-44891.

WEE, S.Y.; ARIS, A.Z. **Occurrence and public perceived risk of endocrine-disrupting compounds in drinking water.** Clean Water 2, article number: 4 (2019).

DESAFIOS CULTURAIS E LINGUÍSTICOS NAS NEGOCIAÇÕES INTERNACIONAIS: UM ESTUDO DAS BARREIRAS E ESTRATÉGIAS SINO-BRASILEIRAS
CULTURAL AND LINGUISTIC CHALLENGES IN INTERNATIONAL NEGOTIATIONS: A STUDY OF SINO-BRAZILIAN BARRIERS AND STRATEGIES

Linda Catarina Gualda[1]
Maíza de Freitas Valadão Soares[2]

RESUMO: Com as práticas negociais globalizadas, a cultura passou a desempenhar um papel cada vez mais significativo, na medida em que o conhecimento das diferenças culturais bem como o estilo e métodos de negociação impactam diretamente em seu sucesso ou fracasso. No caso das relações diplomáticas oficiais sino-brasileiras, barreiras linguísticas, culturais e geográficas são fatores determinantes nas interações comerciais. Nesse sentido, a partir de pesquisa bibliográfica, sob a ótica da teoria das dimensões culturais de Geert Hofstede (2012, 2010, 2001) e à luz do Plano Executivo (2022-2026), apresenta-se um estudo das principais barreiras enfrentadas por negociadores brasileiros, explorando os desafios que surgem a partir dessas diferenças e suas implicações nos resultados das negociações. Além disso, investigou-se como as práticas organizacionais orientais, especialmente aquelas pautadas por estruturas hierárquicas, moldam as dinâmicas negociais, seja favorecendo ou dificultando acordos. Com isso, propõe-se estratégias práticas considerando o conhecimento cultural oriental para aprimorar a eficácia das negociações internacionais, fortalecendo, assim, as relações sino-brasileiras. Ao final do trabalho, mostra-se que o conhecimento acerca da cultura, da linguagem, das práticas organizacionais orientais, entre outros aspectos não apenas contribui para a eficácia nas negociações, mas amplia a capacidade de comunicação, fortalece as relações internacionais, promove interação mais harmoniosa, respeitosa e produtiva, além de reduzir mal-entendidos e preconceitos entre ambos os países.
Palavras-Chave: Relações Comerciais Brasil-China; Desafios nas negociações; Procedimentos estratégicos; Cultura e Sociedade; Comércio Exterior.

ABSTRACT: With globalized business practices, culture has come to play an increasingly significant role, as knowledge of cultural differences, as well as negotiation styles and methods, directly impact success or failure. In the case of official Sino-Brazilian diplomatic relations, linguistic, cultural and geographic barriers are determining factors in commercial interactions. In this sense, based on bibliographic research, from perspective of Geert Hofstede´s theory of cultural dimensions (2012, 2010, 2001), this study presents the main barriers faced by Brazilian negotiators,exploring the challenges that arise from these differences and their implications for negotiation outcomes. Furthermore, it investigates how Eastern organizational practices, especially those guided by hierarchical structures, shaped negotiation dynamics, either favoring or hindering agreements. Therefore, the paper proposes practical strategies that take into account Eastern cultural knowledge to improve the effectiveness of international negotiations, thus strengthening Sino-Brazilian relations. The paper concludes by demonstrating that knowledge of Eastern culture, language, organizational practices and other aspects not only contributes to effective negotiations but also enhances communication capabilities, strengthens

Pós-Doutorado em Cinema, Doutorado em Literatura e Cinema e Mestrado em Literatura Comparada – Professora Orientadora – Docente na Fatec Itapetininga – linda.gualda@fatec.sp.gov.br[1]
Aluna concluinte do curso de Comércio Exterior da Fatec Itapetininga – maiza.soares@fatec.sp.gov.br[2]

international relations, promotes more harmonious, respectful and productive interactions and reduces misunderstandings and prejudices between both countries.
Keywords: Brazil-China Trade Relations; Challenges in Negotiations; Strategic Procedures; Culture and Society; Foreign Trade.

1 INTRODUÇÃO

Considerando que cultura consiste em padrões de comportamento, maneiras de percepção, "sistemas de valores que resultam dos esforços passados de uma sociedade para se adaptar ao ambiente, apreendida por socialização e compartilhada por indivíduos de uma mesma identidade cultural" (Godinho; Maciooski, 2005), é fundamental o entendimento da cultura do outro em negociações internacionais. Com a globalização, a cultura passou a desempenhar um papel cada vez mais significativo no cotidiano, na medida em que o conhecimento das diferenças culturais bem como o estilo e métodos de negociação impactam diretamente no sucesso ou fracasso das relações comerciais. Diante desse cenário, torna-se fundamental evidenciar a relevância do conhecimento acerca de outras culturas na sociedade contemporânea, abrangendo múltiplas esferas e aspectos da convivência global.

A cultura chinesa, fortemente influenciada pelo Confucionismo, valoriza a hierarquia e a harmonia, características fundamentais para compreender o comportamento das empresas e dos negociadores chineses. Em sua dissertação de Mestrado, Suzana Assis Melo (2013) explora como essas tradições impactam as relações comerciais com o Brasil, enquanto Silveira, Leviski e Camozatto (2016) destacam o papel do mandarim como um fator determinante nas negociações internacionais, já que a centralidade da linguagem e dos valores culturais chineses frequentemente se tornam barreiras linguísticas e culturais para estrangeiros (Ye, 2021). Nesse sentido, a pesquisa objetiva investigar os valores culturais predominantes na China, analisando de que forma esses elementos influenciam diretamente as negociações internacionais com ênfase nas interações comerciais e diplomáticas com o Brasil. Para isso, identificou-se as principais barreiras linguísticas e culturais enfrentadas por negociadores brasileiros, explorando os desafios que surgem a partir dessas diferenças e suas implicações nos resultados das negociações. Além disso, investigou-se como as práticas organizacionais orientais, especialmente aquelas pautadas por estruturas hierárquicas, moldam as dinâmicas negociais, seja favorecendo ou dificultando acordos. Ao final do trabalho, propõe-se

estratégias práticas e fundamentadas, baseadas no conhecimento cultural oriental, para aprimorar a eficácia das negociações internacionais, fortalecendo as relações sino-brasileiras.

2 METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho, foi adotada a metodologia de pesquisa bibliográfica a partir de uma análise qualitativa fundamentada na análise e interpretação de diversas fontes de referência. Dentre as fontes consultadas, incluem-se artigos científicos publicados em periódicos reconhecidos, monografias, dissertações e demais produções acadêmicas pertinentes ao tema em questão. Em relação ao banco de dados, utilizamos plataformas científicas como Google Acadêmico, Scielo, Portal de Periódicos da CAPES e Repositórios de universidades conceituadas. As palavras-chave utilizadas para otimizar a busca por informações foram: "Cultura nas Negociações internacionais Brasil-China", "Comunicação intercultural nos negócios sino-brasileiros", "Negócios internacionais", "Barreiras nas negociações entre ocidente e oriente", "Relações Brasil-China", "Estratégias de negociação", "Confucionismo". Essa abordagem permitiu acessar o conhecimento acumulado sobre a temática, além de fornecer embasamento teórico consistente, essencial para a fundamentação e desenvolvimento (Lima; Mioto, 2007). Além disso, foi possível verificar a veracidade dos dados obtidos observando possíveis incoerências e contradições (Sousa, Oliveira; Alves, 2021).

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 CULTURA: UMA ABORDAGEM CONCEITUAL

Cultura é um conjunto complexo de valores, crenças, costumes e práticas que caracterizam uma sociedade ou grupo social e é inegável sua importância na formação da identidade e na interpretação da realidade. O sociólogo Pierre Bourdieu enfatiza que a cultura é um elemento fundamental na formação da identidade individual e coletiva, influenciando a maneira como as pessoas percebem e interagem com o mundo ao seu redor. E acrescenta que "a cultura é um capital simbólico que pode ser acumulado e utilizado para obter vantagens sociais" (Bourdieu, 1986, p. 47).

Neste trabalho, esse conceito ganha ampla relevância, na medida em que evidencia a importância da cultura na luta por recursos e poder na sociedade.

A filósofa Judith Butler entende a cultura na formação da identidade e na construção da realidade social, já que se trata de um conjunto de práticas e discursos que produzem e reproduzem significados e identidades em uma determinada sociedade. Butler aponta que a cultura é um processo performativo, onde os indivíduos e grupos performam e reperformam suas identidades e significados (1990, p. 140). Nessa linha de pensamento, o teórico cultural e sociólogo britânico-jamaicano Stuart Hall corrobora que a cultura é como um campo de disputa e negociação, onde diferentes grupos e indivíduos lutam para impor seus significados e valores. Para o autor, sendo um processo dinâmico e complexo, a cultura envolve a criação, negociação e reinterpretação de significados e símbolos em uma sociedade (Hall, 1997, p. 2). Em sua perspectiva, é determinante a importância da cultura na formação da identidade e na luta por poder e representação.

Por sua vez, Geert Hofstede (2010), psicólogo social holandês e um dos principais representantes da pesquisa e dos estudos interculturais, afirma que cultura é um fenômeno coletivo, uma programação mental social que distingue os membros de um grupo dos membros de outro grupo. De acordo com o pensador, a cultura é aprendida, não é inata e é transmitida de geração em geração por meio da socialização e da interação com o grupo. Além disso, a cultura é um fenômeno complexo, multifacetado e dinâmico que influencia todos os aspectos da vida humana, desde a forma como as pessoas se comunicam até como elas tomam decisões.

Diante disso, levar em conta as diferenças culturais é fundamental para o entendimento das relações comerciais entre países, na medida em que estas podem levar a barreiras como mal-entendidos, conflitos, perda de oportunidades, preconceitos, estereótipos, mas também podem levar a crescimento e aprendizado. Ao entender as dimensões culturais de cada nação, os negociadores são capazes de superar esses desafios, adaptar estratégias e melhorar a eficácia das negociações. Com isso, pode-se construir relacionamentos mais fortes e duradouros entre países e, assim, alcançar resultados mais benéficos para todos os envolvidos.

3.2 ASPECTOS CULTURAIS SINO-BRASILEIROS SOB A ÓTICA DE HOFSTEDE

Na década de 1970, Geert Hofstede realizou um estudo sobre as dimensões culturais de diferentes países, quando trabalhava na IBM. O objetivo da pesquisa foi entender por que as filiais da empresa em diferentes países tinham culturas organizacionais tão distintas, apesar de seguirem os mesmos procedimentos e normas. De acordo com Hofstede, para compreender a cultura de um determinado país, deve-se considerar cinco dimensões culturais, isto é, cinco aspectos da cultura que podem ser medidos em relação a outras culturas, nomeadamente: Distância do Poder, Aversão à Incerteza, Individualismo *versus* Coletivismo, Masculinidade *versus* Feminilidade, Orientação a Longo Prazo *versus* Orientação a Curto Prazo (Hofstede, 2012, p. 23). Porém, em 2018, o autor introduziu uma sexta dimensão denominada Indulgência *versus* Restrição. Tendo isso em mente, os itens seguintes apresentam o estudo de Hofstede em relação ao Brasil e à China.

3.2.1 Dimensões culturais do Brasil

O estudo de Hofstede (2010) sobre o Brasil, considerando as seis dimensões culturais elencadas pelo autor, mostra a cultura brasileira da seguinte forma:

- Distância do Poder: o Brasil apresenta uma grande distância do poder, ou seja, a sociedade tem maior propensão a aceitar e esperar que o poder seja distribuído desigualmente. A comunicação tende a ser vertical e as decisões são tomadas principalmente por figuras de poder. Em ambientes de negócios, as estruturas organizacionais são mais piramidais e líderes com postura direta;
- Individualismo *versus* Coletivismo: considerada uma sociedade com maior tendência ao coletivismo e isso se traduz na valorização de grupos como família, equipe de trabalho e amigos. Relações interpessoais têm grande importância no ambiente de negócios e a identidade individual está, na maior parte das vezes, ligada ao pertencimento a um grupo;
- Masculinidade versus Feminilidade: Apesar da existência de fatores competitivos e do reconhecimento do sucesso material, há certa harmonia entre masculinidade e feminilidade e forte consideração pela qualidade de vida e por relacionamentos equilibrados. Isso resulta em um estilo comercial que busca tanto o ganho quanto a manutenção da diplomacia;

- Aversão à Incerteza: há preferência por regras claras, estruturas definidas e repulsa a situações dúbias. No contexto comercial, isso se manifesta na busca por maior certeza e em procedimentos mais formais e cautelosos;
- Orientação de Longo Prazo *versus* Curto Prazo: há tendência para uma orientação curto prazista pressupondo maior valorização do imediato;
- Indulgência *versus* Restrição: sociedade que permite maior aproveitamento da vida e diversão, valorizando a recreação, positividade e a exteriorização efetiva.

O estudo de Geert Hofstede é importante por muitas razões, das quais destacam-se: contribuir no entendimento das diferenças entre países e organizações, o que é fundamental em um mundo globalizado; facilitar a comunicação entre pessoas de diferentes nações, reduzindo equívocos e hostilidades; ajudar empresas a compreender as necessidades e expectativas dos clientes e parceiros; auxiliar na gestão de pessoas fomentando o estabelecimento de equipes multiculturais que atuem de forma mais eficaz, considerando as diferenças e valores de seus membros; assessorar a desenvolver estratégias de marketing, vendas e comunicação que sejam adaptadas às necessidades e valores das diferentes culturas; apoiar a melhoria das relações internacionais, promovendo a cooperação e o respeito entre as diferentes culturas, entre outras.

Como isso em mente, as diferenças culturais entre Brasil e China, ou sejam, as características, valores, crenças e hábitos que distinguem uma sociedade da outra, e seus impactos nas negociações serão discutidos nos itens seguintes.

3.2.2 Dimensões culturais da China

A pesquisa de Hofstede (2010), que traz os indicadores referentes às seis dimensões sobre a China, mostra-se bastante diversa do estudo da cultura brasileira.

- Distância do Poder: a China apresenta uma sociedade onde as desigualdades entre as pessoas são aceitáveis, o relacionamento entre subordinado e superior tende a ser polarizado e existe aceitação das formas de poder exercido pelos superiores. As pessoas são influenciadas pela autoridade e, em geral, são otimistas a respeito da capacidade de liderança e iniciativa de quem lidera;
- Individualismo *versus* Coletivismo: cultura altamente coletivista onde as pessoas agem no interesse do grupo e não de si mesmas. Os relacionamentos pessoais (família, amigos, colegas de trabalho) fazem parte de uma rede de

grupos fechados e são determinantes a vários níveis (profissional, empresarial, social, familiar) denotando-se alguma frieza para com os grupos externos aos quais não pertencem;

- Masculinidade versus Feminilidade: sociedade masculina orientada para o sucesso onde a necessidade de alcançar o êxito pode ser exemplificada pelo fato de muitos chineses sacrificarem as prioridades da família e do lazer em prol do trabalho e pela intensa competição dos estudantes chineses com as notas e classificações dos exames;
- Aversão à Incerteza: sociedade pragmática que possui preferência pela estabilidade, previsibilidade, regras e planos, o que leva a um desconforto com riscos e desejo por controle;
- Orientação de Longo Prazo *versus* Curto Prazo: sociedade de longo prazo, na qual persistência, perseverança e manutenção da ordem são fundamentais. Os chineses demonstram capacidade de adaptação, forte propensão para investir e muita tenacidade na obtenção de resultados. Os relacionamentos são definidos pelo estatuto social e as pessoas acreditam que o conceito de verdade é flexível de acordo com cada situação ou contexto em particular;
- Indulgência *versus* Restrição: sociedade restrita, não há ênfase no tempo de lazer e as pessoas têm a percepção de que as suas ações são restringidas pelas normas sociais, privilegiando comportamentos de comedimento e discrição, evitando expressar efusivamente os seus desejos e emoções.

Cabe ressaltar a importância do Confucionismo, Budismo e Taoísmo na formação da cultura e identidade chinesas. As três filosofias se complementam mutuamente e, à sua maneira, influenciam cada área da sociedade até os dias de hoje (Gardner, 2014). O Confucionismo enfatiza a importância da moralidade, da ética, da educação, da cooperação e da hierarquia social. Além disso, influenciou a formação da burocracia chinesa e a estrutura social. O Budismo introduziu conceitos como a reencarnação e a busca pela iluminação e, assim, prega a importância da compaixão e da não-violência. Sua influência pode ser vista na vida cultural do país (artes, literatura), nos festivais, tradições e na arquitetura. Por fim, o Taoísmo (*Tao* = caminho natural das coisas) ressalta a importância de viver em harmonia com a natureza, difundindo a simplicidade e a espontaneidade. A influência Tao pode ser vista na formação da medicina tradicional chinesa (Campos Neto, 2015, p. 238-246). Devido

ao recorte temático deste estudo, os desafios e estratégias nas negociações sino-brasileiras, discutiremos somente a relevância do Confucionismo na cultura empresarial e no modo de negociar na China.

3.2.3 A importância do Confucionismo na formação da sociedade chinesa

O Confucionismo não apenas influenciou as práticas culturais e sociais na China e em outras nações do Leste Asiático, mas ainda hoje desempenha papel crucial nas negociações internacionais e nas estruturas organizacionais dessas regiões, onde os princípios de harmonia, lealdade e respeito são altamente valorizados. Esta filosofia enfatiza a importância das relações pessoais e da construção de laços de confiança, o que impacta fortemente na cultura empresarial chinesa e nas redes de contato, aspectos fundamentais para o sucesso nos negócios. Ademais, respeito à autoridade e à hierarquia social são valores apregoados por Confúcio, assim como a ética e a moralidade nos negócios.

Nesse sentido, a filosofia de Confúcio oferece um quadro ético que facilita a confiança e a cooperação, essenciais para os negócios globais, como bem destaca Feitosa (2024). As raízes confucionistas são evidentes nas negociações tanto no mercado interno quanto internacional, pois as práticas comerciais são orientadas pelas relações hierárquicas e de respeito mútuo, elementos centrais nas transações econômicas nos países asiáticos. Além destes, outros fundamentos importantes na filosofia de Confúcio, que refletem nas práticas negociais, são o pensamento a longo prazo, a construção de relações duradouras e o aprimoramento pessoal, no qual o esforço constante pela melhoria e a formação cooperativa dos indivíduos são fundamentais para estabelecer relações de confiança no ambiente comercial (Feitosa, 2024). Para Confúcio, a boa governança repousa sobre três pilares: autossuficiência econômica, força militar e, sobretudo, a confiança do povo. Esses princípios também se refletem nas estruturas empresariais, onde lisura e legitimidade desempenham papéis centrais nas relações. A aplicação desses valores nas negociações internacionais fortalece a confiança mútua e a cooperação, sendo essenciais para o sucesso nos negócios entre Oriente e Ocidente (Feitosa, 2024; Cordeiro, 2009).

Um exemplo de prática empresarial chinesa que reflete a influência do Confucionismo inclui o *Guanxi*, um conceito chinês que se refere às relações pessoais

e à rede de contatos que uma pessoa ou empresa possui. Trata-se de capital social que pode ser utilizado estrategicamente para vantagens competitivas.

> *Guanxi* has been referred to, separately or simultaneously, as relational entities and their relationships, as social practices of building and using personal relationships to get through life and work as a strategy for organizations to gain competitive advantage, and as a mechanism of contracting and transactions (Chen et al., 2013, p. 169-170).

O *Guanxi* pode ser construído de várias maneiras, incluindo redes de contatos (relações com pessoas influentes e bem conectadas), presentes e favores (oferecer e realizar), participação em eventos (*networking*) e comunicação eficaz (capacidade de entender as necessidades e os interesses dos outros). Dessa forma, o *guanxi* pode ser utilizado com o intuito de: alcançar recursos (financiamento, tecnologia, *expertise*), resolver problemas (superar dificuldades a partir da ajuda da rede de pessoas), influenciar decisões governamentais e empresariais, construir parcerias e alianças estratégicas, entre outras razões (Chen et al., 2013, 175-176),

3.3 BREVE PERCURSO HISTÓRICO: AS RELAÇÕES COMERCIAIS SINO-BRASILEIRAS

A relação comercial entre a República Federativa do Brasil e a República Popular da China era quase inexistente até o fim do século XIX. Nesse período, foi encontrado registro oficial da entrada de aproximadamente 3.000 chineses devido a uma tentativa isolada de utilização de mão de obra na agricultura no Rio de Janeiro. Em 1879, uma missão brasileira foi enviada à China em busca de trabalhadores chineses e essa iniciativa estabeleceu o início de uma relação bilateral que, embora tímida no início, pavimentou o caminho para futuras colaborações econômicas e culturais (Alkmim et al., 2021; Silva et al., 2024).

O período de 1984 a 1988 sinalizou um aumento gradual no número de visitas e na assinatura de acordos entre as duas nações (Fares, 2016). A China estava em pleno processo de modernização industrial e, com isso, passou a se interessar pela tecnologia brasileira em energia hidroelétrica e produtos de alto valor agregado, como motores e automóveis fabricados no território brasileiro (Mortatti et al., 2008; Sousa et al., 2021). Entre 1999 e 2003, o número de empresas brasileiras exportando para a

China triplicou, apresentando, em média, produtividade e intensidade tecnológica superiores às demais exportadoras brasileiras (Schriel, 2015).

Após a entrada da China na Organização Mundial do Comércio (OMC) em 2001, a relação negocial entre China e América Latina se expandiu, influenciando significativamente o comércio exterior dos países latino-americanos com o país asiático (Cardozo, 2023; Blázquez-Lidoy et al., 2006). Desde o ano de 2009, a China consolidou-se como um dos mais relevantes parceiros comerciais do Brasil, desempenhando papel estratégico nas relações econômicas bilaterais. Além da intensificação das trocas comerciais, novas dimensões têm emergido como fatores de destaque, incluindo o aumento da presença de empresas chinesas em território brasileiro. Essa relação transcendeu o comércio de *commodities* e se expandiu para setores como infraestrutura, automobilística, tecnologia e energia (Hiratuka; Sarti, 2017). O fortalecimento dessa parceria ocorreu principalmente no período pós-crise financeira de 2008, que acentuou desafios estruturais da indústria brasileira, já debilitada pela competição internacional e pelo processo de desindustrialização (Ferreira, 2015; Neves; Cariello, 2022).

Como visto, a sociedade chinesa visa resultados a longo prazo e demonstra tendência marcante de conceber sua evolução em termos de longos períodos históricos. Essa perspectiva temporal os leva a priorizar ganhos sustentáveis, preservando simultaneamente suas tradições e valores culturais, como insistência e perseverança, os quais contrastam significativamente com os paradigmas ocidentais. Ademais, os chineses possuem o hábito de estudar meticulosamente seus oponentes, delineando perfis de negociação e explorando ao máximo suas vulnerabilidades (Angonese, 2013; Silva et al., 2024).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ESTUDO DAS BARREIRAS NAS NEGOCIAÇÕES SINO-BRASILEIRAS

A construção do Estado e da identidade nacional nos países asiáticos ocorreu de maneira substancialmente distinta das trajetórias das atuais potências econômicas ocidentais. A hegemonia do discurso ocidental, frequentemente moldada por uma visão de progresso e superioridade, estabelece uma hierarquia cultural que subordina o Oriente ao Ocidente, distorcendo as práticas culturais (Feitosa, 2024; Xu et al.,

2022). A esse respeito, Ana Lúcia Meyer Cordeiro (2009) ressalta que essa visão reducionista ignora a complexidade e a ancestralidade das tradições asiáticas, contribuindo para a construção de estereótipos que justificam a suposta "excepcionalidade" ocidental. No entanto, os Estados asiáticos não se estruturaram sob os mesmos parâmetros de desenvolvimento dos países ocidentais, ao contrário, se alicerçam a partir de valores culturais e tradições que são historicamente distintos, baseados em filosofias que moldam suas identidades sociais, políticas e nacionais como já discutido. Esses valores influenciam diretamente o modo como os sistemas de governança são organizados, priorizando não a busca incessante por progresso material ou individual, como é comum no Ocidente, mas sim a harmonia social, a coletividade e o equilíbrio entre os indivíduos e o Estado. A integração desses princípios éticos e espirituais na organização política e econômica tem sido fundamental para a estabilidade das estruturas governamentais em diversas nações asiáticas (Feitosa, 2024; Xu et al., 2022).

No caso específico da China — embora a análise também se estenda a outras nações asiáticas — os indivíduos tendem a associar diretamente seu êxito econômico e social à sua matriz cultural tradicional. Para Angonese (2013), essa concepção reforça a crença de que a competitividade chinesa no cenário global é fruto de um conjunto de valores que, ao se harmonizarem com o capitalismo de mercado, produzem um modelo que muitos consideram superior ao ocidental. Essa "superioridade", do ponto de vista asiático, não decorre apenas da capacidade produtiva ou tecnológica, mas principalmente da solidez cultural, marcada por valores como disciplina, hierarquia, centralidade da família, responsabilidade social, trabalho árduo e priorização do bem comum em detrimento do individualismo. Tais princípios, estão profundamente enraizados na tradição confuciana e moldam as relações sociais e econômicas no Oriente.

A incompreensão ou mau julgamento da cultura e estrutura da sociedade chinesa torna-se uma barreira nas negociações, pois impede uma compreensão mais ampla das dinâmicas sociopolíticas do país e contribui para a perpetuação de uma visão de hierarquia cultural entre o Ocidente e o Oriente. Portanto, é crucial que as análises sobre as construções sociais e políticas dos países orientais, e aqui em especial a China, sejam feitas com uma compreensão profunda de suas filosofias e valores culturais próprios, que não podem ser simplesmente reduzidos ou

comparados às trajetórias ocidentais (Feitosa, 2024; Cordeiro, 2009; Campos Neto, 2015; Xu et al., 2022).

À luz desse cenário, torna-se evidente que tais distinções culturais e filosóficas não devem ser negligenciadas, sobretudo no campo das relações comerciais e das negociações internacionais. Como aponta Silva (2013), a compreensão cultural não pode ser dispensada durante a construção de um relacionamento de confiança e deve ser considerada uma estratégia essencial no âmbito dos negócios. Esta perspectiva se alinha à concepção de que as práticas culturais chinesas não são apenas formas de organização simbólica, antes estruturas fundamentais que orientam a ação, inclusive nas interações comerciais (Feitosa, 2024; Cordeiro, 2009). Apesar disso, muitos profissionais que atuam em negociações internacionais ainda se guiam pela intuição para conduzir seus processos, sem considerar adequadamente a complexidade intercultural envolvida — um fator que se torna ainda mais sensível em contextos nos quais as diferenças culturais são profundas e historicamente enraizadas, como demonstram os estudos sobre a Ásia Oriental e, particularmente, acerca da China. As negociações carregam consigo uma carga simbólica de valores, normas e práticas, exigindo que o negociador compreenda o comportamento do outro e formule estratégias culturalmente adequadas para alcançar o êxito.

Em relação ao Brasil, a China desenvolveu modos distintos de comunicação, organização, tomada de decisão e exercício de hierarquia e poder. Ignorar tais elementos é colocar em risco não apenas os acordos comerciais, mas também a credibilidade e a imagem institucional. Nesse sentido, estudar sobre a cultura do parceiro / adversário comercial e seus comportamentos é, portanto, uma exigência da contemporaneidade globalizada.

> Uma vez conhecedor desse conjunto de habilidades e comportamentos de sua e de outras culturas, o negociador internacional poderia antecipar e compreender as atitudes e reações que a outra parte desenvolverá no ambiente de negociação e responder com confiança às táticas do interlocutor, em busca do acordo desejado (Godinho; Maciooski, 2005, p. 147).

Outra barreira nas práticas negociais diz respeito ao conhecimento dos envolvidos nas transações. É fundamental identificar a posição de cada um na organização e compreender as dinâmicas de poder. A esse respeito, os teóricos Wagner Botelho Godinho e Juliana Maria Maciooski (2005) apontam que no processo de negociação é preciso considerar não somente as habilidades técnicas (processos,

métodos, especificidades da transação), mas também as habilidades associadas ao conhecimento interpessoal dos negociadores (estilos, pontos fortes e fracos, necessidades, motivações, etc., de cada uma das partes), pois a credibilidade, coerência, clareza, sinceridade dos envolvidos repercutem na receptividade e aceitação (p. 147). Ao lidar com os participantes das transações, faz-se necessário considerar ainda outra barreira: a linguística, a qual pode levar a mal-entendidos e significativas dificuldades de comunicação, tornando as negociações ainda mais complexas. Instituído como idioma oficial da República Popular da China desde 1956, o Mandarim foi selecionado como a língua padrão com o propósito de unificar os múltiplos dialetos existentes entre as distintas etnias que compõem o vasto território nacional. Tal medida visou atenuar as barreiras linguísticas internas, uma vez que algumas variações dialetais apresentavam discrepâncias tão acentuadas que dificultavam significativamente a comunicação entre os próprios cidadãos chineses (Silveira et al., 2016; Ye, 2021). A adoção do Mandarim como língua oficial teve um impacto significativo na educação, na administração pública, nas relações externas e na mídia, promovendo maior sentido de identidade nacional e coesão social (Silva et al., 2024).

Outro desafio nas transações comerciais sino-brasileiras diz respeito a disparidade tecnológica. Com planos de longo prazo, investimentos significativos em pesquisa e desenvolvimento, a China investe continuamente em tecnologia de ponta, tornando-se um líder global em inteligência artificial, comércio eletrônico e tecnologia de informação. Contudo, o Brasil enfrenta desafios expressivos no desenvolvimento tecnológico. Problemas como dependência de tecnologias estrangeiras, carência de investimento em educação e pesquisa, falta de investimentos estratégicos e de abordagem focada em inovação, além de burocracia e corrupção, colocam o país em posição desvantajosa nas negociações (Silva et al., 2024).

Assim, o Brasil tem o desafio de realizar um *catching up* tecnológico que acompanhe a China para, inclusive, superar as barreiras geográficas a partir do desenvolvimento de tecnologia logística, de infraestrutura e transporte multimodal, de diversificação de rotas, etc. A difusão da tecnologia na cadeia de produção brasileira ainda é bastante lenta e mantem o papel subordinado do país no comércio global. Desde os anos 2000, a consolidação da parceria Brasil-China se desenvolveu de modo a reproduzir o padrão norte-sul de comércio, em que o país desenvolvido exporta bens manufaturados, preenchendo lacunas no mercado interno, enquanto o

subdesenvolvido se torna um grande fornecedor de *commodities* como minérios, petróleo e produtos agrícolas (Iasco-Pereira; Libânio, 2023, p. 23).

4.2 ESTUDO DAS ESTRATÉGIAS NAS NEGOCIAÇÕES SINO-BRASILEIRAS E O PLANO EXECUTIVO (2022-2026)

As relações diplomáticas oficiais sino-brasileiras passaram por diversas fases desde a sua data de estabelecimento oficial. No cenário contemporâneo, a China configura-se como um dos mais relevantes parceiros comerciais do Brasil, desempenhando papel central nas relações econômicas bilaterais. Observa-se um crescimento substancial no número de empresas brasileiras que estabelecem relações comerciais com o mercado chinês, embora a presença física de corporações nacionais no território oriental ainda seja restrita. Como supracitado, entre os principais desafios nas negociações sino-brasileiras destacam-se as vastas distâncias geográficas, as significativas barreiras culturais, o empecilho linguístico, a assimetria tecnológica, entre outros. Tais fatores impõem obstáculos logísticos e estratégicos ao ingresso e à consolidação de negócios no país asiático. Com isso em mente, urge pensar em estratégias práticas baseadas no conhecimento cultural oriental a fim de superar esses entraves, aprimorar a eficácia das negociações internacionais e fortalecer ainda mais a parceria entre ambos.

A escolha estratégica dos partícipes do ato negocial é crucial devido às complexidades culturais, econômicas e políticas envolvidas. A escolha adequada dos negociadores pode determinar o sucesso ou fracasso da negociação, pois eles precisam lidar com diferenças significativas em estilos de comunicação, valores e expectativas. Os brasileiros precisam entender a importância da construção de relacionamentos e da confiança na cultura chinesa, enquanto os chineses precisam estar cientes das perspectivas e necessidades específicas dos brasileiros. Além disso, os participantes devem possuir habilidades de comunicação eficazes, conhecimento do mercado e da cultura do outro país, capacidade de adaptação e flexibilidade para lidar com os desafios que surgem durante a negociação.

Na cultura chinesa, o poder de decisão está vinculado ao conhecimento e ao *status* hierárquico, o que implica negociar apenas com indivíduos de alto escalão. Além disso, aspectos como formas de cumprimento, expressões emocionais, silêncio, contato físico e formalidade variam amplamente entre culturas e, se desconsiderados,

podem gerar constrangimentos ou rupturas no processo. Exemplos concretos reforçam esse ponto: enquanto os brasileiros valorizam o contato visual direto, os chineses consideram tal gesto agressivo. A noção de tempo também é diferenciada; para os chineses, por exemplo, uma negociação lenta é preferível, pois ela permite conhecer melhor o interlocutor e consolidar a confiança (Cardozo, 2023). Para lidar com essas questões de forma eficaz, uma abordagem é investir em programas de treinamento interculturais e capacitação para os negociadores brasileiros como ferramentas fundamentais para o desenvolvimento de competências e para o uso estratégico do conhecimento cultural como vantagem competitiva. A criação de equipes multidisciplinares que incluam especialistas em comércio internacional, cultura chinesa e negociação pode ajudar a desenvolver soluções inovadoras e eficazes para os desafios enfrentados.

Embora diferentes mercados ao redor do mundo formem profissionais capacitados para negociar, as culturas asiáticas, em especial, demonstram uma sofisticação e profundidade nas práticas negociais que superam, em muitos aspectos, os modelos ocidentais. Portanto, compreender essas nuances culturais não é apenas uma vantagem estratégica nas relações comerciais com países asiáticos, mas uma necessidade para qualquer profissional que almeje eficácia e respeito mútuo em negociações internacionais. Ignorar tais particularidades significa negligenciar aspectos fundamentais do processo negocial e comprometer não apenas o sucesso imediato, mas também a construção de relações de longo prazo baseadas na confiança e na compreensão intercultural.

Outra estratégia importante é estabelecer parcerias estratégicas com empresas chinesas e brasileiras que tenham experiência em negócios internacionais. Essas parcerias podem facilitar o acesso a novos mercados, tecnologias e recursos, além de proporcionar oportunidades para aprendizado e troca de experiências. A utilização de tecnologias de comunicação avançadas, como videoconferências e plataformas de negociação *online*, também pode ajudar a superar as barreiras geográficas e de tempo, permitindo uma comunicação mais eficiente e eficaz entre as partes envolvidas. A partir de visitas regulares, reuniões e eventos de *networking* é possível desenvolver relacionamentos de confiança com parceiros chineses, estabelecendo uma base sólida para as negociações. Nesse sentido, se preparar e pesquisar antes das negociações, no intuito de entender melhor as necessidades e interesses dos

parceiros chineses, permitem maior flexibilidade e adaptabilidade para encontrar soluções criativas e superar obstáculos (Iasco-Pereira; Libâneo, 2023).

Em relação às estratégias que podem ser adotadas pelo governo brasileiro, foi firmado o *Plano Executivo para as Relações entre o Governo da República Federativa do Brasil e o Governo da República Popular da China entre 2022 e 2026,* um documento que apresenta ações e objetivos para a implementação da agenda de cooperação entre Brasil-China. Aprovado durante a *VI reunião da Comissão Sino-Brasileira de Alto Nível de Concertação e Cooperação (COSBAN,* 2022), o plano faz parte de uma estratégia mais ampla de parceria entre os dois países, que inclui o Plano Estratégico 2022-2031. Enquanto o Plano Estratégico define as diretrizes gerais para as relações bilaterais, o Plano Executivo detalha as ações específicas a serem implementadas nos próximos anos. Alguns exemplos dessas atuações são: fortalecer a cooperação em investimentos, tecnologia, infraestrutura, inovação e economia digital; aumentar as exportações brasileiras para a China; promover o desenvolvimento sustentável e a proteção ambiental (Brasil, 2022).

Pensando nisso, pode-se elencar as seguintes estratégias para o governo brasileiro contornar os desafios da intensificação de suas relações com a China:

- acordos que busquem expandir quantitativa e qualitativamente os fluxos bilaterais de comércio, promovendo as exportações de produtos e serviços com maior valor agregado;
- acordos com o governo chinês para estabelecer um relacionamento mais isonômico quanto à entrada de empresas brasileiras na China;
- fortalecimento de mecanismos de fiscalização, regulação e regulamentação de aquisição de terras e recursos naturais pela China;
- criação de instrumentos de regulação e regulamentação do investimento direto estrangeiro;
- fortalecer a presença de mais empresas brasileiras na produção para que a cadeia produtiva no Brasil esteja mais articulada;
- estimular as exportações e controlar as importações, além de preocupação com crescimento econômico e estabilidade de preços (Silva et al., 2024, p. 127-129; Acioly et al., 2011; Neves; Cariello, 2022).

Compreender que respeitar uma cultura não significa submeter-se a ela demonstra maturidade diplomática, inteligência estratégica e inteligência cultural.

Conhecer o parceiro de negociação, suas referências culturais e suas estruturas de valores é, acima de tudo, um exercício de respeito mútuo. Entretanto, é fundamental que a parceria Brasil-China traga benefícios para ambos os países e não reforce ainda mais a reprimarização e desindustrialização brasileira. O governo precisa criar mecanismos e instrumentos de interlocução capazes de superar as barreiras negociais e tecnológicas e colocar o Brasil em patamar de igualdade nas negociações bilaterais. O estabelecimento e alinhamento de estratégias assertivas podem redefinir o cenário econômico sino-brasileiro, evidenciando o potencial dos dois países como protagonistas nas dinâmicas globais. Ao aprofundar as bases dessa cooperação e enfrentar os desafios existentes, essa relação promete um futuro ainda mais promissor para ambos no contexto internacional.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho fundamentou-se na demonstração de que o conhecimento acerca dos aspectos culturais, tais como costumes, da linguagem, tradições, práticas organizacionais orientais e brasileiras não apenas contribui para a eficácia nas negociações, mas promove a redução de entraves no relacionamento entre países, de interpretações equivocadas, além de dirimir preconceitos. Essa compreensão amplia a capacidade de comunicação e fortalece as relações internacionais, promovendo interação mais harmoniosa, respeitosa e produtiva entre diferentes sociedades.

A fim de possibilitar a compreensão das práticas interativas entre países, Hofstede apresentou um estudo onde dimensões culturais são utilizadas para entender e comparar as diferenças entre países e organizações. Com isso, ao longo deste estudo, conclui-se que Brasil e a China apresentam diferenças significativas em sentido cultural, comportamental, estrutural e social. Enquanto o Brasil é caracterizado por uma cultura mais indulgente e imediatista, a China tem orientação de longo prazo e distanciamento com grupos aos quais não pertence. Ademais, a sociedade brasileira tende a ter menor distância ao poder, enfatiza a recreação e a positividade e tende a valorizar o tratamento igualitário entre homens e mulheres. A China, por sua vez, pauta-se em uma sociedade masculina orientada ao trabalho, que valoriza a hierarquia, a disciplina e evita expressar efusivamente desejos e emoções. Por fim, a nação chinesa é mais avessa à incerteza e tem uma cultura mais pragmática, ao

passo que o Brasil é mais flexível e adaptável. Essas peculiaridades refletem drasticamente nas negociações comerciais sino-brasileiras que dependem da compreensão desses aspectos culturais para obterem sucesso.

O relacionamento entre Brasil e China, consolidado ao longo das últimas décadas, reflete uma parceria estratégica com profunda relevância econômica e diplomática, a qual promove intensa troca de produtos e investimentos capazes de transformar setores-chave da economia brasileira, a saber: agronegócio, infraestrutura, investimentos, indústria e tecnologia. Além disso, os desafios enfrentados, como barreiras culturais, linguísticas e logísticas, revelam a necessidade de um planejamento estratégico que possibilite aprofundamento das interações bilaterais. No entanto, a assimetria presente nas relações comerciais entre os dois países, caracterizada pela predominância da exportação de *commodities* brasileiras e pela dependência tecnológica chinesa, exige um olhar crítico sobre as perspectivas futuras dessa parceria. Com uma economia cada vez mais globalizada e interconectada, o Brasil tem diante de si a oportunidade de maximizar os benefícios gerados por essa interação, ao mesmo tempo em que deve buscar estratégias para reduzir vulnerabilidades estruturais que possam limitar seu crescimento sustentável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACIOLY, L.; COSTA PINTO; E. C.; MACEDO CINTRA, M. A. **As Relações Bilaterais Brasil-China: a ascensão da China no sistema mundial e os desafios para o Brasil**. São Paulo: Grupo de Trabalho sobre a China / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada / Ipea, 2011, 56p.

ALKMIM, A. A.; CARDOSO, B. S.; NASCIMENTO, L. C.; BAPTISTA, J. A. Relações comerciais Brasil e China: os impactos da pandemia COVID-19. **Anais da Faculdade de Tecnologia Zona Leste.** V. 132, n. 129, p. 1–10, 2021.

ANGONESE, J. L. Cultura chinesa e orientações de negociação internacional. **Revista Destaques Acadêmicos,** Lajeado, v. 5, n. 2, p. 161–170, 2013.

BLÁZQUEZ-LIDOY, J.; RODRÍGUEZ, J.; SANTISO, J. Angel or Devil? China's Trade Impact on Latin American Emerging Markets. **OECD Development Centre Working Papers.** V. 1, n. 252, p. 1–30, 2006.

BOURDIEU, P. The forms of capital. RICHARDSON, J. (Ed.). **Handbook of Theory and Research for the Sociology of Education**. Westport: Greenwood Press, 1986.

BRASIL. **Plano Executivo para as Relações entre o Governo da República Federativa do Brasil e o Governo da República Popular da China entre 2022 e 2026.** Brasília: Governo Federal, 2022.

BUTLER, J. **Gender Trouble: feminism and the subversion of identity.** Nova York: Routledge, 1990.

CAMPOS NETO, A. A. M. O Confucionismo, Budismo, Taoismo e Cristianismo. O Direito chinês. **Revista da Faculdade de Direito da Universidade de São Paulo**, 2015, v. 110, p. 229–260. 2025.

CARDOZO, J. Latin America and China: international trade and economic growth. **Análisis económico.** V. 38, n. 99, p. 23–52, 2023.

CHEN, C.C; CHEN, X.P; HUANG, S. Chinese Guanxi: An Integrative Review and New Directions for Future Research. **Management and Organization Review 9:1**, March 2013, p. 167–207.

CORDEIRO, A. L. M. Taoísmo e Confucionismo: Duas faces do caráter chinês. **Sacrilegens**. Juíz de Fora, v. 6, n. 2, 2009, p. 4-11.

FARES, T. M. A diplomacia chinesa e as relações com o Brasil (1949-1974). **Revista de História Contemporânea**. V. 21, n. 2, p. 45–67, 2016.

FEITOSA, B. K. B. B. **Gênero e Confúcio:** o desafio da igualdade de gênero na cultura social chinesa, 2024.

FERREIRA, M. Relações Comerciais entre Brasil e China: Potencialidades e Desafios. **Revista Brasileira de Política Internacional**. V. 58, p. 23–41, 2015.

GARDNER, D. K. **Confucianism: A Very Short Introduction.** Oxford University Press, 2014.

GODINHO, W. B.; MACIOSKI, J. M. K. Estilos de negociação – a maneira pessoal de realizar negócios internacionais. **Ciência & Opinião**. Curitiba, v. 2, n. 1/2, jan./dez. 2005, p. 143-165.

HALL, **S. Representation: cultural representations and signifying practices**. Londres: Sage Publications, 1997.

HIRATUKA, C.; SARTI, F**.** Brazilian Industry: Recent Performance and Future Challenges. In: **The Brazilian Economy since the Great Financial Crisis of 2007/2008**. SpringerLink, 2017.

HOFSTEDE, G. J. **Cultures and Organizations**: Software of the Mind – Intercultural Cooperation and Its Importance for Survival. 3. ed. New York: McGraw-Hill, 2010.

_____. **Culture's Consequences: comparing values, behaviors, institutions and organizations across nations.** 2. ed. Thousand Oaks: Sage Publications, 2001.

IASCO-PEREIRA, H. C.; LIBÂNIO, G. Investimentos externos diretos da China no Brasil: a presença de empresas chinesas na economia brasileira nos séculos XX e XXI. **REC: Revista de Economia Contemporânea.** V. 27, p. 1-26, 2023.

LIMA, C. S. S.; MIOTO, R. C. T. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. **Revista Katalysis,** v. 10, n. 1, p. 37–45, 2007.

MELO, S. A. B. de. **Um estudo sobre a cultura chinesa e a condução das empresas brasileiras instaladas na China**. 2013. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, SP.

MORTATTI, C. M.; MIRANDA, S. H. G.; BACCHI, M. R. P. Determinantes do comércio Brasil-China de commodities e produtos industriais: uma aplicação VECM. **Economia Aplicada**, v. 12, n. 4, p. 1–20, 2008.

NEVES, L. A. de C.; CARIELLO, T. **China's Growing Presence in Brazil and Latin America. China and Globalization**. SpringerLink, 2022.

SCHRIEL, A. What were the consequences of China entering the WTO in 2001 for the bilateral trade between Latin America and the United States? **Erasmus School of Economis. University Rotterdam**, v. 1, n. 1, p. 1–30, 2015.

SILVA, J. et al. **A influência da cultura na negociação global**. Anais da VI Mostra Científica do CESUCA, v. 1, p. 7, 2013.

SILVA, O. F. A.; ASSIS, R. J.S.; MADUREIRA, C. P.; ALVES JUNIOR, J. O. Geopolítica sino-brasileira: acordos, bilaterais, trocas comerciais assimétricas e reprimarização no Brasil pós crise (2008-2024). **Revista Ciência e Sustentabilidade.** CE: Juazeiro do Norte. V.8, Nº 1, JAN./JUN. 2024, p. 113-132.

SILVEIRA, A. C.; LEVISKI, C. E.; CAMOZATTO, N. M. "Língua chinesa": um estudo político-linguístico sobre sua presença no mundo. **ReVEL**, v. 14, n. 26, p. 1–15, 2016.

SOUSA, M. F.; OLIVEIRA, J. S.; ALVES, R. S. A Pesquisa Bibliográfica: Princípios e Fundamentos. **Cadernos da FUCAMP**, v. 20, n. 2, p. 135–150, 2021.

XU, D.; WANG, J.; ZHAO, W. The confucian concept of "Governance" and its contemporary value. **Trans/Form/Ação**, 2022, v. 45, supl. 2, p. 15–36.

YE, L. Bilinguismo na China. **Revista de Estudos Orientais**, v. 9, p. 25–46, 2021.

UM ESTUDO SOBRE A REGULAMENTAÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA UNIÃO EUROPEIA: EXPLORANDO A LEI DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL DA UNIÃO EUROPEIA COMO UM POSSÍVEL MODELO DE REGULAMENTAÇÃO
A STUDY ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE REGULATION IN THE EUROPEAN UNION: EXPLORING THE EUROPEAN UNION ARTIFICIAL INTELLIGENCE ACT AS A POSSIBLE REGULATION MODEL

Daniele Cristina Barbosa[1]
Roberto José de Almeida Filho[2]
Carla Alessandra Branca Ramos Silva Aguiar[3]

RESUMO: A crescente integração da Inteligência Artificial (IA) em setores importantes da sociedade tem despertado preocupações éticas, jurídicas e sociais, que necessitam de respostas regulatórias eficientes. Este artigo tem como objetivo analisar a Lei de Inteligência Artificial da União Europeia (AI Act) como um modelo potencial de regulamentação internacional da IA. A metodologia adotada foi de natureza exploratória e qualitativa, com base em revisão bibliográfica e análise documental da legislação europeia vigente entre 2018 e 2024. Foram investigados os princípios éticos e jurídicos da AI Act, a categorização de riscos dos sistemas de IA e os mecanismos de conformidade, especialmente aqueles voltados às pequenas e médias empresas (PMEs). Os resultados indicam que a legislação europeia apresenta uma estrutura normativa robusta e inovadora que pode servir de modelo, mas sua aplicação fora da Europa enfrenta desafios estruturais e contextuais, como a maturidade institucional e o grau de centralização estatal. Conclui-se que o AI Act representa um avanço significativo na governança da IA promovendo segurança, transparência e proteção de direitos fundamentais, podendo servir como referência para outros países que buscam regulamentações similares desde que adaptados às realidades locais e acompanhado de políticas de capacitação e fiscalização.
Palavras-chave: Conformidade Tecnológica; Ética Digital; Governança Algorítmica.

ABSTRACT: The growing integration of Artificial Intelligence (AI) into important sectors of society has raised ethical, legal, and social concerns, demanding effective regulatory responses. This article aims to analyze the European Union's Artificial Intelligence Law (AI Act) as a potential model for international AI regulation. The methodology adopted was exploratory and qualitative, based on a literature review and documentary analysis of European legislation in force between 2018 and 2024. The ethical and legal principles of the AI Act, the risk categorization of AI systems, and compliance mechanisms, particularly those aimed at small and medium-sized enterprises (SMEs), were investigated. The results indicate that European legislation presents a robust and innovative regulatory framework, but its application outside Europe faces structural and contextual challenges. The conclusion is that the AI Act represents a significant advance in AI governance, promoting safety, transparency, and the protection of fundamental rights. It can serve as a reference for other countries

Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas – Faculdade de Tecnologia de Mogi das Cruzes – Fatec Mogi das Cruzes – E-mail: danielecbm2018@gmail.com[1]
Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas – Faculdade de Tecnologia de Mogi das Cruzes – Fatec Mogi das Cruzes – E-mail: roberto.jalmeidafilho@gmail.com[2]
Docente do curso de Análise e Desenvolvimento da Faculdade de Tecnologia de Mogi das Cruzes – Fatec Mogi das Cruzes – E-mail: carlabrs@hotmail.com[3]

seeking similar regulations, provided they are adapted to local realities and accompanied by training and oversight policies.
Keywords: Technological Compliance; Digital Étnicas; Algorithmic Governance.

1 INTRODUÇÃO

A Inteligência Artificial (IA) emergiu e vem se consolidando como uma das tecnologias mais transformadoras da atualidade. Sua rápida evolução vem impactando diversas áreas, criando um cenário de transformações profundas, bem como de riscos consideráveis, desafiando conceitos tradicionais de regulamentação e ética (Bostrom & Yudkowsky, 2018).

Para Cath (2018) a rápida difusão da IA, em velocidade superior à implementação dos marcos legais de muitos países evidencia a importância de regulamentações que se adaptem rapidamente às mudanças no cenário tecnológico. Neste contexto, a União Europeia destacou-se por sua iniciativa pioneira ao propor sua regulamentação própria diretamente relacionada ao uso da Inteligência Artificial, o AI Act.

O AI Act estabelece um quadro regulatório baseado na classificação de risco, promovendo transparência, supervisão humana e responsabilidade. Ele busca posicionar a Europa como líder na definição de padrões éticos para a IA promovendo inovações alinhadas a princípios éticos (Decker, 2021).

Apesar da importância do tema, ainda há lacunas no entendimento sobre a aplicabilidade e adaptação desse modelo a realidades nacionais distintas. Este artigo tem como pergunta de pesquisa: O AI Act pode influenciar o desenvolvimento de políticas públicas globais de regulamentação de IA?

Para respondê-lo, o presente artigo tem como objetivo analisar criticamente o AI Act e a avaliar seu potencial como modelo de regulação internacional da IA considerando suas características normativas, éticas e técnicas, bem como os desafios de adaptação a contextos jurídicos e socioeconômicos distintos. Pretende-se identificar seus pontos fortes e limitações a diferentes contextos nacionais.

A análise considera as diferenças regulatórias entre União Europeia, Brasil, Estados Unidos e China, eles representam quatro contextos diferentes, quatro modelos regulatórios paradigmáticos e contrastantes na governança global da inteligência artificial. A União Europeia tem uma abordagem baseada em direitos fundamentais, os Estados Unidos, adotam um modelo centrado na autorregulação do

setor privado e em diretrizes voluntárias emitidas por agências federais. A China, por sua vez apresenta um modelo centralizado e estatal, já o Brasil está na construção de um marco legal inspirado nos princípios europeus (PL 2338/2023) (Senado Federal, 2024b; CAC, 2023; European Commission, 2021; The White House, 2023). São discutidas as possibilidades e desafios de exportar o modelo europeu para outros contextos nacionais.

2 METODOLOGIA

O presente artigo foi construído a partir de uma revisão de literatura com abordagem exploratória e qualitativa. A busca e seleção do material que compõe o referencial teórico foi realizada em livros, sites institucionais, periódicos e em plataformas como o Google Scholar e Scientific Electronic Library Online (Scielo).

A pesquisa se limitou a textos produzidos entre 2018 e 2025 (artigos e publicações), assegurando a relevância do conteúdo. Textos sem embasamento teórico adequado, restritos ou fora do escopo temporal foram excluídos, garantindo a qualidade e a representatividade da pesquisa.

Para a parte documental do AI Act, as principais fontes de consulta foram o site do Parlamento Europeu e o site da Comissão Europeia. Para a análise dos marcos regulatórios de Brasil, Estados Unidos e China foram consultados sites governamentais, Planalto, Casa Branca e Governo Chinês respectivamente.

Essa abordagem metodológica permite não apenas compreender os fundamentos normativos, éticos e técnicos do AI Act, mas também avaliar criticamente seu potencial como referência regulatória para outros países. Ao combinar análise documental e revisão de literatura recente, o estudo garante rigor analítico e atualidade temática.

A comparação entre os marcos regulatórios de Estados Unidos, Brasil e China ao da União Europeia, ancorada em documentos possibilita identificar pontos de convergência e de divergência, além dos principais obstáculos à transposição do modelo europeu para os distintos contextos jurídicos, políticos e socioeconômicos dos demais países do estudo, que constitui elemento central para responder à pergunta de pesquisa norteadora deste trabalho.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

A União Europeia estabeleceu a ambiciosa meta de alcançar a liderança digital até 2030. Essa ambição se traduz em investimentos significativos em infraestrutura digital, desenvolvimento de habilidades e na promoção de uma economia digital inclusiva, reconhecendo a transformação digital como um fator fundamental para a competitividade, o progresso social e o enfrentamento de desafios globais, como as mudanças climáticas (European Commission, 2020).

No entanto, a rápida ascensão da Inteligência Artificial trouxe novas complexidades, demandando uma abordagem estratégica e preventiva. A contínua evolução da IA, suas aplicações diversificadas e o potencial de impactos negativos — como viés algorítmico, discriminação, perda de empregos e riscos à segurança e à privacidade — tornaram imprescindível a criação de um arcabouço regulatório robusto (Bostrom & Yudkowsky, 2018; Decker, 2021).

Antecipando esses desafios, a União Europeia elaborou um conjunto de regras claras e eficazes para orientar o desenvolvimento e o uso da IA buscando equilibrar a inovação com a proteção dos direitos e valores fundamentais (European Parliament, 2021).

O AI Act é a legislação da União Europeia sobre Inteligência Artificial, que estabelece um quadro regulatório jurídico voltado a garantir a confiança, a segurança na utilização, o incentivo à inovação e a aplicação responsável dessa tecnologia em todo o espaço europeu. Essa legislação também visa assegurar que os sistemas de IA sejam transparentes, éticos e competitivos (European Commission, 2021b).

A lei introduz uma abordagem baseada em risco, categorizando os sistemas de IA em diferentes níveis de risco e impondo obrigações específicas aos seus provedores e implementadores (European Commission, 2021; European Parliament, 2021). Além disso, dispõe sobre o conceito de Sistemas Artificialmente Inteligentes (AAI) e inclui ferramentas de apoio.

Por meio dessa iniciativa, a União Europeia busca estabelecer padrões globais para governança e ética na área de IA pretendendo posicionar-se como líder neste campo (EU Artificial Intelligence Act s/d). Essa aspiração à liderança não se baseia apenas em princípios éticos, mas em um mecanismo de influência regulatória conhecido como “efeito Bruxelas”, de acordo com Bradford, 2020, a União Europeia exerce um poder significativo nos mercados globais, e os regulamentos que

promulgam vão sendo adotados por empresas que querem ter acesso ao maior mercado consumidor do mundo. Portanto, o AI Act funciona como uma ferramenta de diplomacia normativa exportando seus valores de transparência, responsabilidade e proteção de direitos fundamentais para além de suas fronteiras.

Ao exigir que sistemas de alto risco cumpram requisitos rigorosos para operar no mercado europeu, o AI Act busca mais do que regular internamente, busca também influenciar outros países a adotarem princípios semelhantes e de certa forma definir o padrão global de governança ética da IA (Bradford, 2020)

3.1 COMISSÃO EUROPEIA

A Comissão Europeia foi criada pelo Tratado da União Europeia, inicialmente estabelecida pelo Tratado de Roma, em 1957, como função principal a implementação das políticas comunitárias e à administração das atividades legislativas e executivas da UE (Parlamento Europeu, s/d).

A Comissão é composta por um comissário de Estado-membro, nomeados para mandatos de cinco anos, e responsáveis por áreas específicas como tecnologia, mercado interno, saúde, concorrência, entre outros. A composição busca garantir representatividade equilibrada e expertise multidisciplinar, alinhada às prioridades estratégicas da UE (European Commission, 2020).

A estrutura da Comissão inclui Diretorias-Gerais (DGs) - como DG CONNECT que trata de questões digitais e inteligência artificial; serviços de apoio jurídico, financeiro, de comunicação e agências executivas e grupos de trabalho: que apoiam na implementação e fiscalização de políticas.

A comissão conta com uma equipe multidisciplinar formada por juristas, economistas, engenheiros, cientistas de dados, consultores externos e especialistas em comunicação, selecionada por meio de concursos públicos europeus, com critérios rigorosos de qualificação e experiência.

No contexto da regulamentação de IA, a Comissão mobiliza grupos de especialistas, incluindo acadêmicos, representantes de empresas e ONGs, para colaborar na elaboração de propostas regulatórias como o AI Act (European Commission, 2020).

Essa estrutura institucional robusta é o que permite a Comissão Europeia não apenas formular, mas, projetar normas além das fronteiras da UE, e exercer uma posição de liderança normativa global. Segundo o European Commission's High-Level Expert Group on AI (HLEG-AI) (Radclyffe, Ribeiro e Wortham, 2023), a Comissão tem adotado uma abordagem orientada por dados e por princípios de confiança e segurança, articulando políticas digitais com valores fundamentais da UE, como regulação baseada em evidências e transparência.

Esse protagonismo que Bradford (2020) chamou de "Efeito Bruxelas", se estende para normas europeias de quaisquer setores que acabam se tornando referências globais, ou seja, a Comissão atua não apenas como uma guardiã no mercado interno, mas também como articuladora de uma governança global da inteligência artificial, orientada por valores éticos e democráticos, como o respeito aos direitos humanos e proteção dos direitos fundamentais.

3.2 AI ACT – HISTÓRICO, ESTRUTURA E PROPOSTAS

A transição digital começou a ser debatida pelo Conselho Europeu em 2020, com o Livro Branco sobre Inteligência Artificial. Em 2021 o Conselho publicou uma proposta de regulamento de Inteligência Artificial, a proposta foi debatida e em 2022 e modificada, em 2023 após algumas rodadas de conversações, os negociadores do Conselho e do Parlamento Europeu chegaram a um acordo provisório sobre o Regulamento de IA. Em maio de 2024 o ato foi formalmente adotado pelo Conselho e entrou em vigor em 01 de agosto do mesmo ano (Conselho Europeu, s/d; Parlamento Europeu, 2024)

O AI Act representa o primeiro esforço sistemático de um bloco econômico que tem por objetivo estabelecer normas legais e abrangentes sobre inteligência artificial, ao adotar uma abordagem baseada em risco, para Etzel (2024), o AI Act aborda não somente os desafios dentro da IA, mas também promove a inovação sem interromper o desenvolvimento.

O EU AI Act classifica as aplicações de inteligência artificial em quatro categorias de risco: mínimo, limitado, alto e inaceitável, estabelecendo requisitos específicos para cada uma. A finalidade dessa classificação é equilibrar a promoção da inovação tecnológica com a proteção dos direitos fundamentais e a segurança pública (Comissão Europeia, 2021).

Risco mínimo ou nulo: Inclui sistemas como filtros de spam, jogos baseados em IA e outras aplicações de uso contínuo que apresentam risco insignificante ou inexistente. Esses sistemas podem ser utilizados livremente, sem restrições ou obrigações específicas, incentivando a inovação na área de análise e desenvolvimento de sistemas (European Parliament, 2021).

Risco limitado: Abrange sistemas como *chatbots* e geradores de conteúdo, que, apesar de apresentarem baixo risco, possuem obrigações de transparência. Devem informar aos usuários que estão interagindo com uma IA ou que o conteúdo foi gerado por máquinas, promovendo maior clareza e responsabilidade na interação com sistemas digitais (European Commission, 2021).

Risco elevado: Corresponde a aplicações críticas, incluindo diagnósticos médicos, veículos autônomos e reconhecimento biométrico em atividades investigativas ou criminais. Essas aplicações estão sujeitas a requisitos rigorosos, tais como gestão de riscos, governança de dados, documentação adequada, supervisão humana, testes de robustez e avaliações antes do lançamento no mercado da UE (European Parliament, 2021). Essas medidas visam assegurar segurança, confiabilidade e proteção dos direitos dos usuários.

Risco inaceitável: Inclui sistemas considerados ameaça à segurança, direitos fundamentais ou subsistência, sendo, portanto, proibidos na UE. Exemplos incluem sistemas de pontuação social utilizados por governos, reconhecimento de emoções em ambientes de trabalho ou escolares, práticas de policiamento preditivo, manipulação cognitivo-comportamental e vigilância biométrica em tempo real, como reconhecimento facial, com exceções específicas, por exemplo, em casos de segurança nacional ou investigação criminal, autorizadas por lei e sob salvaguardas estritas (European Parliament, 2023).

Objetivos e Requisitos da Classificação: A classificação busca estimular a inovação tecnológica ao mesmo tempo em que protege direitos essenciais, por meio de requisitos diferenciados por nível de risco. Sistemas de risco mínimo ou nulo podem operar sem restrições; de risco limitado devem atuar com transparência; de alto risco precisam cumprir critérios de gestão, documentação, supervisão humana e testes rigorosos; e sistemas de risco inaceitável são proibidos por suas potencialidades prejudiciais (European Parliament & Council Of The European Union, 2021).

Apoio às Pequenas e Médias Empresas (PMEs): O regulamento prevê medidas específicas para facilitar a conformidade das PMEs, reconhecendo sua

importância na inovação e desenvolvimento de sistemas de IA, com orientações claras, suporte técnico e facilitação regulatória (Comissão Europeia, 2021).

Transparência e Supervisão Humana: A transparência constitui um pilar fundamental na governança de IA, principalmente para sistemas classificados como de risco elevado e limitado. A supervisão humana é obrigatória em aplicações de alto risco, garantindo responsabilidade e controle decisório, essencial para a confiança na área de análise e desenvolvimento de sistemas (European Parliament, 2021).

Exceções e Contextos específicos: A proibição de vigilância biométrica em tempo real inclui exceções, como o uso autorizado por lei em segurança nacional ou investigações criminais, sob salvaguardas rigorosas (Conselho Europeu, 2021).

Mecanismos de conformidade e fiscalização: Foi criado Gabinete Europeu de Inteligência Artificial com a função de garantir a aplicação do regulamento e prestar suporte técnico, especialmente às Pequenas e Médias Empresas (PME) (European Commission, 2023). Esse órgão desempenha um papel central na supervisão do cumprimento das obrigações legais, promovendo orientações claras, treinamentos e monitoramento contínuo das práticas no mercado.

Provedores de sistemas de inteligência artificial: Responsáveis por assegurar que seus produtos atendam aos requisitos de segurança, transparência e precisão, conforme estabelecido na Lei de IA. Devem implementar medidas para garantir o funcionamento adequado dos sistemas, bem como a conformidade com os critérios de avaliação de riscos, relatórios e obrigações de supervisão técnica. Esses provedores devem também elaborar documentação técnica, realizar avaliações de risco e fornecer informações claras aos usuários sobre as capacidades e limitações dos sistemas (European Parliament, 2021).

Implantadores de tecnologias de IA: Responsáveis por garantir que os sistemas de IA sejam utilizados de maneira segura, ética e em conformidade com a legislação vigente. Eles precisam assegurar que a aplicação das tecnologias respeite os direitos fundamentais, a privacidade e os princípios de responsabilidade, realizando avaliações de risco, treinando equipes e monitorando continuamente o desempenho dos sistemas implantados (Comissão Europeia, 2023).

Modelos de IA de uso geral (GPAI): A Lei de IA inclui requisitos específicos para modelos de uso geral, que podem ser aplicados em diversas tarefas e setores. Esses modelos, denominados GPAI (General Purpose AI), devem seguir critérios de conformidade que garantam sua segurança, robustez e transparência,

independentemente do contexto de uso (European Parliament, 2024). A regulamentação busca assegurar que esses modelos sejam desenvolvidos e utilizados de forma responsável, prevenindo riscos e promovendo a confiança na tecnologia.

A implementação da Lei de IA será supervisionada pela Comissão Europeia em colaboração com os Estados-Membros. Nesse contexto, o Gabinete Europeu de IA desempenha um papel central na fiscalização do cumprimento das obrigações regulatórias, monitorando práticas de mercado, conduzindo inspeções, e promovendo ações de treinamento e esclarecimento às empresas (European Parliament, 2024). Essa estrutura visa garantir uma supervisão eficaz, promovendo a conformidade contínua e o desenvolvimento de um ecossistema de IA confiável e ético na União Europeia.

Diante do exposto, a União Europeia, com base no seu ambicioso objetivo de liderança digital até 2030, consolidou-se como protagonista na governança global da inteligência artificial por meio da implementação do AI Act — uma legislação pioneira que combina inovação com proteção de direitos fundamentais. Por meio de uma abordagem regulatória baseada em riscos, a UE estabelece padrões claros e diferenciados para sistemas de IA promovendo transparência, supervisão humana e responsabilidade, especialmente em aplicações de alto risco. A estrutura institucional da Comissão Europeia, com sua expertise multidisciplinar e atuação coordenada, reforça essa liderança ao garantir a aplicação eficaz dessas normas. Além disso, o chamado “efeito Bruxelas” amplia o impacto do AI Act além das fronteiras europeias, incentivando a adoção de padrões éticos e normativos em escala global. Assim, a União Europeia não apenas regula o uso da IA em seu território, mas também projeta sua influência normativa, estabelecendo-se como referência internacional na construção de uma inteligência artificial confiável, segura e alinhada aos valores democráticos.

3.3 ADAPTAÇÃO GLOBAL DO AI ACT

O modelo europeu consolidou-se como um marco regulatório que combina inovação e segurança jurídica, entre suas principais vantagens podemos destacar: a classificação proporcional por risco, evitando sobrecarga regulatória desnecessária;

transparência e supervisão humana obrigatórias, principalmente em sistemas de alto impacto; mecanismos de apoio às PMEs, como *sandboxes* regulatórios e assessoria jurídica; diretrizes éticas explícitas, com ênfase na proteção de direitos fundamentais; e a padronização transnacional entre os Estados-membros.

Esses elementos reforçam a estratégia da União Europeia de liderança normativa global, como discutido nas seções anteriores. O AI Act, ao estabelecer regras claras, baseadas em riscos e alinhadas aos valores democráticos da UE, busca não apenas regular o mercado interno, mas também influenciar outros países por meio do "efeito Bruxelas". Esse efeito, conforme apontado por Bradford (2020), permite que normas europeias se tornem referência internacional, especialmente quando empresas globais precisam adequar seus produtos para acessar o mercado europeu.

No entanto, a replicabilidade do modelo europeu enfrenta desafios significativos em contextos fora da União Europeia. Entre eles, destacam-se a desigualdade institucional, a capacidade técnica limitada, pressões comerciais e contextos jurídicos diversos. Essas diferenças tornam complexa a adoção integral do AI Act em países com estruturas políticas e sociais distintas.

Quadro 1 - Regulação de Inteligência Artificial na UE, Brasil, Estados Unidos e China.

Elemento-chave	União Europeia (UE)	Brasil	Estados Unidos (EUA)	China
Modelo normativo	Regulação unificada – AI Act	Em tramitação – PL 2338/2023	Abordagem fragmentada – por agência/setor	Regulação centralizada – Provisões para IA Generativa
Base regulatória	Classificação por risco (mínimo a inaceitável)	Inspiração europeia; conceitos em construção	Sem classificação uniforme	Foco em controle de conteúdo e valores nacionais
Autoridade central	Comissão Europeia + Gabinete Europeu de IA	Proposta de criação de autoridade nacional	Agências independentes (ex.: FTC, NIST)	Administração do Ciberespaço da China (CAC)
Foco em PMEs	Sim – sandboxes, apoio técnico e financeiro	Proposta inicial sem medidas específicas	Não há diretrizes nacionais específicas	Não há foco específico em PMEs; foco é controle estatal

Transparência e ética	Requisitos obrigatórios para IA de alto risco	Em debate no Congresso Nacional	Guias voluntários (ex.: AI Bill of Rights)	Ênfase em censura, valores nacionais e responsabilidade da plataforma
Status atual	Regulamento aprovado e em vigor (2024)	Em discussão parlamentar	Diretrizes presidenciais e setoriais (EO)	Normas setoriais vigentes desde 2023
Aplicabilidade internacional	Modelo referencial global	Busca por adaptação parcial	Liderança técnica, mas sem regulação única	Modelo fechado, difícil de replicar em democracias liberais

Fonte: Parlamento Europeu (2024), Senado Federal (2024), White House Executive Order (2023), Veale & Borgesius (2021), CAC (2023).

O Quadro 1 mostra que, embora a União Europeia tenha formulado um referencial normativo bastante robusto, com abordagem sistemática, centrada em riscos, com ênfase na proteção de direitos humanos e transparência, ele não é um modelo universalmente aplicável, dadas as diferenças estruturais nos sistemas políticos, jurídicos, organizacionais e tecnológicos dos países analisados. Enquanto o Brasil ainda constrói seu arcabouço normativo com inspiração europeia, os Estados Unidos adotam uma postura mais setorial e voluntária, e a China prioriza o controle estatal e a conformidade ideológica. Essa diversidade de abordagens revela que, apesar da influência do AI Act, a regulação de IA ainda é um campo em construção, moldado por contextos locais e prioridades nacionais distintas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre os pontos importantes de AI Act pode-se destacar a previsibilidade jurídica, a proteção dos direitos fundamentais e incentivo à confiança pública na IA. Sua abordagem diferenciada por risco fornece equilíbrio entre controle e inovação. Entretanto sua adoção fora da Europa esbarra em desafios consideráveis como: níveis variados de maturidade institucional; capacidade técnica limitada em infraestrutura de fiscalização; diferenças estruturais nos sistemas jurídicos e realidades culturais e econômicas distintas.

O contexto em que o AI Act foi formulado reflete uma realidade que não é a mesma de países como o Brasil, China e EUA. Enquanto a EU já tem sua regulamentação em vigor, no Brasil o processo ainda está em andamento por meio do Projeto de Lei 2338/2023, projeto brasileiro é inspirado no AI Act, mas enfrenta obstáculos estruturais, desafios técnicos e institucionais para que possa ser implementado de forma eficaz. Nos Estados Unidos, a abordagem é descentralizada e setorial, o país não possui uma lei federal unificada sobre o tema, embora adote diretrizes executivas para orientação de práticas seguras, éticas e transparentes. O modelo americano prioriza a inovação e autorregulação. Já o modelo Chinês segue uma abordagem centralizada e restritiva com forte controle estatal.

A análise desenvolvida neste estudo revela que a União Europeia, por meio do AI Act, consolidou uma estratégia normativa que transcende suas fronteiras geográficas, estabelecendo-se como referência global na governança da inteligência artificial. O problema de pesquisa central – como a União Europeia irá estabelecer padrões de governança e se posicionar como líder na regulação da IA – encontra resposta na articulação entre três pilares fundamentais: a arquitetura institucional robusta da Comissão Europeia, a abordagem regulatória baseada em riscos e o mecanismo de influência normativa conhecido como "efeito Bruxelas".

A Comissão Europeia, com sua estrutura multidisciplinar e representativa, demonstra capacidade institucional para formular e implementar normas complexas, além de mobilizar expertise técnica e jurídica necessária para acompanhar a evolução tecnológica. Essa capacidade institucional é reforçada pela criação do Gabinete Europeu de IA, que garante supervisão técnica e apoio à implementação, especialmente para PMEs – elemento crucial para manter a competitividade do ecossistema europeu de inovação.

A abordagem baseada em riscos do AI Act representa uma inovação regulatória que equilibra flexibilidade e proteção, evitando tanto a estagnação da inovação quanto a exposição desnecessária a riscos sociais e individuais. Essa classificação proporcional, que vai desde sistemas de risco mínimo até aqueles considerados inaceitáveis, reflete uma compreensão sofisticada da diversidade de aplicações da IA e seus impactos diferenciados na sociedade. O "efeito Bruxelas", por sua vez, materializa-se como instrumento de diplomacia normativa, no qual a dimensão do mercado europeu torna-se alavanca para a disseminação de padrões regulatórios. Empresas globais que desejam acessar o mercado europeu precisam adequar seus

produtos e serviços aos requisitos do AI Act, criando uma espécie de "regulação por aderência" que se estende além das fronteiras da UE. Contudo, como evidenciado na análise comparativa apresentada no Quadro 1, a liderança normativa europeia enfrenta limitações significativas quando confrontada com realidades institucionais e políticas distintas. O modelo brasileiro, ainda em construção, reflete a complexidade de transpor um arcabouço normativo sofisticado para um contexto de capacidade institucional em desenvolvimento. Os Estados Unidos, com sua tradição de autoregulação e priorização da inovação, resistem a uma abordagem unificada, preferindo diretrizes setoriais e voluntárias. A China, por sua vez, utiliza a regulação de IA como instrumento de controle social e consolidação do poder estatal, em contraste diametral com os valores democráticos europeus.

Este estudo demonstrou que a União Europeia, através do AI Act, estabeleceu um marco regulatório inovador que combina proteção de direitos fundamentais com incentivo à inovação tecnológica. Os elementos centrais dessa abordagem – classificação por riscos, transparência obrigatória, supervisão humana e apoio institucional às PMEs – configuram um modelo que busca equilibrar os imperativos econômicos e éticos da transformação digital. A análise revelou que, embora o AI Act tenha potencial para se tornar referência global através do "efeito Bruxelas", sua replicabilidade enfrenta desafios significativos decorrentes de diferenças estruturais entre países. A construção de modelos híbridos, adaptados aos contextos locais e desenvolvidos mediante processos participativos, emerge como caminho mais viável para a governança global da IA. Os desdobramentos futuros dessa regulação são múltiplos e complexos. A implementação prática do AI Act exigirá monitoramento contínuo e ajustes normativos para acompanhar a rápida evolução tecnológica. A cooperação internacional torna-se imperativa para evitar fragmentação regulatória excessiva e promover interoperabilidade entre diferentes sistemas jurídicos. Por fim, o sucesso do modelo europeu dependerá não apenas de sua sofisticação técnica-jurídica, mas também da capacidade de manter o equilíbrio entre liderança normativa e flexibilidade para acomodar diversidades culturais e institucionais no cenário global da inteligência artificial.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da Lei de Inteligência Artificial da União Europeia (AI Act) permitiu constatar que, embora apresente uma estrutura normativa sólida e abrangente, com potencial para se tornar um modelo de referência global, sua adoção em outros contextos exige adaptações substanciais às especificidades nacionais. Trata-se, portanto, de um instrumento de influência normativa, mas sem replicabilidade automática, em razão da diversidade de sistemas jurídicos, níveis de desenvolvimento tecnológico e culturas regulatórias existentes.

Verificou-se, como principal limitação da pesquisa, a ausência de dados empíricos acerca da implementação prática do AI Act em países fora do bloco europeu, o que restringe uma avaliação concreta de sua eficácia e aplicabilidade transnacional. Essa limitação evidencia a necessidade de estudos comparativos mais aprofundados sobre a operacionalização da legislação em realidades diversas.

A comparação entre União Europeia, Brasil, Estados Unidos e China revelou abordagens regulatórias distintas, moldadas por fatores políticos, jurídicos e institucionais. Elementos como a tradição jurídica, o grau de centralização estatal, a maturidade institucional e as prioridades políticas influenciam diretamente a estrutura e a intensidade da regulação sobre a inteligência artificial em cada país.

Dessa forma, conclui-se que o AI Act deve ser compreendido como uma referência inspiradora, capaz de orientar o desenvolvimento de marcos regulatórios nacionais, mas sempre de forma dialógica, contextualizada e ajustada às realidades locais. A internalização de seus princípios requer compatibilização com o ordenamento jurídico interno e com as condições socioeconômicas de cada Estado.

Por fim, recomenda-se que futuras pesquisas explorem os impactos regulatórios sobre a inovação tecnológica, bem como os mecanismos de regulação participativa e multissetorial, a fim de promover um equilíbrio entre a proteção dos direitos fundamentais e o incentivo ao desenvolvimento responsável da inteligência artificial. Tais estudos poderão contribuir para o aperfeiçoamento das políticas públicas e para o fortalecimento de uma governança ética e sustentável da tecnologia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOSTROM, N., YUDKOWSKY, E. (2018) ***The Ethics of Artificial Intelligence***. *Cambridge Handbook of Artificial Intelligence.*

BRADFORD, A.**The Brussels Effect: How the European Union Rules the World.** Oxfor University Press, 2020.

CAC – CYBERSPACE ADMINISTRATION OF CHINA. (2023). **Provisions on Generative AI.** Disponível em: https://www.cac.gov.cn/2023-07/13/c_1690898431147433.htm. Acesso em: maio 2025.

CATH, C. (2018). Governing artificial intelligence: ethical, legal and technical opportunities and challenges. **Philosophical Transactions of the Royal Society A,** v.376, 2018. Disponível em: https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsta.2018.0080. Acesso em: maio 2025.

CONSELHO EUROPEU. (s/d). Regulamento inteligência Artificial. Disponível em: https://www.consilium.europa.eu/pt/policies/artificial-intelligence/#0. Acesso em: maio 2025.

DECKER, M. *et al.* ***Ethics of Digitalisation: From Principles to Practices.*** HIIG, 2021.

ETZEL, W. A. (2024) ***The European Union's AI Act: A Risk-Based Approach for Control and Innovation***. Disponível em: https://medium.com/@winfried.etzel/the-european-unions-ai-act-a-risk-based-approach-for-control-and-innovation-40dd54bc33a5. Acesso em: maio 2025.

EU ARTIFICIAL INTELLIGENCE ACT. (s.d.). ***The artificial intelligence act – Up-to-date developments and analyses of the EU AI Act.*** Disponível em: https://artificialintelligenceact.eu/. Acesso em: fevereiro de 2025.

EUROPEAN COMMISSION. (2020). **Work Programme 2020**. Disponível em: https://ec.europa.eu/info/about-european-commission/what-european-commission-does/how-commission-organised/work-programme/2020-work-programme_en. Acesso em: maio de 2025.

EUROPEAN COMMISSION. (2021). ***Digital Europe Programme.*** Disponível em: https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/digital-europe-programme. Acesso em: fevereiro de 2025.

EUROPEAN COMMISSION. (2021b). ***Regulation on Institutional Arrangements.*** Disponível em: https://ec.europa.eu/info/about-european-commission/organisation/structure_en. Acesso em: maio de 2025.

EUROPEAN COMMISSION. (2023). **AI Act: Proposal for a Regulation on Artificial Intelligence**. Disponível em: https://artificialintelligenceact.eu. Acesso em: fevereiro de 2025.

EUROPEAN PARLIAMENT. (2023). ***Regulation laying down harmonized rules on artificial intelligence (AI Act).*** Disponível em: https://www.europarl.europa.eu/topics/pt/article/20230601STO93804/lei-da-ue-sobre-ia-primeira-regulamentacao-de-inteligencia-artificial. Acesso em: fevereiro de 2025.

Fontes oficiais e documentos legislativos

PARLAMENTO EUROPEU. (s/d) **Tratado de Roma – Tratado que institui a Comunidade Econômica Europeia.** Disponível em: https://www.europarl.europa.eu/about-parliament/pt/in-the-past/the-parliament-and-the-treaties/treaty-of-rome. Acesso em: maio de 2025.

PARLAMENTO EUROPEU. (2024). **Lei de Inteligência Artificial (Regulamento (UE) 2024/1689).** Diário Oficial da União Europeia, 13 jun. 2024. Disponível em: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX:32024R1689. Acesso em: fevereiro de 2025.

RADCLYFFE, C.; RIBEIRO, M.; WORTHAM, R. H. (2023). The assessment list for trustworthy artificial intelligence: A review and recommendations.**Frontiers in Artificial Intelligence.** Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/369110605_The_assessment_list_for_trustworthy_artificial_intelligence_A_review_and_recommendations. Acesso em: 26 out. 2025.

SENADO FEDERAL. (2024). **IA: relator apresenta proposta alinhada com regulações europeias e dos EUA. Notícias do Senado**. Disponível em: https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2024/04/24/ia-relator-apresenta-proposta-alinhada-com-regulamentos-da-europa-e-dos-eua. Acesso em: março de 2025.

SENADO FEDERAL. (2024b). **PL 2338/2023 – Dispõe sobre o uso da Inteligência Artificial**. Disponível em: https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/161927. Acesso em: maio 2025.

SILVA, L. A. (2024). O futuro da pesquisa em inteligência artificial. **Revista USP**, n. 141, p. 133-146. Disponível em: https://revistapedagogica.uesc.br/index.php/revistausp/article/view/6178. Acesso em: 10 abr. 2025.

THE WHITE HOUSE. (2023). ***Executive Order on AI***. Disponível em: https://www.whitehouse.gov/briefing-room/presidential-actions/2023/10/30/executive-order-on-the-safe-secure-and-trustworthy-development-and-use-of-artificial-intelligence/. Acesso em: maio 2025

VEALE, M. & BORGESIUS, F.Z. (2021). *Demystifying the Draft EU Artificial Intelligence Act. Computer Law Review International. July* 2021, 97-112. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3896852. Acesso em: maio 2025.

CAMINHOS PARA A SUSTENTABILIDADE HÍDRICA NAS ESCOLAS: O PAPEL DO REÚSO DE ÁGUA NA EDUCAÇÃO
PATHS TOWARDS WATER SUSTAINABILITY IN SCHOOLS: THE ROLE OF WATER REUSE IN EDUCATION

Ana Carolina Gonçalves Pardinho[1]
Juan Brandeli Costa da Silva[2]
Emanuele da Silva Lima[3]
Amanda Cristina Oliveira da Silva[4]
Janine Ameku Neves[5]

RESUMO: A pesquisa tem como objetivo destacar a importância do reúso da água não apenas como uma solução para a crise hídrica, mas também como uma ferramenta educativa que promove o desenvolvimento de uma cultura de eficiência, responsabilidade ambiental e sustentabilidade para além dos muros escolares. A partir da pesquisa bibliográfica foram selecionados 11 artigos que abordam o reúso da água em projetos no ambiente escolar. Os achados foram analisados e categorizados em três eixos temáticos: (1) Cisternas como Estratégia Hídrica nas Escolas do Nordeste; (2) Reúso de Água em Instituições de Ensino de São Paulo; e (3) Educação sobre Mudanças Climáticas e Escassez Hídrica. O trabalho vai de encontro com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 6 - Água e vida e 13 - Combate às Mudanças Climáticas. O estudo conclui que a adoção de práticas de reúso da água nas escolas contribui para a redução do consumo, a melhoria da infraestrutura e a conscientização ambiental. Destaca-se a importância da educação ambiental como ferramenta de transformação social, contribuindo para a relevância das políticas públicas, da formação docente e do engajamento escolar na construção de uma cultura sustentável e cidadã.
Palavras-chave: Conscientização ambiental; Crise hídrica; Educação ambiental; Gestão de recursos hídricos; Sustentabilidade escolar

ABSTRACT: This research aims to highlight the importance of water reuse not only as a solution to the water crisis, but also as an educational tool that promotes the development of a culture of efficiency, environmental responsibility, and sustainability beyond the school walls. Based on bibliographic research, 11 articles addressing water reuse in school-based projects were selected. The findings were analyzed and categorized into three thematic areas: (1) Cisterns as a Water Strategy in Northeastern Schools; (2) Water Reuse in Educational Institutions in São Paulo; and (3) Education on Climate Change and Water Scarcity. This work aligns with Sustainable Development Goals (SDGs) 6 - Water and Life and 13 - Climate Action. The study concludes that the adoption of water reuse practices in schools contributes to reduced consumption, improved infrastructure, and increased environmental awareness. The importance of environmental education as a tool for social transformation is

Discente do Ensino Médio com Itinerário Formativo em Matemática e suas Tecnologias - Etec Doutor Renato Cordeiro - Birigui-SP, Brasil - E-mail: ana.pardinho01@etec.sp.gov.br[1]
Discente do Ensino Médio com Itinerário Formativo em Matemática e suas Tecnologias - Etec Doutor Renato Cordeiro - Birigui-SP, Brasil - E-mail: juan.silva129@etec.sp.gov.br[2]
Discente do Ensino Médio com Itinerário Formativo em Matemática e suas Tecnologias - Etec Doutor Renato Cordeiro - Birigui-SP, Brasil - E-mail: emanuele.lima@etec.sp.gov.br[3]
Discente do Ensino Médio com Itinerário Formativo em Matemática e suas Tecnologias - Etec Doutor Renato Cordeiro - Birigui-SP, Brasil - E-mail: amanda.silva1984@etec.sp.gov.br[4]
Docente do Ensino Médio - Etec Doutor Renato Cordeiro - Birigui-SP, Brasil - E-mail: janine.neves@etec.sp.gov.br[5]

highlighted, contributing to the relevance of public policies, teacher training, and school engagement in building a sustainable and civic culture.
Keywords: Environmental awareness; Environmental education; School sustainability; Water crisis; Water resources management.

1 INTRODUÇÃO

O termo sustentabilidade foi introduzido na década de 1970, especialmente durante a Conferência de Estocolmo em 1972, quando questões ambientais começaram a ser discutidas em âmbito internacional. Posteriormente, em 1987, o conceito de desenvolvimento sustentável foi consolidado no Relatório Brundtland, publicado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) da Organização das Nações Unidas (ONU), sendo definido como aquele que "atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atenderem às suas próprias necessidades" (Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1992). Esses conceitos refletem a necessidade de equilibrar o uso dos recursos naturais com a preservação do meio ambiente, de forma a garantir o bem-estar das futuras gerações.

Segundo o pensador Dias Diogo (2025), refletir sobre a sustentabilidade é pensar no futuro, que não é uma promessa, mas sim um projeto a ser construído, e os alunos são os principais construtores desse projeto. Dessa forma, integrar esses conceitos no ambiente escolar é essencial para estimular uma postura crítica e responsável em relação ao uso dos recursos naturais e à preservação ambiental.

A implementação de práticas sustentáveis no cotidiano escolar fortalece a aprendizagem ao integrar teoria e prática, incentivando transformações de comportamento que se refletem para além das paredes da escola. Ações como a instalação de cisternas ou de outros sistemas para captação de água integradas ao ensino dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e a conscientização sobre mudanças climáticas e a crise hídrica reforçam o engajamento da comunidade escolar em busca de soluções sustentáveis, adaptadas à sua realidade.

Este estudo visa apresentar e analisar o reúso da água nas escolas, considerando as diferentes realidades enfrentadas pelas instituições de ensino no Brasil, bem como as consequências das mudanças climáticas e a escassez de água, tendo como objetivo destacar práticas e ações escolares que promovam a redução do consumo e a conscientização sobre o uso sustentável da água. A proposta da revisão

bibliográfica é contribuir para a formação de cidadãos mais conscientes e engajados, por meio de práticas educativas que incentivem o uso responsável dos recursos naturais.

2 METODOLOGIA

Este estudo trata-se de uma pesquisa conduzida por meio de uma revisão bibliográfica, com foco na análise de reúso da água para o ensino da sustentabilidade nas escolas. Com o objetivo de entender a importância da água e seus impactos ambientais e sociais nos ambientes propostos, busca-se contribuir tanto para a qualidade de vida dos alunos e funcionários das escolas que adotam práticas sustentáveis, quanto para a preservação do meio ambiente e dos recursos hídricos.

Foram consultados artigos, teses e relatórios publicados entre os anos de 2008 e 2024, disponíveis nas bases acadêmicas Google Acadêmico e a Scientific Electronic Library Online (SciELO). A busca foi realizada utilizando os descritores “reúso da água nas escolas”, “sustentabilidade hídrica”, “cisterna no Nordeste”, “crise hídrica”, “mudanças climáticas”, “captação de água”. Após a triagem do material encontrado, foram selecionados 10 estudos que apresentavam experiências práticas de reúso da água em escolas.

A análise dos dados foi conduzida por meio de uma abordagem qualitativa, utilizando a análise de conteúdo proposta por Bardin (2016) para identificar as categorias recorrentes nas experiências práticas de reúso de água em escolas. Esse processo permitiu a sistematização de três eixos centrais: (1) o uso de cisternas como estratégia hídrica em escolas do Nordeste; (2) práticas de reúso de água em instituições de ensino de São Paulo; e (3) ações educativas voltadas às mudanças climáticas e à escassez hídrica. Os artigos analisados foram organizados de acordo com as práticas, desafios e benefícios associados ao reúso da água no ambiente escolar, em alinhamento aos objetivos da pesquisa e aos referenciais teóricos adotados.

Os trabalhos que tratavam da instalação de cisternas em escolas do semiárido nordestino, com foco no acesso à água, segurança alimentar e melhoria da saúde dos estudantes, foram reunidos na categoria “Cisternas como Estratégia Hídrica nas Escolas do Nordeste” (Brito, Azevedo e Araújo, 2012; Andrade, 2015; Teles, 2024). Já os estudos que analisavam práticas de reaproveitamento hídrico em instituições

paulistas, destacando a redução do consumo, a infraestrutura escolar e o papel pedagógico do reúso, compuseram a categoria “Reúso de Água em Instituições de Ensino de São Paulo” (Pedroso, 2008; Caetano e Oliveira, 2016; Marengo e Alves, 2016; Araújo, 2025). Por fim, os artigos que discutiam a educação ambiental crítica, a conscientização sobre a escassez hídrica e os desafios impostos pelas mudanças climáticas e ações para conscientização foram reunidos na categoria “Educação sobre Mudanças Climáticas e Escassez Hídrica” (Souza, 2010; Souza et al., 2016; Lusz, Zaneti e Filho, 2021; Gonçalves, 2022). Esse agrupamento respeitou os princípios de pertinência e homogeneidade da análise de conteúdo, permitindo que os três eixos refletissem diferentes dimensões da sustentabilidade hídrica no contexto escolar.

A seguir, apresenta-se o conjunto de materiais e estudos que fundamentaram esta pesquisa.

Tabela 1 - Materiais e Estudos Selecionados para a Análise do Reúso da Água e Educação Ambiental em Escolas

Títulos dos materiais selecionados	Autores e ano
Estudo das variáveis determinantes no consumo de água em escolas: o caso das unidades municipais de Campinas, São Paulo.	PEDROSO, Luciana Pereira 2008
Percepção e Desperdício da Água pelos Estudantes de Uma Escola Urbana no Município de Nossa Senhora da Glória/SE.	SOUZA, A. A.C.; GOMES, L. J. 2010
Escolas rurais produzem hortaliças e frutas utilizando água de chuva armazenada em cisterna: estudo de caso.	BRITO, Luiza Teixeira de Lima; AZEVEDO, Sérgio Guilherme de; ARAÚJO, Janaína Oliveira 2012
Tecnologia de captação da água de chuva para produção de alimentos orgânicos em escolas do semiárido sergipano.	ANDRADE, David Campos. 2015
Captação e reutilização de água em escolas municipais e estaduais de Ribeirão Preto-SP.	CAETANO, Beatriz Macedo; OLIVEIRA, Sonia Valle Walter Borges de 2016
Crise hídrica em São Paulo em 2014: seca e desmatamento.	MARENGO, J. A.; ALVES, L. M. 2016
Educação ambiental em escolas públicas como ferramenta de gestão de recursos hídricos.	SOUZA, Luan Gabriel Xavier de; BATISTA, Gustavo Luiz Araújo Souto; TAVARES, Débora de SOUZA, Neylane Costa de Souza; LUIZ, Marcia Ramos. 2016
Educação ambiental na educação do campo: Jovens, Pesquisa Ação e mudanças climáticas.	LUSZ, P.; ZANETI, I. C. B. B.; RODRIGUES FILHO, S.

	2021
Educação Ambiental crítica: um pensar no contexto das mudanças climáticas	GONÇALVES, Dalila da Costa. 2022
Águas para a educação: avaliação do Programa Cisternas nas Escolas no distrito de Arapari em Itapipoca – Ceará.	TELES, Gleyciane Bezerra. 2024
Análise bibliométrica e revisão sistemática sobre reúso de água no ambiente escolar. Dissertação (Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira.	ARAÚJO, Fernando Ricardo Salgado. 2025

Fonte: Elaborado pelos próprios autores (2025)

3 REFERENCIAL TEÓRICO

A seguir, são apresentados e discutidos os principais achados identificados na literatura analisada, os quais foram organizados em três eixos temáticos. O primeiro trata das Cisternas como Estratégia Hídrica nas Escolas do Nordeste, reunindo três artigos que destacam a cisterna como solução frente à escassez de água. O segundo eixo aborda o Reúso de Água em Instituições de Ensino de São Paulo, contemplando três artigos que evidenciam a redução do consumo e reaproveitamento hídrico. Por fim, o terceiro eixo, intitulado Educação sobre Mudanças Climáticas e Escassez Hídrica, reúne quatro artigos que ressaltam a relevância das políticas educacionais e projetos de educação ambiental para enfrentar os desafios da crise hídrica, intensificada pelas mudanças climáticas.

Alinhando-se aos princípios do ODS 6, que busca garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água, este estudo também considera a Lei Federal nº 9.433/1997, conhecida como "Lei das Águas", que estabelece a Política Nacional de Recursos Hídricos. A Lei das Águas, ao instituir diretrizes para a gestão integrada e participativa dos recursos hídricos, reforça a importância da gestão sustentável da água, alinhando-se com as ações descritas nos eixos temáticos abordados neste estudo, como a utilização de cisternas no Nordeste e o reúso de água em instituições de ensino em São Paulo.

3.1 ÁGUA NO SERTÃO: CISTERNAS COMO SOLUÇÃO NAS ESCOLAS DO NORDESTE44445

A integração de cisternas no ambiente escolar brasileiro, especialmente no Nordeste, é uma medida crucial para garantir o acesso à água e promover a sustentabilidade ambiental. O clima semiárido da região, caracterizado por vegetação de caatinga e solo pedregoso com alta taxa de evaporação, cria condições favoráveis à escassez hídrica, um problema constante enfrentado pelas comunidades locais. Esse problema é recorrente na região devido à seca e a condições como a alta densidade populacional e o desperdício de água. Devido a isso, as escolas nordestinas adotaram a prática sustentável das cisternas para garantir o acesso à água, principalmente em áreas que o abastecimento público pode não chegar. Uma das medidas implementadas para combater a falta de água nas instituições de ensino foi o “Programa Cisternas nas Escolas”, que inclui a construção de cisternas em escolas rurais e de periferia dos nove estados do Semiárido Brasileiro, através do governo federal juntamente com o Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social, Família e Combate à Fome (MDS) e a Articulação Semiárido Brasileiro (ASA). As cisternas atendem não só às escolas e seus alunos, professores e funcionários, mas também às comunidades vizinhas, oferecendo uma fonte essencial de água para consumo, higiene e até para atividades agrícolas e de alimentação.

Segundo o relatório da Articulação Semiárido Brasileiro (ASA, 2023), em parceria com o Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social, Família e Combate à Fome (MDS), foram implantadas mais de 7.000 cisternas escolares na região do Semiárido, beneficiando aproximadamente 300 mil estudantes. Dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2022) mostram que o Nordeste concentrou 86,7% das 11.687 cisternas instaladas em comunidades quilombolas do país, evidenciando que a região é a principal beneficiária das políticas de captação de água de chuva.

O agrupamento dos três artigos nessa temática se justifica pela convergência de suas abordagens sobre o impacto das cisternas nas escolas do Semiárido brasileiro, com foco em aspectos cruciais como o acesso à água, a segurança alimentar e nutricional, e a promoção da sustentabilidade. As pesquisas de Brito, Azevedo e Araújo (2012), Teles (2024) e Andrade (2015), apesar de se concentrarem em diferentes dimensões do programa "Cisternas nas Escolas", compartilham o objetivo comum de evidenciar como a implementação de cisternas no ambiente escolar pode proporcionar soluções eficazes para os desafios hídricos enfrentados pelas regiões semiáridas.

O estudo de Teles (2024) intitulado “Águas para a educação: avaliação do Programa Cisternas nas Escolas no distrito de Arapari em Itapipoca – Ceará” mostra o impacto positivo na saúde dos alunos com a chegada das cisternas. Anteriormente, a água utilizada vinha de poços ou riachos, que não eram fontes seguras e estavam frequentemente contaminados, resultando em doenças como diarreia e infecções por parasitas. Após a implementação das cisternas, que armazenam água da chuva de maneira segura, houve uma redução considerável na ocorrência dessas doenças. A autora, destaca outros benefícios trazidos pelas cisternas:

> “... a melhora na qualidade da água também contribuiu para a regularidade das aulas, já que menos alunos precisavam faltar por problemas de saúde. O acesso constante à água limpa para beber e cozinhar teve um efeito direto na redução das faltas e no aumento da concentração e do desempenho dos alunos” (Teles, 2024, p.82).

A autora conclui que o Programa Cisterna na Escola tem papel fundamental na redução da evasão escolar nas zonas rurais, ao promover melhorias na infraestrutura por meio do fornecimento de água potável nas próprias escolas. Essa iniciativa contribui para um ambiente escolar mais saudável e motivador, permitindo que a escola direcione seus esforços para a qualidade do ensino, sem que estudantes ou funcionários precisem se preocupar com o acesso à água.

Outra experiência que também foi contemplada em 13 municípios da Bahia com o projeto “Cisternas nas Escolas” na região do Semiárido brasileiro, é reportada por Brito, Azevedo e Araujo (2012) e teve como objetivo reconhecer as práticas agrícolas utilizadas nas áreas das hortas e/ou pomar. Das 43 cisternas implantadas, apenas cinco apresentaram resultados favoráveis, sinalizando dificuldades adicionais à melhoria da qualidade alimentar. Com o estímulo ao cultivo das hortaliças e com aulas mostrando a importância dos alimentos, os alunos passaram à consumir a própria produção de hortaliças de forma satisfatória. Além dos benefícios para a saúde, as cisternas também têm impacto direto na segurança nutricional dos alunos, uma vez que a água armazenada pode ser utilizada de forma eficiente na irrigação das hortas escolares, potencializando a qualidade da alimentação oferecida. Abordar esse impacto é também muito importante para promover a sustentabilidade, melhorar a qualidade da educação e trazer engajamento para a comunidade escolar, com o cuidado com o meio ambiente.

No estudo de Andrade (2015) intitulado “Tecnologia de captação da água de chuva para produção de alimentos orgânicos em escolas do semiárido sergipano”, foi realizada uma prática educativa na Escola Municipal Ermírio Torres Machado, que enfrenta um elevado déficit hídrico pela falta de chuvas regulares e alta evapotranspiração. Com a participação, capacitação e colaboração entre alunos e professores, foi possível criar uma cisterna de placas de cimento com capacidade para armazenar 52 mil litros de água, que foi instalada com irrigação por microaspersão. Esse sistema utiliza pequenos aspersores para lançar gotículas de água, criando uma névoa fina e uniforme, ideal para culturas de baixo porte e em situações de evaporação excessiva. Como resultado, houve um aumento na disponibilidade de água, garantindo mais independência e um bom funcionamento do projeto aplicado no ambiente escolar (Andrade, 2015).

Em suma, as cisternas têm se mostrado essenciais para superar as dificuldades hídricas nas escolas do Nordeste, não apenas garantindo o acesso à água potável, mas também promovendo um ambiente escolar mais saudável e sustentável. Ao melhorar a qualidade da alimentação e fortalecer o ensino de práticas sustentáveis, o Programa Cisternas nas Escolas não só contribui para a educação, mas também fortalece a autonomia das comunidades rurais. A longo prazo, estes projetos podem ser modelos para transformar a realidade de outras regiões vulneráveis do Brasil, com impactos que vão além da sala de aula, gerando um ciclo positivo de saúde, educação e sustentabilidade.

3.2 REÚSO DE ÁGUA NAS ESCOLAS DO ESTADO DE SÃO PAULO: CAMINHOS PARA A SUSTENTABILIDADE HÍDRICA ESTADUAL

Diante do avanço das discussões sobre sustentabilidade, o uso responsável da água tornou-se uma pauta central, especialmente no ambiente educacional, onde práticas de reúso ganham destaque como instrumentos de conscientização e gestão ambiental. Ao longo dos anos, a reutilização da água passou a integrar cada vez mais o cotidiano das escolas, refletindo um compromisso com a sustentabilidade. No estado de São Paulo, diversas instituições de ensino têm se destacado na implementação de práticas voltadas à economia de água e reaproveitamento hídrico, em consonância com a Lei Estadual nº 12.526/2007, que estabelece diretrizes para a captação e retenção de águas pluviais em áreas urbanas, com o objetivo de combater

enchentes e promover a gestão eficiente dos recursos hídricos. Além de incentivos para o uso racional da água e a promoção de tecnologias voltadas à sua conservação. Além de um cenário crescente de conscientização ambiental, a crise hídrica que atingiu o estado de São Paulo em 2014, considerada uma das mais severas da história, foi um fator determinante para acelerar discussões e ações práticas sobre a gestão da água. A reunião dos quatro estudos nessa temática se explica pela convergência de suas análises acerca do reúso da água em escolas do Estado de São Paulo, destacando pontos centrais como a gestão sustentável dos recursos hídricos, a influência da infraestrutura escolar e a função pedagógica dessas práticas. As investigações de Marengo e Alves (2015), Caetano e Oliveira (2016), Pedroso (2008) e Araújo (2025), apesar de abordarem diferentes perspectivas, têm em comum a preocupação em demonstrar que iniciativas voltadas ao aproveitamento e uso consciente da água contribuem tanto para enfrentar períodos de escassez quanto para formar uma cultura de responsabilidade ambiental entre a comunidade escolar.

Em São Paulo, o reúso de água nas escolas tem apresentado resultados mensuráveis em economia e eficiência. O Programa de Uso Racional da Água (PURA), criado pela Secretaria da Educação do Estado de São Paulo em parceria com a SABESP, alcançou 1.523 escolas estaduais até 2024, com uma economia anual estimada de 300,4 mil m³ de água, o que representa aproximadamente R$ 24,2 milhões em redução de custos (SÃO PAULO, 2014). Em uma segunda fase do programa, a substituição de equipamentos hidráulicos em 345 unidades escolares gerou economia adicional de 610,9 mil m³ de água por ano, equivalente ao consumo anual de uma cidade de cerca de 14 mil habitantes (SÃO PAULO, 2013). Esses dados, publicados nos relatórios oficiais da Secretaria e da SABESP, comprovam que o reúso e a racionalização da água são tecnicamente eficazes e financeiramente sustentáveis, além de oferecerem suporte pedagógico às ações de educação ambiental.

No estudo “Crise hídrica em São Paulo em 2014: seca e desmatamento”, Marengo e Alves (2015), exploraram dados do verão de 2013-2014 que mostraram um volume de chuvas 62% abaixo da média. Combinado com temperaturas até 2,5 °C mais altas, que gerou aumento expressivo no consumo e agravou o déficit hídrico, esses fatores resultaram no colapso parcial do Sistema Cantareira, principal responsável pelo abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo. A relevância do estudo está em evidenciar como eventos extremos expõem a necessidade urgente de planejamento e adoção de práticas sustentáveis no uso da água, como o reúso e

a captação de água da chuva em ambientes escolares e outras instituições públicas. Diante dessa realidade, as escolas passaram a ter um papel ainda mais relevante na promoção da educação ambiental e na implementação de soluções sustentáveis.

O reúso de água nas escolas é uma estratégia essencial para reduzir o consumo de água potável e fortalecer uma infraestrutura mais eficiente e sustentável. De acordo com o artigo “Análise Bibliométrica e Revisão Sistemática sobre Reúso de Água no Ambiente Escolar” (ARAÚJO, 2025), práticas de reaproveitamento — como o uso de águas cinzas ou a captação de água da chuva — contribuem diretamente para a diminuição da demanda sobre os sistemas de abastecimento, o que é especialmente relevante em regiões urbanas e rurais marcadas por desigualdades no acesso à água.

Segundo Araújo (2025), o Censo Escolar analisado no estudo revela que o Brasil possui 178.746 escolas, sendo 126.620 urbanas e 51.856 rurais, das quais 92% dependem da rede pública de abastecimento de água. Contudo, apenas 57% contam com esgotamento sanitário adequado, indicando fragilidades estruturais — especialmente no meio rural, onde a cobertura é significativamente menor. Esse cenário evidencia a necessidade de soluções alternativas, dentre as quais o reúso de água se destaca como ferramenta viável e estratégica.

Além disso, o reúso contribui para a melhoria da infraestrutura escolar ao diminuir a sobrecarga dos sistemas de esgoto e reduzir a quantidade de efluentes descartados no ambiente. O estudo destaca que projetos dessa natureza também fortalecem ações de Educação Ambiental, permitindo que estudantes compreendam, na prática, conceitos de sustentabilidade, uso racional da água e preservação dos recursos naturais.

Assim, conforme apresentado por Araújo (2025), o reúso de água nas escolas não apenas reduz gastos e consumo hídrico, mas também promove infraestruturas mais eficientes, seguras e alinhadas às metas de desenvolvimento sustentável.

O artigo “Captação e reutilização de água em escolas municipais e estaduais de Ribeirão Preto-SP”, Caetano e Oliveira (2016), demonstraram a viabilidade econômica e técnica da implantação de sistemas de reúso hídrico nas escolas municipais e estaduais de Ribeirão Preto, interior de São Paulo. A instalação de sistemas de captação permitiu que essas escolas diminuíssem seu consumo de água da rede pública em até 50%, utilizando a água coletada para lavagem de pisos, irrigação de jardins e descargas sanitárias. A abordagem metodológica do estudo

incluiu observações de campo e aplicação de questionários junto à comunidade escolar, permitindo avaliar não apenas a economia gerada, mas também os efeitos positivos sobre a formação de uma cultura de sustentabilidade entre os alunos. O estudo reforça que a inserção prática do reúso de água no ambiente escolar também atua como instrumento pedagógico, servindo como exemplo concreto para alunos e professores e fortalecendo o aprendizado sobre sustentabilidade.

Outro fator importante no consumo e na gestão eficiente da água nas escolas é a infraestrutura predial e o comportamento dos usuários, como aponta o artigo "Estudo das variáveis determinantes no consumo de água em escolas: o caso das unidades municipais de Campinas, São Paulo". A pesquisa conduzida por Pedroso (2008) monitorou o consumo de água ao longo de oito meses em treze escolas da rede municipal de Campinas-SP. A autora identificou variáveis como temperatura ambiente, número e estado de conservação dos aparelhos sanitários e percepção dos usuários quanto ao uso racional da água como determinantes no volume consumido. Vazamentos e o uso inadequado das instalações sanitárias foram apontados como fontes significativas de desperdício, que podem ser mitigadas por meio de programas de conscientização e melhorias na infraestrutura. A autora destaca que, além da qualidade das instalações, é fundamental investir na educação para o uso consciente da água, promovendo a sustentabilidade hídrica no ambiente escolar.

O reúso de água nas escolas do Estado de São Paulo não se limita a uma resposta técnica à escassez hídrica, mas constitui um processo educativo e transformador. Ao envolver alunos, professores e a comunidade escolar em práticas sustentáveis, como a captação e reutilização da água da chuva, as instituições de ensino contribuem para a formação de cidadãos mais conscientes e preparados para enfrentar os desafios ambientais. Tais ações também fortalecem a resiliência das escolas frente a futuras crises hídricas, em consonância com os princípios dos ODS, em especial o ODS 6.

3.3 O DESAFIO CLIMÁTICO E HÍDRICO PARA AS GERAÇÕES FUTURAS: PRÁTICAS E AÇÕES

Nos últimos anos, o cenário global tem enfrentado desafios significativos relacionados às mudanças climáticas e à escassez hídrica, como a alteração nos níveis de precipitação, que ocasiona secas extremas e inundações, comprometendo

a disponibilidade e o abastecimento de água em diversas regiões do mundo. Deste modo, o ensino sobre mudanças climáticas e crise hídrica, com foco nos ODS de número 6 (Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água) e 13 (Combate às Mudanças Climáticas), é essencial para preparar as gerações futuras para encontrar soluções que eliminem ou reduzam tais problemas.

Quatro estudos abordaram esta temática ao trazerem suas análises sobre os desafios climáticos e hídricos para as gerações futuras, evidenciando a relevância da educação ambiental na formação de uma consciência crítica. As pesquisas de Souza (2010), Souza et al. (2016), Gonçalves (2022) e Lusz, Zaneti e Filho (2021), ainda que realizadas em contextos distintos e com diferentes metodologias, partilham do mesmo propósito: demonstrar como práticas educativas podem sensibilizar estudantes e comunidades a respeito da crise hídrica e das mudanças climáticas. Os trabalhos apontam para a integração entre conhecimento teórico, ações práticas e protagonismo juvenil como peças fundamentais no preparo das novas gerações diante dos impactos ambientais.

A pesquisa de Souza *et al.* (2016) intitulada “Educação ambiental em escolas públicas como ferramenta de gestão de recursos hídricos” ressalta a importância do papel da escola como espaço de formação crítica, sendo responsável por construir uma nova percepção sobre a finitude dos recursos naturais. Conduzida nas escolas do ensino fundamental em Campina Grande, na Paraíba, os autores realizaram palestras com o tema central da água e aplicaram questionário sobre os hábitos de consumo e o conhecimento sobre a crise hídrica. A análise dos questionários indicou que os alunos compreendem que suas ações podem influenciar o desperdício da água e também que ela é um recurso finito e não inesgotável. No próprio artigo, os autores citam outra pesquisa similar “Percepção e Desperdício da Água pelos Estudantes de Uma Escola Urbana no Município de Nossa Senhora da Glória/SE” realizada na escola de Nossa Senhora da Glória, em Sergipe. Os resultados apontaram que os alunos possuem um certo conhecimento sobre a crise e escassez hídrica, entretanto, também não existia uma conscientização por parte da escola, uma vez que 80% dos estudantes entrevistados afirmaram que se ensaboavam com o chuveiro ligado (Souza, 2010).

Conforme apontado pelos autores, é necessário que a escola altere a abordagem utilizada na apresentação dos recursos hídricos, desmistificando a abundância da água, ainda que o Brasil possua significativa disponibilidade hídrica,

pois sua distribuição é extremamente desigual. Essa compreensão é essencial para que as novas gerações sejam capazes de entender a crise hídrica não como um fenômeno isolado, mas como reflexo da intensificação das mudanças climáticas.

Segundo o Censo Escolar 2023, divulgado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), 7.700 escolas brasileiras ainda não possuem acesso à água potável, afetando cerca de 1,2 milhão de estudantes, sendo que 75% dessas instituições estão localizadas em áreas rurais (INEP, 2023). Esse quadro evidencia vulnerabilidades que podem ser agravadas por eventos climáticos extremos. A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2023) destaca que o reúso planejado de águas pluviais e a gestão integrada dos recursos hídricos constituem medidas essenciais para a adaptação climática e a segurança hídrica futura. Diante desses dados, a educação ambiental crítica torna-se uma ferramenta estratégica para preparar as novas gerações a compreender e enfrentar os efeitos socioambientais da crise hídrica.

Nesse sentido, a educação ambiental é uma ferramenta estratégica para a formação de cidadãos conscientes e mais sustentáveis. Segundo os autores, “A sensibilização da população através da educação ambiental melhora a gestão de recursos hídricos e aprofunda a sustentabilidade da oferta e demanda da água" (Souza *et al*. 2016, p. 1765).

Outra forma de sensibilização é abordada no projeto de pesquisa intitulado “Educação Ambiental crítica: um pensar no contexto das mudanças climáticas”, Gonçalves (2022) utilizou um micro-ônibus (VAN) com o objetivo de levar a Educação Ambiental (EA) itinerante. Fora dos espaços formais, a EA itinerante tem por função manter um diálogo frequente com os grupos locais, suscitando a argumentação coletiva simultaneamente fazendo com que sejam reconhecidos os problemas vivenciados em cada realidade e discutir quais os meios para resolvê-los.

O projeto conta com rica diversidade de atividades como oficinas, travessias e visita orientada, com conteúdos relacionados ao “Consumo Consciente”, “Cuidando da nossa casa”, “Pragas Agrícolas” e “ODSs - Repensar, reduzir a conduta enquanto civilização”. A proposta dialoga com o público diversificado por meio de práticas com jogos e espaços interativos e dinâmicos, painéis educativos. De acordo com a autora:

> “Acredita-se que a consciência ambiental crítica é a base para a prática de proteção ambiental. Com os avanços das mudanças climáticas acontecendo em escala global, o aumento do desmatamento, das queimadas, da

> degradação do solo, poluição dos recursos hídricos e insegurança alimentar, faz-se urgente pensar no futuro que desejamos para as gerações futuras e começar a criar as bases para ele" (Gonçalves, 2022).

Portanto, é urgente que políticas educacionais e projetos como a Educação Ambiental Itinerante sejam adotados em larga escala. Só assim conseguiremos preparar as futuras gerações para enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas e pela escassez de recursos naturais, garantindo um futuro mais sustentável para todos e contribuindo com as ODS.

Lusz, Zaneti e Filho (2021) apresentam uma abordagem inovadora no artigo "Educação ambiental na educação do campo: Jovens, Pesquisa Ação e mudanças climáticas" ao integrar jovens da educação do campo em uma pesquisa-ação participativa voltada para o enfrentamento das mudanças climáticas. A proposta metodológica adotada permitiu que os estudantes se tornassem protagonistas na identificação dos sinais das alterações climáticas em seus próprios territórios, especialmente quanto à escassez hídrica e à degradação ambiental. Através de atividades reflexivas e práticas, os autores destacam que a educação ambiental, nesse contexto, não se limita à teoria, mas promove uma vivência crítica e transformadora do meio, com potencial para construção de alternativas sustentáveis.

Um dos principais desafios enfrentados pelos estudantes foi o agravamento da crise hídrica na região do Distrito Federal, onde se localiza o Centro Educacional do Programa de Assentamento Dirigido do Distrito Federal. A exploração excessiva dos recursos naturais, aliada ao uso intensivo de pivôs centrais para irrigação, tem comprometido a segurança hídrica local, afetando diretamente as comunidades rurais. Os jovens participantes da pesquisa expressaram, por meio de rodas de conversa e intervenções coletivas, sua preocupação com a instabilidade climática e seus impactos cotidianos. O estudo revela que, ao se reconhecerem como agentes capazes de gerar mudanças, os jovens se engajaram na construção de estratégias de adaptação. Projetos como o plantio de árvores, hortas orgânicas, reutilização de resíduos sólidos e mapeamento das vulnerabilidades locais emergiram como soluções práticas e simbólicas. A proposta de uma "utopia sustentável" sintetiza esse movimento, onde a educação do campo se torna espaço de empoderamento e de articulação entre saberes tradicionais, experiências locais e os desafios globais das mudanças climáticas.

Em síntese, torna-se cada vez mais evidente que a EA é uma ferramenta essencial no enfrentamento dos desafios impostos pelas mudanças climáticas e pela crise hídrica. Ao integrar os ODS 6 e ODS 13 às práticas educativas promove-se não apenas a conscientização, mas também o engajamento ativo das novas gerações na construção de soluções sustentáveis. As experiências analisadas em Campina Grande, a proposta da Educação Ambiental Itinerante e a intervenção com jovens da educação do campo no Distrito Federal, demonstram que, quando a educação se ancora nas realidades locais e valoriza o protagonismo juvenil, ela amplia sua potência transformadora. Nesse contexto, formar cidadãos críticos, informados e comprometidos com seus territórios torna-se um passo fundamental para garantir um futuro ambientalmente equilibrado e socialmente justo.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A crise hídrica e as mudanças climáticas representam desafios urgentes para a sociedade contemporânea, exigindo ações imediatas que envolvam educação, conscientização e transformação de práticas cotidianas. Neste contexto, o ambiente escolar se apresenta como espaço estratégico para a construção de uma cultura de sustentabilidade e para ações práticas de conscientização. As experiências analisadas no primeiro eixo temático (1) Cisternas como Estratégia Hídrica nas Escolas do Nordeste evidenciam que a adoção de tecnologias acessíveis, como cisternas para captação de água da chuva podem gerar impactos significativos na melhoria da infraestrutura escolar, na segurança hídrica e na qualidade de vida dos estudantes, especialmente em regiões de maior vulnerabilidade, como o semiárido brasileiro. Oportunidades para irrigação das hortas escolares, a redução de doenças, melhoria da saúde e da frequência escolar foram alguns dos destaques encontrados nos artigos analisados.

O segundo eixo temático, (2) Reúso de Água em Instituições de Ensino de São Paulo discutiu a integração de projetos sustentáveis ao currículo escolar e o fortalecimento da relação entre teoria e prática, promovendo o protagonismo juvenil e incentivando a reflexão sobre o papel de cada indivíduo na preservação dos recursos naturais. Os estudos evidenciaram a viabilidade técnica e econômica da captação de água da chuva em escolas, seu valor pedagógico e a urgência de práticas sustentáveis diante de eventos climáticos extremos. Casos como o Programa

Cisternas nas Escolas e as iniciativas em São Paulo demonstram que é possível proporcionar a educação ambiental ao discutir ações voltadas ao reúso da água.

Por fim, o eixo temático (3) Educação sobre Mudanças Climáticas e Escassez Hídrica discutiu a relação entre educação ambiental, crise hídrica e mudanças climáticas. Destaca-se a necessidade de fortalecer a educação ambiental crítica, tanto nos espaços escolares quanto nas ações extracurriculares e a importância da articulação entre diferentes agentes sociais para criar uma rede de conscientização capaz de enfrentar os efeitos das mudanças climáticas e contribuir com os ODS 6 e 13. A mobilização comunitária e a valorização dos saberes locais, o respeito às realidades regionais e a inclusão dos estudantes como sujeitos ativos nas soluções tornam-se pilares para a efetivação de uma educação transformadora.

Com base nas experiências analisadas, foi possível identificar e destacar práticas e ações eficazes no ambiente escolar que contribuem diretamente para a redução do consumo de água e a conscientização da comunidade escolar sobre sua preservação. Esses resultados reafirmam que a educação voltada à sustentabilidade hídrica não se limita à construções de captação, adoção de técnicas de reúso e práticas pedagógicas em ambientes formais e informais, mas envolve também a formação de valores, atitudes e práticas responsáveis.

Nesse sentido, o papel da escola deve ir além da transmissão de conteúdo, assumindo seu lugar como espaço de formação cidadã, capaz de influenciar comportamentos e transformar realidades. A continuidade e o fortalecimento de políticas públicas voltadas à sustentabilidade nas escolas, aliadas à formação contínua de educadores e à ampliação de recursos pedagógicos, são essenciais para consolidar esses avanços e garantir um futuro mais justo, resiliente e ambientalmente equilibrado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, D. C. **Tecnologia de captação da água de chuva para produção de alimentos orgânicos em escolas do semiárido sergipano**. 2015. Monografia (Bacharelado em Ecologia) – Departamento de Ecologia, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2015.

ARAÚJO, F. R. S. **Análise bibliométrica e revisão sistemática sobre reúso de água no ambiente escolar**. 2025. Dissertação (Mestrado em Gestão e Regulação

de Recursos Hídricos) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira, 2025.

ASA – ARTICULAÇÃO SEMIÁRIDO BRASILEIRO. **Relatório de execução do Programa Cisternas nas Escolas**. Recife: ASA, 2023.

BARDIN, L**. Análise de conteúdo.** São Paulo: Edições 70, 2016.

BRITO, L. T. L.; AZEVEDO, S. G.; ARAÚJO, J. O. **Escolas rurais produzem hortaliças e frutas utilizando água de chuva armazenada em cisterna: estudo de caso.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DA CHUVA, 8., 2012, Campina Grande. Anais [...]. Campina Grande: ABCMAC, 2012.

CAETANO, B. M.; OLIVEIRA, S. V. W. B. de. **Captação e reutilização de água em escolas municipais e estaduais de Ribeirão Preto-SP.** In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE – ENGEMA, 2016.

CASTILHO, R. **Sustentabilidade: o que é, conceito e seus tipos (com exemplos).** Toda Matéria, 2025. Disponível em: https://www.todamateria.com.br/sustentabilidade/. Acesso em: 1 maio 2025.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Reúso de água.** São Paulo: CETESB, 2023. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/agua/reúso-de-agua/. Acesso em: 13 nov. 2025.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO**. Nosso futuro comum.** 2. ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1992.

DIAS, D. **Pensador**. Disponível em: https://www.pensador.com/autor/dias_diogo/. Acesso em: 2 maio 2025.

GONÇALVES, D. C. **Educação ambiental crítica: um pensar no contexto das mudanças climáticas.** Instituto Federal do Espírito Santo, 2022.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Programa Cisternas: dados e indicadores de implementação.** Brasília: IPEA, 2022.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Censo Escolar** *2023.* Brasília: MEC, 2023.

LUSZ, P.; ZANETI, I. C. B. B.; RODRIGUES FILHO, S. **Educação ambiental na educação do campo: jovens, pesquisa-ação e mudanças climáticas.** SciELO Preprints, São Paulo, jun. 2021.

MARENGO, J. A.; ALVES, L. M. Crise hídrica em São Paulo em 2014: seca e desmatamento. **Geousp – Espaço e Tempo (Online)**, v. 19, n. 3, p. 485-494, 2016. ISSN 2179-0892.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).** Disponível em: https://nacoesunidas.org/agenda2030/. Acesso em: 13 nov. 2025.

PEDROSO, L. P. **Estudo das variáveis determinantes no consumo de água em escolas: o caso das unidades municipais de Campinas, São Paulo.** 2008. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

SÃO PAULO (Estado). **Programa de Uso Racional da Água nas Escolas da Rede Estadual é ampliado.** Secretaria da Educação, 2014. Disponível em: https://www.educacao.sp.gov.br/programa-de-uso-racional-da-gua-nas-escolas-da-rede-estadual-e-ampliado/. Acesso em: 13 nov. 2025.

SÃO PAULO (Estado). **Secretaria da Educação e SABESP ampliam programa de redução do consumo de água nas escolas estaduais.** Secretaria da Educação, 2013. Disponível em: https://www.educacao.sp.gov.br/secretaria-da-educacao-e-sabesp-ampliam-programa-de-reducao-do-consumo-de-agua-nas-escolas-estaduais/. Acesso em: 13 nov. 2025.

SOUZA, A. A. C.; GOMES, L. J**. Percepção e desperdício da água pelos estudantes de uma escola urbana no município de Nossa Senhora da Glória/SE.** In: ENCONTRO DE RECURSOS HÍDRICOS EM SERGIPE, 3., 2010, Sergipe. Anais. Sergipe, 2010.

SOUZA, L. G. X. et al. **Educação ambiental em escolas públicas como ferramenta de gestão de recursos hídricos.** Anais do Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade – CONGESTAS, v. 4, 2016.

TELES, G. B. **Águas para a educação: avaliação do Programa Cisternas nas Escolas no distrito de Arapari em Itapipoca – Ceará.** 2024. Dissertação (Mestrado Profissional em Avaliação de Políticas Públicas) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2024.

A UTILIZAÇÃO DA SUCATA DE ALUMÍNIO PARA A FABRICAÇÃO DE EMBALAGENS DA INDÚSTRIA BRASILEIRA DE BEBIDAS
THE USE OF ALUMINUM SCRAP FOR PACKAGE MANUFACTURING IN THE BRAZILIAN BEVERAGE INDUSTRY

Ana Julha de Souza Campos[1]
Helder Boccaletti[2]
Linda Catarina Gualda[2]

RESUMO: O Brasil se destaca mundialmente pela alta taxa de reciclagem de latas de alumínio, o que torna competitivo o uso da sucata para as indústrias, uma vez que a reciclagem do material consome apenas 5% da energia necessária para a produção do metal primário. Em 2022, o Brasil atingiu a marca histórica de 100,1% de reciclagem das latas de alumínio para bebidas; em 2023, alcançou uma taxa de reciclagem de 99,7%**,** um recorde mundial para o ano e em 2024, reciclou 97,3%, mantendo o país com um índice acima de 95% há 16 anos consecutivos. Isto posto, o artigo analisa a utilização da sucata de alumínio na cadeia de produção de embalagens para a indústria brasileira de bebidas, avaliando seus impactos econômicos, ambientais e sociais. O estudo se baseou em pesquisa bibliográfica por meio de análise qualitativa a partir de livros, artigos científicos e publicações institucionais. Buscou-se entender como a reciclagem do alumínio otimiza processos, reduz custos e aumenta a competitividade do setor, abordando o papel da logística reversa no processo, além dos benefícios sociais, como a criação de empregos e renda para catadores e cooperativas. Ao final do trabalho, mostra-se que a utilização de sucata de alumínio na produção de novas embalagens oferece à indústria de bebidas vantagens significativas, haja vista que garante o retorno das embalagens ao ciclo produtivo, a potencialização de recursos e reforça o compromisso com a sustentabilidade e a economia circular. Embora existam desafios, como as limitações de infraestrutura, falta de incentivos, informalidade na cadeia de coleta e a flutuação de preços, o setor possui oportunidades para expansão. Investimento em tecnologia, fortalecimento regulatório, parcerias estratégicas, incentivos fiscais, conscientização do consumidor, rastreabilidade e certificação da sucata podem dinamizar o uso do alumínio e fortalecer ainda mais a economia circular no setor de bebidas.
Palavras-chave: Logística Reversa; Reciclagem de Alumínio; Economia Circular; Setor de Bebidas; Desenvolvimento Sustentável.

ABSTRACT: Brazil stands out globally for its high aluminum can recycling rate, making the use of scrap metal competitive for industries, since recycling the material consumes only 5% of the energy needed to produce the primary metal. In 2022, Brazil reached the historic mark of 100.1% recycling of aluminum beverage cans; in 2023, it achieved a recycling rate of 99.7%, a world record for the year, and in 2024, it recycled 97.3%, maintaining the country with a rate above 95% for 16 consecutive years. Therefore, this article analyzes the use of aluminum scrap in the packaging production chain for

Aluna concluinte do curso de Comércio Exterior da Fatec Itapetininga- ana.campos23@fatec.sp.gov.br[1]
Professor Orientador, Especialista em Marketing de Produtos e Serviços – Docente de Pós-Graduação na MBA da FGV polo Sorocaba e graduação na FATEC Itapetininga e FKB em Itapetininga–helder@fatecitapetininga.edu.br[2]
Pós-Doutorado em Cinema, Doutorado em Literatura e Cinema e Mestrado em Literatura Comparada – Docente na Fatec Itapetininga – linda.gualda@fatec.sp.gov.br[3]

the Brazilian beverage industry, evaluating its economic, environmental, and social impacts. This study was based on bibliographic research through qualitative analysis of books, scientific articles, and institutional publications. It sought to understand how aluminum recycling optimizes processes, reduces costs, and increases the sector's competitiveness, addressing the role of reverse logistics in the process, as well as social benefits such as job creation and income generation for waste pickers and cooperatives. The study concludes that using aluminum scrap in the production of new packaging offers significant advantages to the beverage industry, as it ensures the return of packaging to the production cycle, leverages resources, and reinforces the commitment to sustainability and the circular economy. Although challenges exist, such as infrastructure limitations, lack of incentives, informality in the collection chain, and price fluctuations, the sector has opportunities for expansion. Investment in technology, regulatory strengthening, strategic partnerships, tax incentives, consumer awareness, traceability, and scrap certification can boost the use of aluminum and further strengthen the circular economy in the beverage sector.
Keywords: Reverse Logistics; Aluminum Recycling; Circular Economy; Beverage Sector; Sustainable Development.

1 INTRODUÇÃO

A reciclagem do alumínio representa uma alternativa altamente sustentável, pois consome apenas 5% da energia necessária para a produção do metal primário. Essa redução no consumo energético é amplamente reconhecida por entidades como a Associação Brasileira do Alumínio (ABAL, 2023), que destaca o Brasil como líder global em reciclagem, ressaltando que cerca de 60% do alumínio consumido no país é reciclado, um índice bem acima da média. Além disso, Mierzwa (2010) destaca que a reciclagem de metais, especialmente do alumínio, contribui significativamente para a eficiência energética, a sustentabilidade do setor industrial e as práticas sociais.

Sendo o alumínio um material de significativa reciclabilidade, torna-se ideal para a fabricação de novas embalagens, especialmente latas de bebidas, promovendo a redução de impactos ambientais, a geração de emprego e renda por meio de uma ampla cadeia de coleta e reciclagem, e a inclusão social de milhares de pessoas, como catadores e cooperativas (IPEA, 2022). Dessa forma, a reciclagem do alumínio desempenha um papel fundamental na geração de emprego e renda, englobando uma extensa cadeia de trabalhadores. Compreender a eficiência desse processo e seus reflexos na indústria de bebidas pode contribuir para o aprimoramento de políticas públicas e para o desenvolvimento de estratégias empresariais alinhadas à sustentabilidade.

Vale salientar que esse processo está vinculado às ações de logística reversa, estratégia essencial para o reuso, reaproveitamento e reciclagem de materiais pós-consumo. No caso do alumínio, a reciclagem facilita a reintegração das embalagens ao ciclo produtivo, otimizando os recursos e reduzindo impactos ambientais. Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Brasil, 2010), a logística reversa é um dos meios fundamentais para garantir o retorno de resíduos sólidos ao setor empresarial, em função da responsabilidade compartilhada no ciclo de vida dos produtos. A crescente demanda por práticas sustentáveis e a necessidade de redução de custos produtivos tornam a reciclagem de alumínio fundamental para a competitividade da indústria de bebidas. O Brasil, líder mundial na reciclagem de latas de alumínio, tem nessa prática um papel crucial na economia circular, com benefícios ambientais e sociais significativos.

Isto posto, este artigo busca compreender os benefícios econômicos e sustentáveis com a utilização da sucata de alumínio na cadeia produtiva de latas para bebidas, enfatizando sua importância para a competitividade do setor nacional e para o fortalecimento dos princípios da economia circular. Para isso, discorre-se acerca dos impactos econômicos, sociais e sustentáveis para a indústria de bebidas, onde a utilização da sucata de alumínio tornou-se importante componente no processo produtivo de fabricantes nacionais de bebidas envasadas em latas. Ademais, apresenta-se as práticas predominantes de logística reversa e reciclagem adotadas pelas indústrias destacando as formas pelas quais tais ações contribuem para a reincorporação da sucata no ciclo de produção e os fatores que impulsionam essa atividade no mercado nacional.

2 METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho, foi adotada a metodologia de pesquisa bibliográfica por meio de análise qualitativa, que se caracteriza pelo foco na interpretação dos fenômenos relevantes ao estudo (Freitas; Jabbour, 2011; Gil, 2018). As fontes consultadas foram livros, artigos científicos e publicações institucionais. Além da pesquisa bibliográfica, foi realizada uma pesquisa documental exploratória. As unidades de análise foram: relatórios de entidades como a Associação Brasileira do Alumínio (ABAL); legislação pertinente, como a Política Nacional de Resíduos Sólidos; documentos corporativos, incluindo relatórios de sustentabilidade e balanços.

A coleta desses documentos foi feita via *e-mail* e *sites* oficiais que disponibilizam relatórios operacionais e de infraestrutura.

Quanto ao banco de dados, a busca foi realizada principalmente no *Google Scholar* e em *sites* institucionais, utilizando as seguintes palavras-chave: “Reciclagem de Alumínio”, “Reciclagem e Sustentabilidade”, “Logística Reversa”, “Economia Circular”, “Indústria de bebidas”, “Reciclagem e Cooperativas”. Foram incluídos artigos nos idiomas português (Brasil e Portugal) e inglês. A seleção dos materiais seguiu critérios de inclusão baseados em relevância temática e o recorte temporal deste estudo abrangeu o período de 2010, ano em que surgiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a junho de 2025, data de realização da pesquisa.

3 DESENVOLVIMENTO

A crescente preocupação com o meio ambiente e o uso consciente de recursos naturais têm impulsionado mudanças significativas na forma operacional dos setores industriais, especialmente no que diz respeito à sustentabilidade e à economia circular. O aumento da conscientização sobre os desafios ambientais e a busca por modelos de produção mais sustentáveis vêm fomentando transformações significativas nas práticas industriais em diversos setores. No contexto da indústria de bebidas, a reciclagem do alumínio desponta como uma das práticas mais eficazes e sustentáveis, não apenas pela sua eficiência energética, mas pelos benefícios econômicos e sociais que gera.

Cabe ressaltar que na indústria de bebidas, a ampla utilização de embalagens de alumínio, devido as propriedades de conservação e praticidade, gera impacto significativo na aplicação da economia circular, via reciclagem, pois “não apenas conserva recursos naturais e energia, mas se estabelece como um componente crucial para a sustentabilidade da cadeia de valor de diversos setores industriais” (Van Buren *et al.,* 2016).

Conforme o *site* da ABAL (2022), o Brasil se destaca nesse cenário, com uma expressiva taxa de reciclabilidade das embalagens de alumínio, especialmente no que se refere a integração de práticas sustentáveis em suas cadeias produtivas, evidenciado pelo alto índice de reciclagem de latas. Isso faz com que o país seja reconhecido globalmente por seus consideráveis indicadores de reciclagem de embalagens de alumínio, um cenário promissor para a análise da utilização da sucata

de alumínio como matéria-prima na fabricação de embalagens para a indústria de bebidas. Essa prática considera a relevância nacional da indústria de bebidas e das embalagens de alumínio; as características e o processo de reciclagem do alumínio; a aplicação da sucata de alumínio na produção de novas embalagens; os impactos socioeconômicos da cadeia de reciclagem; a relação entre a adoção de práticas sustentáveis e a obtenção de vantagem competitiva no mercado; os conceitos de sustentabilidade, Logística, Logística Reversa e Economia Circular. Acerca destes últimos discute-se a seguir.

3.1 A LOGÍSTICA E A LOGÍSTICA REVERSA DO ALUMÍNIO

Segundo Paulo Roberto Leite (2017), um dos maiores especialistas do assunto, a logística no setor de bebidas com embalagens de alumínio engloba todo o fluxo de suprimentos, desde a aquisição da matéria-prima até a distribuição do produto final. A leveza e resistência das latas de alumínio conferem vantagens significativas ao processo logístico, permitindo maior capacidade de carga e menor consumo de combustível no transporte.

Por sua vez, a logística reversa do alumínio é considerada uma das mais bem estruturadas no país, com um sistema eficiente de coleta, separação e revalorização da sucata, garantindo a preservação de recursos naturais, a redução de resíduos sólidos e a geração de renda para catadores e cooperativas, consolidando-se como modelo de sustentabilidade socioeconômica (CNI, 2022). Destaca-se sua crescente importância, impulsionada pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que estabelece a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos (Brasil, 2010), a fim de reintegrar as embalagens ao ciclo produtivo após seu consumo.

Leite (2017) estabelece que o processo de logística reversa se divide em: a) pós-venda: refere-se à devolução de produtos ainda no ambiente comercial ou industrial. No setor de bebidas, esse processo ocorre em casos de falhas na produção, problemas de estoque ou *recall* de lotes específicos. Esses itens, quando retornam à indústria, podem ser reaproveitados por meio de reprocessamento ou reciclagem, contribuindo para a redução de perdas e para a sustentabilidade de forma que recursos não utilizados sejam reintegrados à cadeia produtiva; b) pós-consumo: principal modalidade aplicada às latas de alumínio, envolvendo o retorno da embalagem após o uso pelo consumidor final, através de coleta seletiva, pontos de

entrega voluntária (PEVs) e cooperativas de catadores, cujos sistemas desempenham papel fundamental na recuperação da sucata (CNI, 2022). Esse ciclo gera benefícios ambientais, econômicos e sociais, reduz a extração de bauxita e promove a inclusão de trabalhadores no processo produtivo, além de reforçar o conceito de economia circular (CNI, 2023).

O Brasil se destaca mundialmente com uma reciclagem de latas de alumínio superior a 98%, resultado de um ecossistema logístico que conecta consumidores, agentes de coleta e uma indústria recicladora altamente capacitada (ABAL, 2023). Outro ponto de destaque é o avanço do Brasil na economia circular com a aprovação da PNRS e a instituição da Estratégia Nacional de Economia Circular (ENEC), decretada em 2024, que visa mudar o modelo linear de produção e consumo para um sistema mais sustentável e regenerativo. O objetivo é manter o valor dos recursos, reduzir resíduos e poluição e gerar empregos com estratégia envolvendo a indústria, o setor público e a sociedade civil. O tópico seguinte trata dessa temática.

3.1.1 Economia Circular

A economia circular configura-se como um novo paradigma de sustentabilidade, visando à otimização dos recursos e redução de resíduos. Trata-se de “um conceito que associa o desenvolvimento socioeconômico e o bom uso de recursos naturais, priorizando insumos mais duráveis, recicláveis e renováveis” (Benatti, 2024). Nesse sentido, é diretamente conectada a uma maior sustentabilidade ambiental, já que contribui para a redução de resíduos e maior eficiência energética.

> A economia circular oferece uma visão promissora para um futuro mais sustentável no Brasil, ao reduzir o desperdício e promover o reaproveitamento de recursos. Apesar dos desafios, as iniciativas atuais e as expectativas para o futuro indicam que a economia circular pode se tornar essencial para a gestão de resíduos e sustentabilidade no país. Com políticas públicas eficazes, inovações tecnológicas e crescente conscientização, o Brasil tem o potencial de construir um futuro mais sustentável e alinhado com os princípios da economia circular (IBER, 2024).

No meio industrial, isso significa reduzir a quantidade de recursos e matérias-primas necessárias para fabricar o mesmo produto, preservando o mesmo nível de qualidade. Isso porque, a partir da economia circular “busca-se estender a vida útil dos produtos e materiais a partir de iniciativas de reutilização, reciclagem e recuperação nos processos de produção, distribuição e consumo” (Benatti, 2024).

Pensando nisso, no contexto da indústria de bebidas, a reciclagem de alumínio é um dos principais exemplos de aplicação desse modelo. Diferentemente do modelo linear de "extrair, produzir, usar e descartar", a economia circular “busca manter os materiais em uso pelo maior tempo possível, reintroduzindo-os na cadeia produtiva após o consumo” (Stahel, 2010). Além de promover impactos positivos ao meio ambiente, a adoção de um modelo de economia circular potencializa a geração de novas oportunidades para a indústria e o comércio e criação de empregos em diferentes setores. Com base nisso, percebe-se que a reciclagem do alumínio se encaixa nesse conceito, pois a sucata é transformada em novas embalagens, conservando recursos naturais e energia.

3.2 A INDÚSTRIA DE BEBIDAS NO CONTEXTO BRASILEIRO

O mercado brasileiro para a indústria de bebidas é diversificado e dinâmico ao abranger os segmentos de bebidas alcoólicas (cervejas – o Brasil é o terceiro maior produtor mundial –, vinhos, aguardentes, rum, tequila, vermutes e outros destilados e coquetéis) e o de não alcoólicas (refrigerantes, sucos, águas minerais, chás, cafés, bebidas à base de leite, energéticos, e bebidas de *performance*), fundamentais para a economia nacional. O setor representa cerca de 2% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional e emprega mais de 120 mil pessoas em quase 3 mil empresas (CERVBRASI, 2023), influenciando diversos setores correlatos, tais como: embalagens, transporte e agronegócios (ABIRAS, 2023).

Em 2024, o país chegou à 6ª posição no mercado de bebidas não alcoólicas, com 29 bilhões de litros e a expectativa de crescimento até 2028 é de 10%. Já no setor de bebidas alcoólicas, o país ocupa o terceiro lugar, atrás somente da China e dos Estados Unidos, sendo a cerveja a bebida alcoólica mais popular, com 15 bilhões de litros, e de maior participação (mais de 90% da produção total de bebidas alcóolicas). Na América Latina, o mercado alcançou mais de 115 bilhões de litros no ano passado, sendo que os refrigerantes respondem por mais da metade do consumo, com 63 bilhões de litros, seguidos pela água engarrafada, com 33 bilhões de litros, e pelos sucos, com 12 bilhões de litros. Em posição global, a América Latina é a terceira maior região em consumo de bebidas alcoólicas, com 42 bilhões de litros (AFABBRA, 2025).

O perfil do consumidor brasileiro, no que diz respeito às bebidas, é multifacetado, com preferências em função da região, faixa etária, poder aquisitivo e tendências de consumo. Aliado a essas questões, tendências recentes de mercado mostram crescimento notável no consumo e produção de bebidas zero álcool e produtos mais saudáveis. Observa-se também uma crescente demanda por produtos que, além de saborosos, agreguem atributos como praticidade e conformidade com valores sustentáveis. Essa mudança de perfil tem impactado diretamente as estratégias adotadas pelas empresas do setor, fomentando a inovação em produtos e embalagens (ABRAS, 2022).

Em relação às embalagens, as de latas alumínio destacam-se na indústria de bebidas, pois suas características como a excelente barreira contraluz e oxigênio, leveza, facilidade de transporte e armazenamento, além da alta taxa de reciclabilidade, tornam essa embalagem um dos principais tipos utilizados e uma opção atrativa para o envase de uma ampla gama de bebidas alcoólicas e não alcoólicas (ABAL, 2022).

3.2.1 Volume de Embalagens de Alumínio na Indústria Brasileira de Bebidas

A embalagem em lata representa uma das principais aplicações do alumínio no país, tanto em volume de produção quanto em participação de mercado. Em 2023, foram comercializadas cerca de 33 bilhões de latas de alumínio para bebidas no Brasil devido às características técnicas e logísticas do alumínio, tais como: leveza, resistência à corrosão, durabilidade, capacidade de preservação do conteúdo e elevada capacidade de o material ser reciclado de forma eficiente e viável (ABAL, 2023).

O crescimento da demanda por latas de alumínio, dada a preferência do consumidor por bebidas geladas e práticas e vantagens econômicas associadas à reciclagem, é impulsionado por novos segmentos de bebidas, como: água com gás, chás prontos para consumo, energéticos, bebidas funcionais e determinadas bebidas alcoólicas, a saber: drinks e coquetéis prontos, destilados *premium*, sake, rum, cachaça, cidras, hidromel, entre outras. Assim, o volume de embalagens de alumínio na indústria de bebidas não apenas representa uma realidade consolidada do ponto de vista quantitativo, mas revela uma tendência de longo prazo, apoiada em pilares

ambientais, logísticos e mercadológicos, sendo um dos principais eixos de sustentabilidade e competitividade da indústria de bebidas no Brasil (ABAL, 2023).

3.3 AS EMBALAGENS DE ALUMÍNIO

Os autores Fleury, Wanke e Figueiredo (2003) apontam o papel fundamental das embalagens de alumínio na indústria de bebidas, em função de seus diversos formatos e tamanhos, sua eficiência, praticidade e alinhamento com as demandas de sustentabilidade. Do ponto de vista técnico, as características do alumínio – leveza, resistência à corrosão, alta condutividade térmica, excelente barreira contra a luz, oxigênio e umidade, durabilidade e capacidade de conservação do produto – contribuem para a manutenção da qualidade, especialmente para cervejas e refrigerantes tornando-o altamente atrativo para a produção de embalagens (ABAL, 2023). Quanto ao desempenho logístico, Figueiredo (2000) enfatiza que o uso do alumínio se justifica por sua leveza e redução nos custos de transporte, facilitar a armazenagem ao longo da cadeia de suprimentos, além de proporcionar uma logística reversa bem estruturada com alto índice de coleta pela valorização da sucata, o que gera empregos, renda e benefícios ambientais.

Portanto, as embalagens de alumínio configuram-se como uma solução logística e ambientalmente vantajosa para o setor de bebidas no Brasil, integrando tecnologia, eficiência logística, apelo comercial e responsabilidade ambiental. Sua importância neste setor vai além da praticidade: representa um elo central em uma cadeia produtiva que busca cada vez mais se alinhar aos princípios da economia circular.

3.3.1 Modelos e Tipos de Embalagens de Alumínio

As embalagens utilizadas na indústria de bebidas variam de acordo com o tipo de produto a ser envasado, perfil do consumidor, logística de distribuição e estratégias de *marketing* adotadas. Os modelos, por sua vez, se diversificam em termos de formato, volume e aplicabilidade, consolidando-se como soluções versáteis e funcionais (Leite, 2017). As latas de alumínio são produzidas para atender volumes de 269 ml, 310 ml, 350 ml e 473 ml, sendo o de 350 ml o mais comercializado no Brasil para refrigerantes e cervejas. O modelo *slim* (269 ml ou 310 ml) tem maior participação

em bebidas energéticas, funcionais, águas com gás e coquetéis prontos para consumo, agregando valor por meio de apelo visual e praticidade (ABAL, 2023).

Além das variações de volume, as latas também podem apresentar diferenças no acabamento, como tampas com abertura total (*full open*), sistemas de proteção interna contra corrosão e aplicação de rótulos termoencolhíveis (também chamados de rótulos *sleeve* ou mangas, o quais são filmes plásticos que envolvem completamente a embalagem em 360 graus e se adaptam perfeitamente à sua forma, mesmo em perfis assimétricos ou sinuosos, por meio da aplicação de calor) ou ainda impressões em alta resolução diretamente sobre o corpo da lata. Essas variações atendem tanto às exigências técnicas de conservação quanto às necessidades de *marketing* e identidade visual dos produtos (ABA, 2023).

Ainda considerando Leite (2017), outros tipos de embalagens metálicas, como garrafas de alumínio (*bottles*), embora ainda menos comuns, são utilizadas como alternativas *premium*, por marcas que buscam diferenciação no ponto de venda e conexão com consumidores preocupados com sustentabilidade e *design* oferecendo vedação com rosca, reutilização e maior resistência. O autor destaca ainda a comunicação da marca com embalagens projetadas para atrair a atenção no ponto de venda e reforçar atributos como frescor, inovação ou responsabilidade ambiental (Leite, 2017).

3.3.2 Processo de Fabricação das Embalagens de Alumínio

O processo de fabricação é altamente automatizado e eficiente, envolvendo etapas que garantem qualidade, segurança alimentar e possibilidade de reciclagem. Para isso, o alumínio é fornecido em bobinas que passam por uma prensa para formar discos, conhecidos como *slugs*, e são transformados em corpos cilíndricos por meio de processos de estiramento e extrusão (ABAL, 2023). Posteriormente, as latas passam por limpeza, secagem e aplicação de revestimentos internos que evitam reações químicas entre a bebida e o alumínio. Sequencialmente, é realizada a impressão da rotulagem, colocação da tampa – sistema de abertura abre-fácil. Todo o processo é desenhado para garantir resistência, leveza e estanqueidade (ABAL, 2023). O sistema de produção permite o reaproveitamento da sucata de alumínio reintroduzida no processo por meio de fundições especializadas reduzindo em mais de 95% o consumo energético em relação ao uso de alumínio primário, o que

evidencia a importância da integração entre logística reversa e fabricação na economia circular a partir do processo de reciclagem (ABAL, 2023). Tal processo é discutido nos itens que se seguem, os quais tratam dos impactos que o uso da sucata de alumínio em embalagens na indústria de bebidas no Brasil gera na economia, no meio ambiente e na sociedade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

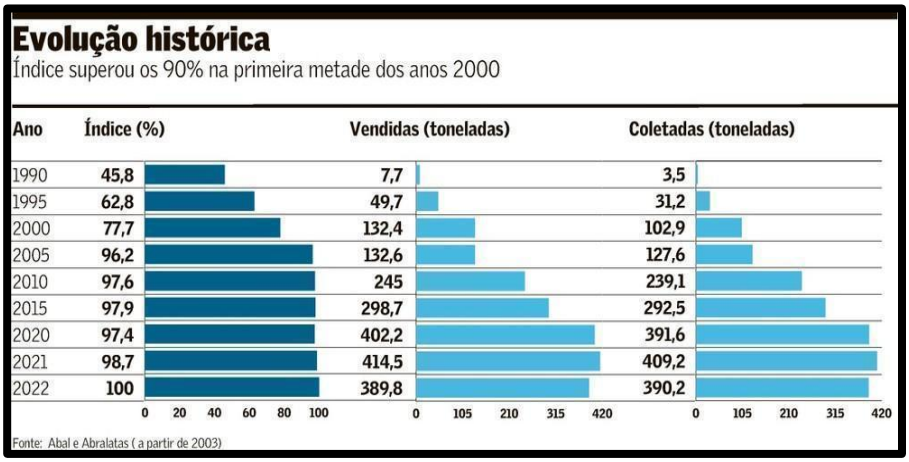
4.1 OS IMPACTOS DA RECICLAGEM DO ALUMÍNIO

A busca por eficiência operacional, redução de custos e a crescente demanda por práticas sustentáveis, especialmente no setor de bebidas, destacam a reciclagem do alumínio como elemento essencial na produção de embalagens, devido ao grande consumo de embalagens, que aliado à infraestrutura de reciclagem disponível, cria um ambiente propício para a sucata de alumínio na cadeia produtiva (Alvarez, 2015). Sob a ótica econômica, a sucata de alumínio como matéria-prima secundária possibilita expressiva redução nos custos de produção, proporciona maior competitividade às empresas e viabiliza a oferta de preços mais acessíveis aos consumidores, além de reforçar o compromisso das empresas com a responsabilidade ambiental (Alvarez, 2015).

Do ponto de vista ambiental, os benefícios da reciclagem do alumínio envolvem a redução em 95% no consumo de energia, essa redução implica em menores emissões de gases de efeito estufa, contribui para a mitigação das mudanças climáticas e para a preservação dos recursos naturais como a bauxita, cuja extração está frequentemente associada a impactos ambientais relevantes (Alvarez, 2015).

Em relação ao aproveitamento do alumínio na fabricação de latas de bebidas, o Brasil apresenta índices impressionantes e consistentes com o passar dos anos. O país alcança rotineiramente taxas de recuperação superiores a 97%**,** um feito notável na economia circular global, sendo reconhecido internacionalmente por ter uma das maiores, senão a maior, taxa de reciclagem de latas de alumínio do mundo (Moura, 2025). A figura abaixo mostra a evolução histórica da reciclagem do alumínio no país, resultado de um sistema de logística reversa eficiente e da participação ativa de diversos agentes na cadeia de reciclagem.

Figura 1 - Evolução da reciclagem do alumínio



Fonte: ABAL,2022

Como pode ser visto, em 2022, o país atingiu a marca histórica de 100,1% de reciclagem, ou seja, no ano, foram recicladas mais latinhas do que o número comercializado: foram vendidas 389,8 mil toneladas e coletadas um total de 390,2 mil toneladas (ABAL, 2022a). No ano seguinte, o Brasil alcançou uma taxa de reciclagem de latas de alumínio de 99,7%**,** um recorde mundial para o ano. Em 2024, o Brasil reciclou 97,3% das latas de alumínio em um total de 417,7 mil toneladas; foram reutilizadas 33,9 bilhões de um total de 34,8 bilhões de latas comercializadas, mantendo o país com um índice acima de 95% há 16 anos consecutivos. Ainda em 2024, a reciclagem de latas de alumínio gerou cerca de R$ 6 bilhões em receita no setor e garantiu renda para milhares de catadores no país (Moura, 2025). Esses números consolidam o Brasil como líder mundial na reciclagem desse material, impulsionados por um ciclo eficiente e bem organizado.

Tais resultados corroboram o sucesso e a viabilidade econômica do sistema de reciclagem e entre os fatores que contribuem para o sucesso, destacam-se: o sistema de logística reversa, estabelecido pela Lei nº 12.305/2010; a colaboração entre fabricantes, catadores e consumidores que resulta na alta taxa de reciclagem e a eficiência do ciclo de reciclagem da lata de alumínio, levando cerca de 60 dias, do consumo à reutilização (Moura, 2025).

Conforme a ABAL e o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2013), o uso da sucata de alumínio para a fabricação de embalagens na indústria de bebidas no Brasil gera impactos positivos em três frentes: econômica, ambiental e social.

1) Impacto Econômico A reciclagem do alumínio reduz significativamente os custos de produção, já que a sucata é uma matéria-prima secundária mais

econômica que o metal primário. A reciclagem consome apenas 5% da energia necessária para a produção do alumínio primário obtido da bauxita (ABAL, 2022). Essa eficiência energética se traduz em vantagem competitiva para a indústria.

2) Impacto Ambiental: A utilização da sucata ajuda a preservar recursos naturais e a reduzir as emissões de gases de efeito estufa, visto que a produção a partir da sucata consome cerca de 95% menos energias do que com a extração primária. Além disso, garante reduções de 65% no consumo de água e até 70% nas emissões de gases de efeito estufa (MMA, 2022; ABAL, 2024). Cada quilo de lata reciclada evita a extração de aproximadamente 5 quilos de bauxita, preservando recursos naturais e reduzindo impactos ambientais. Ademais, a redução de resíduos em aterros e lixões diminui a proliferação de vetores de doenças e melhora a qualidade do meio ambiente onde as comunidades vivem (MMA, 2022). O sucesso do modelo brasileiro de reciclagem estimula maior consciência ambiental e a percepção pública sobre a importância da economia circular.

3) Impacto Social: A cadeia de reciclagem de alumínio também tem papel social relevante, gerando empregos e renda para catadores e cooperativas, fomentando a cultura da reciclagem. O IPEA (2022) destaca o papel fundamental dos catadores como agentes ambientais e sociais e estimativas do setor apontam entre mais de 800 mil trabalhadores envolvidos (CEMPRE, 2023; ABAL, 2024).

> Sob o ponto de vista social, um dos principais benefícios é a capacidade de elevação da renda dos catadores em 25%, dos atuais R$ 930 para R$ 1.163 mensais. O segmento é composto majoritariamente por mulheres (cerca de 70%). Ademais, a elevação de renda vai auxiliar diretamente na redução do trabalho infantil e no aumento da escolarização das crianças ligadas às famílias dos catadores – o Brasil conta com cerca de 782 mil pessoas trabalhando ou ligadas às famílias do setor de coleta de recicláveis (IPEA, 2022).

Esses trabalhadores, desempenham função essencial na logística reversa e na economia circular, garantindo a inclusão social e a geração de renda em populações de baixa escolaridade e vulnerabilidade socioeconômica. Para Alvarez (2015), a reciclagem do alumínio possui expressiva relevância social no Brasil, uma vez que envolve catadores autônomos, cooperativas e empresas especializadas, gera emprego e renda para milhares de pessoas, especialmente em comunidades em situação de risco. Ao fomentar a reciclagem, a indústria de bebidas contribui, ainda que indiretamente, para a inclusão social e para a melhoria das condições de vida dessas populações.

4.2 O PROCESSO DE RECICLAGEM DO ALUMÍNIO E SEU PAPEL NA ECONOMIA CIRCULAR

A ABAL (2023) reforça que o ciclo de vida do alumínio, com sua alta reciclabilidade e as vantagens energéticas da produção secundária, o posiciona como material chave para uma economia circular. A indústria de bebidas brasileira por sua vez, desempenha um papel crucial nesse ciclo, ao demandar e valorizar o alumínio reciclado em suas embalagens, impulsionando toda a cadeia de valor da reciclagem.

Para Bueno (2021), a robustez do sistema de coleta e reciclagem brasileiro transforma o que seria um resíduo em um recurso estratégico fundamental. A proximidade das fontes de sucata com as unidades de produção de embalagens otimiza a logística e reduz a pegada de carbono do produto final, conferindo uma vantagem competitiva significativa para as empresas que integram essa prática em seu *core business.*

O processo de reciclagem do alumínio envolve várias etapas interdependentes, que garantem a qualidade do material reciclado e a eficiência do processo como um todo. De acordo com a CNI (2022), as principais etapas são:

1) Coleta: o alumínio descartado é coletado por meio de sistemas de coleta seletiva, cooperativas de catadores e pontos de entrega voluntária. A eficiência influencia diretamente a quantidade e a qualidade do material disponível para reciclagem;
2) Triagem e Limpeza: o material passa por separação de contaminantes e processos de limpeza para remoção de impurezas, essencial para garantir a pureza do alumínio reciclado e a eficiência das etapas subsequentes;
3) Fragmentação e Prensagem: o alumínio limpo é fragmentado em pequenos pedaços e prensado em fardos para otimizar o armazenamento e reduzir os custos logísticos no transporte e o manuseio até à fundição;
4) Fundição: os fardos são fundidos em fornos a temperaturas em torno de 700 °C, onde são adicionados fluxantes para remover impurezas e melhorar a qualidade do metal líquido, consome apenas 5% da energia necessária para a produção de alumínio primário a partir da bauxita, com significativa economia de energia e redução das emissões de CO_2;

5) Solidificação e Laminação: o alumínio é moldado em lingotes ou placas, que em processos de laminação produzem chapas, folhas ou outros formatos consoante à demanda industrial.

Em suma, o processo de reciclagem do alumínio é um exemplo de prática industrial sustentável que alia eficiência técnica, responsabilidade ambiental e impacto social positivo. Sua consolidação no Brasil demonstra o potencial de políticas públicas e iniciativas privadas alinhadas aos princípios da economia circular e do desenvolvimento sustentável.

4.3 DESAFIOS NA UTILIZAÇÃO DA SUCATA DE ALUMÍNIO

Apesar dos inúmeros benefícios, a utilização da sucata como matéria-prima na fabricação de embalagens para a indústria brasileira de bebidas enfrenta desafios que precisam ser superados para alavancar ainda mais esse processo. Estes dizem respeito às limitações de infraestrutura, logística, qualidade do material, falta de incentivos, aspectos econômicos e regulatórios, perda de valor no descarte inadequado de resíduos, entre outros. A seguir elencam-se os desafios recorrentes da utilização da sucata de alumínio nas indústrias nacionais.

1) Logística e Infraestrutura de Coleta e Triagem: embora o Brasil possua uma das maiores taxas de reciclagem de alumínio do mundo, a infraestrutura de coleta e triagem ainda apresenta desigualdades regionais. O descarte incorreto dos materiais pela população e dificuldades logísticas na separação dos resíduos misturados também são obstáculos. A falta de padronização nos processos e a informalidade em parte da cadeia dificultam o acesso a um volume consistente de sucata de qualidade (ABAL, 2022);
2) Qualidade da Sucata: a qualidade da sucata coletada pode variar significativamente, dependendo dos processos de coleta e triagem. A presença de impurezas, contaminação e outros materiais exigem processos de limpeza e refino mais complexos e seguros para não comprometer a qualidade do alumínio reciclado. A sucata de alumínio, proveniente de diversas fontes, frequentemente contém outros elementos, como ferro, zinco, silício e magnésio. Essas impurezas podem afetar o desempenho do alumínio reciclado e levar à degradação do produto final, exigindo processos de purificação complexos e custosos. A presença de materiais não metálicos, como plásticos

e óleos, também aumenta a quantidade de poluentes durante a fundição e pode danificar equipamentos. (ABAL, 2022);

3) Flutuações de Preço: o preço da sucata de alumínio é influenciado por diversos fatores, incluindo a demanda global por alumínio e as condições do mercado de *commodities*. Essas flutuações podem impactar os custos para as empresas que utilizam a sucata como matéria-prima (SINDINESFA, 2022);
4) Concorrência por Sucata: outros setores industriais também demandam sucata de alumínio, o que pode gerar concorrência e pressionar os preços, especialmente em períodos de alta demanda. A competição pela sucata pode impactar o mercado interno, influenciando a oferta e os preços do material (ABAL, 2022);
5) Logística e Transporte: o transporte da sucata de diferentes pontos de coleta até as unidades de processamento e, posteriormente, para as fabricantes de embalagens, envolve custos logísticos que precisam ser gerenciados de forma eficiente para manter a competitividade do processo (ABAL, 2022);
6) Aspectos Regulatórios e Ambientais: a facilidade de fundição do alumínio, devido ao seu baixo ponto de fusão, permitiu a proliferação de pequenas fundições, onde os aspectos ambientais e de segurança ocupacional podem ser negligenciados. Isso representa um desafio regulatório para garantir que toda a cadeia de reciclagem opere de forma sustentável e segura;
7) Falta de Conscientização: a carência de conhecimento da população sobre a separação e o descarte correto de diferentes tipos de resíduos de alumínio, além das latas, contribui para obstáculos no processo.

Para a indústria, um grande desafio é que empresas desenvolvam novos modelos de negócio que agreguem valor ao produto/serviço. Superar esses desafios exige medidas dos setores público e privado, tais como: investimentos em tecnologia, aprimoramento da logística reversa, maior conscientização pública, além de políticas de incentivo econômico para fortalecer a cadeia de valor da reciclagem. O item subsequente trata dessas possibilidades.

4.4 OPORTUNIDADES PARA A EXPANSÃO DA UTILIZAÇÃO DA SUCATA DE ALUMÍNIO

Apesar dos desafios mencionados, existem diversas oportunidades para expandir e otimizar a utilização da sucata de alumínio na indústria nacional de bebidas, segundo ABAL (2022):

1) Investimento em Tecnologia de Triagem e Refino a fim de maximizar a qualidade da sucata processada e reduzir a presença de contaminantes, tornando-a mais adequada para a produção de embalagens de alta *performance*;
2) Fortalecimento da Cadeia de Coleta a partir de iniciativas que visem formalizar e profissionalizar a atividade dos catadores, além de investir em geração de novos empregos e em infraestrutura de coleta seletiva nos municípios, o que podem aumentar o volume e a qualidade da sucata disponível;
3) Incentivos Fiscais por meio de políticas públicas que incentivem a utilização de materiais reciclados pela indústria, como incentivos fiscais ou metas de conteúdo reciclado em embalagens, as quais podem impulsionar a demanda por sucata de alumínio;
4) Fortalecimento Regulatório através de legislação que amplie as regulamentações e incentive a prática formal da coleta e uso da sucata de alumínio;
5) Parcerias Estratégicas mediante colaboração entre a indústria de bebidas, fabricantes de embalagens, empresas de reciclagem e cooperativas de catadores no intuito de fortalecer a cadeia de valor da reciclagem e garantir um fluxo mais eficiente de materiais;
6) Conscientização do Consumidor com educação contínua e participação ativa da sociedade. Promoção de campanhas de conscientização sobre a importância da reciclagem e os benefícios de embalagens produzidas com materiais reciclados podem aumentar a adesão da população à coleta seletiva e valorizar produtos com apelo sustentável;
7) Rastreabilidade e Certificação da Sucata podem agregar valor ao produto final, permitindo que as empresas de bebidas comuniquem de forma transparente seus esforços em sustentabilidade e atendam a uma demanda crescente por produtos ecologicamente corretos.

Salienta-se que a ABAL tem promovido iniciativas para integrar os diferentes elos da cadeia da reciclagem do alumínio, buscando soluções tecnológicas e modelos

de negócio que otimizem o uso da sucata e fortaleçam a economia circular no setor de bebidas e em outras aplicações do alumínio. A esse respeito, Gabriela Benatti (2024) salienta que

> para que a economia circular ganhe escala e realize todo o seu potencial ambiental e socioeconômico no país, é necessário criar as condições facilitadoras necessárias, como educação para desenvolvimento de competências, políticas públicas específicas, infraestrutura voltada à circularidade e tecnologias inovadoras. A colaboração entre diferentes atores-chave é importante, e as empresas podem assumir um papel mais ativo e liderar ações nesse sentido.

Pensando nisso, as possibilidades para a expansão do uso da sucata de alumínio no Brasil são promissoras e impulsionadas, principalmente, pela alta demanda industrial, forte cultura de reciclagem já estabelecida para latas de alumínio e combinação de benefícios econômicos, sociais e ambientais significativos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo deste estudo, fica evidente que a reciclagem do alumínio além de uma prática sustentável, proporciona um modelo robusto de economia circular que gera benefícios tangíveis em múltiplas frentes. Do ponto de vista econômico, a utilização da sucata de alumínio representa uma significativa redução de custos para a indústria, fato que proporciona vantagem competitiva, incrementa os processos produtivos, reduz desperdícios e fortalece a competitividade das indústrias de bebidas no mercado nacional e internacional. No âmbito ambiental, os resultados demonstram que a alta taxa de reciclagem brasileira contribui diretamente para a preservação de recursos naturais e para a mitigação das mudanças climáticas. A reintrodução contínua das embalagens no ciclo produtivo, garantida pela logística reversa, minimiza a extração de bauxita e reduz as emissões de gases de efeito estufa. Esse ciclo virtuoso posiciona o Brasil como um líder global em gestão de resíduos de alumínio e reforça o compromisso da indústria com a responsabilidade ambiental. A respeito do impacto social da cadeia de reciclagem de alumínio, trata-se de uma fonte vital de geração de emprego e renda para milhares de famílias, que dependem da coleta da sucata como fonte de renda principal ou complementar. Mesmo enfrentando desafios como a informalidade, ações de reciclagem promovem a inclusão social, dando visibilidade e valor à atuação de catadores e cooperativas.

Com isso, a reciclagem de alumínio no Brasil é um exemplo de sucesso de economia circular, revelando que a utilização da sucata não é apenas uma alternativa, mas o alicerce de um sistema eficiente, competitivo e socialmente responsável. Apesar dos desafios, o setor tem um significativo potencial, principalmente com o investimento em novas tecnologias de triagem e o fortalecimento de parcerias estratégicas entre a indústria e os agentes da coleta. Ao impulsionar a reciclagem, a indústria de bebidas brasileira contribui para a inclusão social e para a melhoria das condições de vida dessas populações. Este modelo reforça o conceito de economia circular, onde o valor dos materiais não é perdido e o benefício se estende por toda a cadeia: do consumo à reintrodução no ciclo produtivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAL – Associação Brasileira do Alumínio. **Reciclagem de Alumínio no Brasil.** São Paulo, 2022. Disponível em: https://abal.org.br. Acesso em: 05 de maio de 2025.

ABAL – Associação Brasileira do Alumínio. **Índice de reciclagem de latas de alumínio para bebidas atinge marca recorde de 100%**. São Paulo: ABAL, 2022a. Disponível em: https://abal.org.br/. Acesso em: 05 de maio de 2025.

ABAL – Associação Brasileira do Alumínio. **Reciclagem de latas de alumínio para bebidas – Resultados 2023**. São Paulo: ABAL, 2023. Disponível em: https://abal.org.br. Acesso em: 05 de maio de 2025.

ABAL – Associação Brasileira do Alumínio. **Brasil recicla 97,3% das latas de alumínio, mas cenário internacional ameaça vantagem competitiva do setor.** São Paulo: ABAL, 2024. Disponível em: https://abal.org.br/. Acesso em: 05 de maio de 2025.

ABA – Associação Brasileira do Aerossóis. **Dados sobre embalagens e rotulagem**. São Paulo, 2023. Disponível em: https://abaar.com.br. Acesso em: 12 de março de 2025.

ABIRAS – Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas Não Alcoólicas. **Panorama do setor de bebidas**. São Paulo: ABIRAS, 2023. Disponível em: https://abiras.org.br. Acesso em: 02 de abril de 2025.

ABRAS – Associação Brasileira de Supermercados. **Perfil do consumidor brasileiro.** São Paulo: ABRAS, 2022. Disponível em: https://abras.com.br. Acesso em: 25 de fevereiro de 2025.

AFABBRAS – Associação dos Fabricantes de Bebidas do Brasil. **Notícias**. Mercado brasileiro de bebidas em constante crescimento. 06 de junho de 2025. Disponível em: https://afabbra.org.br/noticias/mercado-brasileiro-de-bebidas-em-constante-crescimento Acesso em 09 de novembro de 2025.
ALVAREZ, P. B. **Logística e transporte sustentável**. São Paulo: Atlas, 2015.

BENATTI, G. Economia circular: desafios e oportunidades para a indústria brasileira. **Agência GOV. Economia.** 31 de agosto de 2024. Disponível em: https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202408/economia-circular-desafios-e-oportunidades-para-a-industria-brasileira Acesso em: 08 de novembro de 2025.

BRASIL. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da União: seção 1.** Brasília, DF, 3 ago. 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 10 de fevereiro de 2025.

BUENO, A. Logística reversa e economia circular: a reciclagem como estratégia competitiva. **Revista Brasileira de Logística**, São Paulo, p. 45–61, 2021. Disponível em: https://revistabrasileiradelogistica.com.br. Acesso em: 01 de abril de 2025.

CEMPRE – Compromisso Empresarial para a Reciclagem. **Ciclosoft 2023:** Panorama da reciclagem no Brasil. São Paulo: CEMPRE, 2023. Disponível em: https://ciclosoft.cempre.org.br/ Acesso em 12 de março de 2025.

CERVBRASI – Associação Brasileira da Indústria da Cerveja. **Relatório de mercado 2023.** Brasília: CERVBRASI, 2023. Disponível em: https://cervbrasi.org.br. Acesso em: 15 de março de 2025.

CNI – Confederação Nacional da Indústria. **Circular na Indústria Brasileira:** desafios e oportunidades. Brasília: CNI, 2022. Disponível em: https://www.portaldaindustria.com.br. Acesso em: 04 de abril de 2025.

CNI – Confederação Nacional da Indústria. **Reciclagem de alumínio e impacto na indústria de bebidas.** Brasília: CNI, 2023. Disponível em: https://www.portaldaindustria.com.br. Acesso em: 06 de março de 2025.

FIGUEIREDO, K. **Desempenho logístico das embalagens de alumínio na indústria de bebidas.** São Paulo: Editora Logística, 2000.

FLEURY, P. F.; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K. **Logística empresarial:** a perspectiva brasileira. São Paulo: Atlas, 2003.

FREITAS, W. R. S.; JABBOUR, C. J. C. **Utilizando estudo de caso(s) como estratégia de pesquisa qualitativa:** boas práticas e sugestões. 2011. Disponível em: https://www3.ufpe.br/moinhojuridico/images/ppgd/8.12a%20estudo%20de%20caso.pdf. Acesso em: 21 de março de 2025.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

IBER – Instituto Brasileiro de Energia Renovável. **O futuro da economia circular no Brasil: o que esperar?** Publicado em 21 de outubro de 2024. Disponível em: https://iberbrasil.org.br/blog/2024/10/21/o-futuro-da-economia-circular-no-brasil-o-que-esperar/ Acesso em: 08 de novembro de 2025.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Crédito de reciclagem impulsiona a política ambiental e o desenvolvimento socioeconômico, aponta estudo.** Publicada em 14 de abril de 2022. Disponível em: https://ipea.gov.br/portal/categorias/45-todas-as-noticias/noticias/11578-credito-de-reciclagem-impulsiona-a-politica-ambiental-e-o-desenvolvimento-socioeconomico-aponta-estudo?highlight=WyJyZWNpY2xhZ2VtIiwibGl4byJd Acesso em: 08 de novembro de 2025.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **A reciclagem como fator de inclusão social.** Brasília: IPEA, 2013. Disponível em: https://www.ipea.gov.br. Acesso em: 18 de fevereiro de 2025.

LEITE, P. R. **Logística Reversa:** Meio Ambiente e Competitividade. [S.l.]: Prentice Hall/SP, 2017.

MIERZWA, J. S. **Gestão ambiental na indústria de transformação:** oportunidades de reciclagem. São Paulo: Senac, 2010.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Índice de reciclagem de latas de alumínio chega a 99% e Brasil se destaca como recordista mundial.** Brasília: Governo Federal, 2022. Disponível em: https://www.gov.br/mma/ Acesso em: 12 de março de 2025.

MOURA, B. **Agência Brasil. Economia**. Brasil reciclou 97,3% das latinhas de alumínio em 2024. Publicado em 18 de agosto de 2025. Disponível em: https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2025-08/brasil-reciclou-973-das-latinhas-de-aluminio-em-2024 Acesso em: 09 de novembro de 2025.

SINDINESFA – Sindicato Nacional das Empresas de Fundição de Alumínio. **Mercado da sucata de alumínio no Brasil**: desafios e oportunidades. São Paulo, 2022. Disponível em: https://sindinesfa.org.br. Acesso em: 20 de março de 2025.

STAHEL, W. R. **The Performance Economy**. 2nd Edition. Palgrave Macmillan, 2010.

VAN BUREN, N. et al. Economia circular como um novo paradigma de sustentabilidade: estrutura conceitual e aplicação à indústria manufatureira holandesa. **Revista Produção Mais Limpa,** v. 113, p. 759–770, 2016. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652615016089. Acesso em: 28 de janeiro de 2025.

A IMPORTÂNCIA DO INGLÊS PARA A VANTAGEM COMPETITIVA NO COMÉRCIO EXTERIOR: ESTRAGÉGIAS E CONTRIBUIÇÕES NAS NEGOCIAÇÕES

THE IMPORTANCE OF ENGLISH FOR COMPETITIVE ADVANTAGE IN FOREIGN TRADE: STRATEGIES AND CONTRIBUTIONS IN NEGOTIATIONS

Linda Catarina Gualda[1]
Kaylane Nicole Pontes Leite[2]

RESUMO: A globalização tem promovido a intensificação das relações comerciais entre países, tornando o comércio exterior uma área cada vez mais desenvolvida e estratégica para o crescimento econômico. Sendo o inglês uma língua de contato no meio internacional e ferramenta essencial para integração em contextos multilíngues, no campo das relações comerciais, é central entender que o domínio da língua inglesa se tornou um diferencial competitivo não só no intercâmbio direto de informações, mas também no alinhamento com normas culturais exigidas no ambiente global de negociações. Portanto, estudar sobre o inglês como fator de vantagem competitiva no comércio exterior é fundamental para entender como as empresas podem se beneficiar do domínio dessa língua para expandir suas operações internacionais, melhorar sua capacidade de negociação e, assim, conseguir atingir melhores resultados no mercado. A partir de pesquisa bibliográfica, buscou-se entender como o inglês, como língua franca dos negócios internacionais, impacta diretamente e positivamente as operações comerciais, a capacidade de negociação, a expansão de mercados e a inserção de empresas no cenário global. Para isso, examinou-se de que forma o conhecimento da língua inglesa proporciona vantagens competitivas, tais como: a facilidade na comunicação, o acesso a informações globais e a adaptação às novas tendências de mercado. Ao final do artigo, propõe-se estratégias práticas para o aprimoramento da competência linguística no contexto corporativo sugerindo práticas e métodos que as empresas podem adotar para melhorar a fluência em inglês de seus colaboradores e, assim, fortalecer sua competitividade no comércio exterior. Com isso, esse trabalho almeja, de alguma maneira, contribuir para a conscientização de gestores, proprietários de empresas, governos e profissionais da área sobre a necessidade de investir no aprendizado do inglês, mostrando que sua importância vai além da eficiência comunicativa, abrangendo também dimensões ideológicas e culturais as quais impactam diretamente no sucesso ou fracasso das negociações.
Palavras-Chave: Língua Inglesa; Estratégias de Negociação; Competência Linguística; Globalização; Comércio Exterior.

ABSTRACT: Globalization has promoted the intensification of trade relations between countries, making foreign trade an increasingly developed and strategic area for economic growth. As English is a contact language in the international environment and an essential tool for integration in multilingual contexts, in the field of comercial relations, it is crucial to understand that mastery of the English language has become a competitive advantage not only in the direct exchange of informatiom, but also in aligning with cultural norms required in the global negotiation environment. Therefore, studying English as a fator of competitive advantage in foreign trade is essential to understanding how companies can benefit from mastering this language to expand their international operations, improve their negotiating capabilities, and thus achieve

Pós-Doutorado em Cinema, Doutorado em Literatura e Cinema e Mestrado em Literatura Comparada – Professora Orientadora – Docente na Fatec Itapetininga – linda.gualda@fatec.sp.gov.br [1]
Aluna concluinte do curso de Comércio Exterior da Fatec Itapetininga – kaylane.leite@fatec.sp.gov.br[2]

better results in the market. Based on bibliographical research, we sought to understand how Inglês, as the lingua franca of international business, directly and positively impacts commercial operations, negotiation skills, market expansion and the insertion of companies into the global scenario. To this end, we examined how knowledge of the English language provides competitive advantages, such as: ease of communication, access to global information and adaptation to new market trends. At the end of the article, practical strategies are proposed for improving linguistic competence in the corporate context, suggesting practices and methods that companies can adopt to improve English fluency of their employees and, thus, strengthen their competitiveness in foreign trade. With that, this work aims to, in some way, contribute to raising awareness among managers, business owners and professionals in the field about the need to invest in learning English, demonstrating that its importance goes beyond communicative efficiency, also encompassing ideological and cultural dimensions which directly impact the success or failure on negotiations.
Keywords: English Language; Negotiation Strategies; Linguistic Skills; Globalization; Foreign Trade.

1 INTRODUÇÃO

Considerando a crescente necessidade de troca entre os países e as oportunidades de negócios para empresas em mercados internacionais, o comércio exterior tem se mostrado como um pilar essencial da economia global atuando de forma crucial quando se trata da competitividade das empresas. Sendo assim, a fluência em inglês é um fator crucial para a comunicação eficaz entre empresas de diferentes países, facilitando negociações, a troca de informações e o fechamento de acordos comerciais. O domínio do inglês é uma exigência estratégica no comércio global, já não sendo um diferencial, mas uma necessidade capaz de possibilitar a realização de transações comerciais de forma ágil e sem barreiras linguísticas, o que é fundamental em um ambiente competitivo. Nesse cenário, o domínio do inglês vai além de uma simples ferramenta de comunicação: ele reflete processos históricos de globalização e de consolidação do inglês como língua de poder econômico e cultural. Como destacam Graddol (2006) e Pennycook (2001), o inglês se tornou não apenas um idioma de negócios, mas um símbolo de status e acesso a circuitos globais de informação e capital. Essa perspectiva permite compreender que sua importância ultrapassa o pragmatismo das transações comerciais, envolvendo também dimensões ideológicas e identitárias.

Com isso, nota-se grande procura por profissionais fluentes em inglês pelas empresas que desejam expandir seus mercados internacionais, estabelecer parcerias

em diversos lugares do mundo e se manter competitivas no cenário global. Isso porque a fluência na língua inglesa permite interação mais eficiente com parceiros estrangeiros, facilita a compreensão de documentos técnicos e legais, auxilia no acesso a informações de mercado e inovações no setor, além de possibilitar a criação de confiança através de um diálogo mais assertivo. No entanto, como destacam Seidlhofer (2004) e Jenkins (2011), essa fluência precisa ser compreendida para além da gramática e da pronúncia nativas, envolvendo também a capacidade de negociar significados em contextos culturais diversos — uma competência associada ao inglês como língua franca (*English as a Lingua Franca*). Assim, a globalização evidencia que as organizações precisam adotar uma postura mais internacional e o inglês, muitas vezes, é o único meio de comunicação viável entre culturas e sistemas econômicos distintos. Rajagopalan (2009) reforça que essa centralidade do inglês no mundo corporativo também reflete dinâmicas.

Sabe-se que a globalização tem promovido a intensificação das relações comerciais entre países, tornando o comércio exterior uma área cada vez mais desenvolvida e estratégica para o crescimento econômico. Nesse contexto, a boa capacidade de comunicação desempenha papel fundamental e o domínio linguístico se destaca como uma habilidade essencial para os profissionais. Sendo a língua franca dos negócios globais, o inglês é utilizado em acordos internacionais, negociações, comunicação digital, contratos e *marketing*, o que o torna uma ferramenta crucial para a competitividade e sucesso nas negociações internacionais

> Graças ao processo de globalização, só haverá lugar no mercado de trabalho para profissionais que se adequarem às exigências desse novo contexto, sendo estas relacionadas à competitividade mundial, na qual é fundamental a constante busca de informações e conhecimento, de inovações, criando condições eficientes para concorrer. Nesse sentido, a fluência na Língua Inglesa torna-se indispensável na conquista de espaço e na atuação dos profissionais no mercado de trabalho (Bianchi; Gualda, 2017, p. 28).

Entretanto, essa centralidade do inglês no cenário global não é um fenômeno neutro: como argumenta Phillipson (1992), a difusão do inglês está ligada a processos históricos de imperialismo linguístico, em que o idioma se consolidou como veículo de poder econômico e cultural das nações anglófonas. No contexto brasileiro, Rajagopalan (2009) reforça que o domínio do inglês ultrapassa o aspecto instrumental e deve ser compreendido como um ato político e ideológico, pois reflete relações assimétricas entre centro e periferia no sistema global. Dessa forma, compreender o

papel do inglês no comércio internacional requer reconhecer não apenas suas vantagens práticas, mas também as dinâmicas de poder e dependência que o acompanham. Portanto, estudar sobre o inglês como fator de vantagem competitiva no comércio exterior é fundamental para entender como as empresas podem se beneficiar do domínio dessa língua para expandir suas operações internacionais, melhorar sua capacidade de negociação e, assim, conseguir atingir melhores resultados no mercado. Como aponta Bourdieu (1991), o domínio de uma língua global também representa a posse de um capital simbólico, isto é, um recurso que confere legitimidade e poder de atuação em determinados campos sociais e econômicos.

Nesse sentido, o artigo objetiva entender como o inglês impacta positivamente as operações comerciais, a capacidade de negociação, a expansão de mercados e a inserção de empresas no cenário global. Essa abordagem permite compreender a língua não apenas como meio técnico de comunicação, mas como ativo estratégico de inserção e distinção no mercado internacional (Seidlhofer, 2004). Para isso, nos itens seguintes, examina-se de que forma o conhecimento da língua inglesa pode proporcionar vantagens competitivas, como a facilidade na comunicação, o acesso a informações globais e a adaptação às novas tendências de mercado. Ao final, propõe-se estratégias para o aprimoramento da competência linguística no contexto corporativo sugerindo práticas e métodos que empresas podem adotar para melhorar a fluência em inglês de seus colaboradores e, assim, fortalecer sua competitividade no comércio exterior. Com isso, esse trabalho almeja, de alguma maneira, contribuir para a conscientização de gestores, proprietários de empresas, profissionais da área e governos sobre a necessidade de investir no aprendizado do inglês, como forma de alcançar maior sucesso e competitividade no comércio internacional.

2 METODOLOGIA

De acordo com Lima e Mioto (2007), a pesquisa bibliográfica é um procedimento metodológico que oferece ao pesquisador a possibilidade de buscar soluções para seu problema de pesquisa. Além disso, esse tipo de método permite ao pesquisador entrar em contato direto com material já escrito sobre o assunto, verificando a veracidade dos dados obtidos e observando possíveis incoerências e contradições (Sousa, Oliveira e Alves, 2021).Tendo isso em mente e com base em

uma revisão da literatura voltada ao papel do comércio exterior no contexto global e à importância do inglês como vantagem competitiva em negociações internacionais com foco em empresas globais ou multinacionais, objetiva-se entender como o mercado inseriu o inglês como a língua dominante nas transações comerciais internacionais (Crystal, 2003; Graddol 2006).

Dessa forma, para a realização deste trabalho, foi adotada a metodologia de pesquisa bibliográfica de caráter exploratório e qualitativo (Gil, 2008), fundamentada na análise e interpretação de diversas fontes de referência. Essa escolha metodológica se justifica pela predominância de estudos teóricos sobre o papel da língua inglesa nas relações comerciais internacionais, exigindo, portanto, uma abordagem analítica capaz de reunir, comparar e interpretar diferentes perspectivas já existentes sobre o tema. Dentre os materiais consultados, incluem-se *websites*, plataformas científicas como Google Acadêmico, Scielo, artigos científicos publicados em periódicos reconhecidos, monografias, dissertações e demais produções acadêmicas pertinentes ao tema em questão. As palavras-chave utilizadas para otimizar a busca por informações foram: "Inglês nos negócios", "Inglês como língua franca", "*Business English*", "Globalização", "Vantagens Competitivas nas Negociações", "Estratégias de negociação", "*Global Language*". Essa abordagem forneceu embasamento teórico consistente, essencial para a fundamentação e desenvolvimento (Lima; Mioto, 2007).

3 DESENVOLVIMENTO

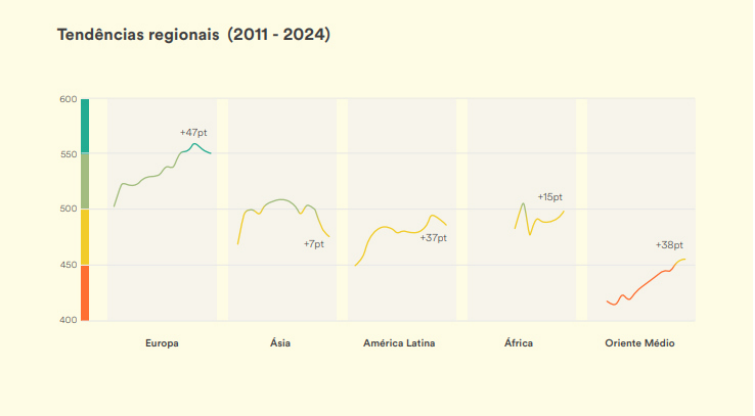
3.1 INGLÊS COMO VANTAGEM COMPETITIVA NOS NEGÓCIOS

Como dito, a proficiência em inglês tem se mostrado um fator determinante para a competitividade no mercado de trabalho globalizado. Estudos demonstram que habilidades linguísticas, especialmente em inglês, são altamente valorizadas por empregadores em diversos setores corporativos. Ademais, empresas multinacionais frequentemente priorizam candidatos com domínio do inglês, considerando-o essencial e muitas vezes obrigatório para a comunicação eficaz em ambientes corporativos internacionais (Doan; Hamid, 2019). O estudo realizado pela *Cambridge University* com mais de 5 mil empregadores em 38 países em 2024 revela a importância global do inglês, mostrando que mais de dois terços dos empregadores

afirmam que é importante o domínio da língua inglesa para o seu negócio**.** A pesquisa, intitulada *English at work,* aponta que na maioria das indústrias existe uma lacuna entre as competências de inglês necessárias no trabalho e o nível de proficiência dos trabalhadores (Cambridge, 2025).

De modo semelhante, o *EF English Proficiency Index* (2024), que classifica 111 países com base no nível de proficiência em língua inglesa, reforça o fato de que a fluência em inglês está diretamente ligada à competitividade das empresas no cenário global. O índice evidencia que nações com maior domínio da língua inglesa tendem a ter desempenho superior em comércio exterior e inovação. Entretanto, essa correlação entre proficiência e desenvolvimento econômico não é neutra. Como destaca Phillipson (1992), o inglês consolidou-se como língua hegemônica em virtude de processos históricos de imperialismo linguístico, nos quais o idioma passou a funcionar como instrumento de poder econômico e simbólico (Bourdieu, 1991). Assim, mais do que uma ferramenta de comunicação, o inglês opera como forma de capital cultural e político. A seguir, o gráfico *Regional Trends (2011-2024)*, parte do estudo da EF, apresenta as tendências de evolução da proficiência em inglês em diferentes regiões do mundo entre 2011 e 2024.

Figura 1 – Tendências regionais de proficiência em inglês (2011-2024)



Fonte: EF English Proficiency Index (2024)

No gráfico, observa-se que, enquanto a Europa mantém níveis elevados de proficiência, outras áreas, como a América Latina e o Oriente Médio, apresentam progressos significativos na melhoria da fluência em inglês, mesmo que não alcancem ainda índices altos. Esse aumento na proficiência tem implicações diretas na competitividade global, especialmente no comércio exterior e na inovação tecnológica. Pode-se inferir que nações com baixa proficiência enfrentam barreiras consideráveis

para interagir com mercados internacionais, o que limita seu potencial de crescimento econômico. Destarte, a fluência em inglês se configura como uma estratégia indispensável para empresas que desejam expandir suas operações globais e melhorar seu desempenho no comércio exterior. Esta ideia ganha relevância no contexto atual, onde a globalização e as trocas comerciais entre países exigem que os profissionais possuam, cada vez mais, a habilidade de se comunicar de forma eficaz na língua franca dos negócios internacionais, ou seja, em inglês.

Nesse sentido, Bianchi e Gualda (2017, p. 29) reforçam que devido ao processo de globalização, só haverá lugar no mercado de trabalho para profissionais que se adequarem às exigências desse novo contexto, sendo estas relacionadas à competitividade mundial, à constante busca de informações e conhecimento, de inovações e de condições eficientes para concorrer. Com isso, a fluência na Língua Inglesa torna-se indispensável na conquista de espaço e na atuação dos profissionais no mercado de trabalho. Essa afirmação ilustra como o domínio do inglês ultrapassa a dimensão comunicativa e se consolida como competência estratégica de inserção profissional, tornando-se um requisito para a permanência no mercado globalizado e altamente competitivo.

O mercado atual trata o inglês como idioma oficial e universal, principalmente no âmbito dos negócios. No cotidiano das organizações é comum o uso de palavras e termos em inglês entre profissionais que trabalham diretamente com negociações e contato com clientes estrangeiros, o que evidencia a necessidade de um constante aprimoramento da língua para que esses profissionais possam desempenhar suas funções de maneira mais eficaz. (Bianchi; Gualda, 2017, p. 30-31)

No contexto do comércio exterior, esse conceito se expande ainda mais, considerando que o domínio do inglês facilita negociações e cooperações. Assim, tal habilidade é crucial para se posicionar no mercado, visto que o comércio internacional se estabelece através de negócios, parcerias e comunicações bem-sucedidas. Empresas que dominam o inglês possuem vantagem ao estabelecer parcerias comerciais, negociar contratos e acordos, explorar mercados internacionais, pois essa habilidade permite trocas mais eficientes de informações, aumentando a concorrência no cenário global.

Cabe destacar que a proficiência em inglês não deve ser encarada apenas como uma habilidade técnica, mas como um fator estratégico não só para os indivíduos, mas para as empresas e países como um todo. Corporações que investem

em treinamentos linguísticos conseguem expandir suas operações internacionais com mais facilidade, reduzir barreiras de comunicação e aumentar a eficácia de suas negociações em mercados estrangeiros. Como afirma os autores Grin, Sfreddo e Menz (2018), "a capacidade de comunicação em inglês é fundamental para a criação de redes internacionais de negócios, uma vez que o idioma serve como uma ponte para oportunidades e parcerias globais". Portanto, a capacitação em inglês deve ser vista como um pilar essencial para o crescimento sustentável das empresas, tornando-se não apenas um fator de competitividade, mas também de inovação, permitindo o acesso a novas tecnologias, mercados e alianças globais.

Sob uma perspectiva mais ampla, o domínio da língua inglesa está fortemente associado à capacidade das empresas de se adaptarem às exigências do mundo globalizado e às rápidas transformações do ambiente econômico. A esse respeito, Castro; Silva (2023, p. 2) enfatizam que a língua inglesa é considerada a língua dos negócios internacionais, sendo utilizada em mais de 80% das transações comerciais mundiais. O estudo de Vieira e Diegues (2020) também corrobora o inglês como língua dos negócios e sugere que o conhecimento técnico da língua inglesa deixou de ser uma iniciativa individual e passou a constituir um pilar estratégico para o posicionamento das empresas no mercado internacional não apenas como um requisito, mas como um benefício competitivo. Os autores destacam que a comunicação eficaz com parceiros estrangeiros, por meio do uso adequado de jargões e terminologias específicas do comércio exterior, contribui não apenas para a eficiência operacional, mas também para evitar falhas de comunicação que possam comprometer negócios ou parcerias e na construção da credibilidade da empresa perante o mercado internacional.

Logo, o inglês pode proporcionar um diferencial significativo para empresas que atuam em contextos corporativos globais (Vieira; Diegues, 2020, p.30). Portanto, investir no conhecimento das competências linguísticas torna-se cada vez mais uma necessidade para as corporações que buscam expandir sua presença global e se manter competitivas no mercado internacional.

3.2 O INGLÊS NAS NEGOCIAÇÕES E NO INTERCÂMBIO DE INFORMAÇÕES

Com o avanço acelerado da globalização e das Novas Tecnologias de Informação e Comunicação (NTICs), a interação entre pessoas, instituições e

empresas de diferentes partes do mundo tornou-se cada vez mais frequente e inevitável. A troca de informações, que antes era limitada por barreiras geográficas e linguísticas, passou a ocorrer de forma instantânea por meio de plataformas digitais, redes corporativas e canais de comunicação *online*. Então, nesse novo contexto, o ambiente empresarial também se transformou: negociações comerciais, parcerias estratégicas e transações financeiras passaram a ser realizadas de maneira remota, muitas vezes envolvendo pessoas de diferentes nacionalidades.

Segundo Neeley (2017), o uso do inglês como língua corporativa em empresas multinacionais não apenas facilita a comunicação, mas também pode transformar as dinâmicas organizacionais e promover uma integração mais eficaz entre equipes de diferentes países. O inglês contribui diretamente para a internacionalização bem-sucedida da empresa, melhora a comunicação entre equipes e fortalece a presença internacional, ampliando suas possibilidades de atuação global. A linguagem, além de ferramenta de comunicação, atua como vetor de cultura, identidade e poder dentro das organizações multinacionais sendo capaz de impactar não só a comunicação, mas também o ambiente organizacional e a mentalidade de uma corporação.

O intercâmbio de informações no comércio exterior é realizado a partir da fluência do inglês em contextos corporativos, focando no vocabulário, expressões e habilidades específicas necessárias para a comunicação eficaz em um ambiente de negócios. Esse inglês para os negócios, o *Business English*, trata-se de um conjunto de competências linguísticas voltadas ao uso técnico do idioma em atividades como participação em reuniões e negociações, atendimento a clientes estrangeiros, realização de apresentações, elaboração de documentos comerciais e participação em feiras e conferências globais com confiança e segurança (Bianchi; Gualda, 2017). O *Business English* vai além do vocabulário básico, abrangendo expressões idiomáticas, jargões técnicos, normas de etiqueta empresarial e estruturas formais de comunicação que são indispensáveis para estabelecer parcerias comerciais sólidas. Outro aspecto importante da aquisição e uso do *Business English* é a melhoria na colaboração entre equipes multinacionais, permitindo que profissionais de diferentes países troquem informações com mais clareza, agilidade e eficiência, superando barreiras linguísticas que poderiam comprometer o desempenho coletivo.

A esse respeito, Bianchi e Gualda (2017) destacam que o domínio do *Business English* é cada vez mais indispensável para profissionais que atuam no comércio exterior, pois grande parte das negociações, documentos e comunicações formais

com clientes e fornecedores internacionais ocorre nesse idioma. As autoras apontam que a carência de fluência em inglês técnico ainda é um entrave para a competitividade brasileira, comprometendo o desempenho em importações e exportações, principalmente no contato direto com parceiros comerciais de países como Estados Unidos, China e União Europeia.

Analisando o protagonismo da língua inglesa nas negociações, Maysa de Castro e Isaias Eliseu da Silva (2023) também enfatizam os benefícios concretos da fluência em inglês no cenário global dos negócios. Para os autores, a fluência em inglês pode potencializar a obtenção de sucesso em negociações, apresentações e reuniões de trabalho. Isso porque

> a língua inglesa tornou-se um ativo que todo profissional aspirante a se integrar ao mercado de trabalho globalizado deve possuir, pois é ela que proporcionará diferencial e destaque ao trabalhador em meio ao mercado cada vez mais disputado (...) Na comunicação internacional, inclusive no segmento das relações comerciais, é a língua inglesa que estabelece um indicador de qualidade dos processos (Castro; Silva, 2023, p. 2).

Acerca do impacto da língua inglesa no cenário global, os pesquisadores Ramos e Cruz (2012) levantam relevante discussão ao destacar as aplicações socioculturais e políticas de seu uso como língua franca. A leitura proposta pelos autores ressalta que a disseminação do inglês como idioma global não ocorre de maneira neutra, mas sim atravessada por ideologias que influenciam a construção de identidades e a dinâmica das relações de poder no cenário internacional. Essa visão crítica desconstrói a percepção do inglês apenas como uma ferramenta técnica de comunicação, apresentando-o como um fenômeno profundamente implicado em estruturas sociais e econômicas. Os autores destacam que a hegemonia do inglês está entrelaçada com processos históricos e políticos que favorecem determinados grupos sociais e econômicos em detrimento de outros. No campo dos negócios internacionais, essa lógica se manifesta na forma como o domínio do inglês é frequentemente associado a *status*, competência e legitimidade profissional. Essa constatação é relevante para os objetivos deste estudo, pois evidencia que, no comércio exterior, a fluência em inglês não apenas facilita a comunicação, mas também atua como um marcador de estrato social e autoridade. Nesse viés, o inglês não deve ser visto apenas como um instrumento neutro de comunicação, mas como

um fator que influencia diretamente as relações de poder e identidade no cenário internacional.

Desse modo, ao evidenciar as implicações socioculturais da imposição do inglês como idioma dominante, os estudos de Ramos e Cruz (2012) contribuem para uma compreensão mais profunda e crítica dos efeitos dessa realidade sobre o posicionamento estratégico das organizações e sobre as trajetórias individuais dos profissionais em um mundo globalizado. O inglês, portanto, não é apenas um meio de comunicação eficiente, mas uma ferramenta de reprodução de poder que impacta diretamente o modo como indivíduos e instituições se inserem e competem no cenário internacional. Essa compreensão é central para reforçar a argumentação aqui defendida que o domínio do inglês representa uma vantagem decisiva no comércio exterior, especialmente quando se trata de negociações e intercâmbio de informações com parceiros de diversas culturas e regiões do mundo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ESTRATÉGIAS PARA APRIMORAMENTO DO INGLÊS NAS NEGOCIAÇÕES

Ao compreender o papel central do inglês no comércio exterior e, de forma mais ampla, no cenário global, torna-se imprescindível refletir sobre um paradoxo evidente: embora seja uma ferramenta essencial para a integração internacional, em diversas partes do mundo o acesso a um ensino de qualidade da língua inglesa ainda é severamente limitado, cujo acesso e domínio se distribuem de forma desigual entre países e grupos sociais. Essa desigualdade linguística evidencia que, embora o inglês funcione como instrumento de integração global, o acesso a um ensino de qualidade da língua ainda é severamente limitado em muitas regiões do mundo. Esse obstáculo não decorre apenas de questões econômicas, mas também de barreiras geográficas e, sobretudo, culturais. Os autores Santana, Mendes e Mariano (2014) ressaltam que a habilidade de se comunicar em diferentes idiomas e de transitar entre distintas culturas é determinante para a eficácia nas relações comerciais internacionais. Quando essa competência linguística e cultural está ausente ou se apresenta de forma insuficiente, perdem-se oportunidades valiosas de integração, crescimento e competitividade. No âmbito empresarial, essa negligência na capacitação linguística impacta diretamente no êxito das negociações.

Diante desse cenário, compreender as desigualdades linguísticas e culturais não significa apenas reconhecer obstáculos, mas projetar caminhos de ação que unam desenvolvimento econômico e inclusão linguística. As estratégias que seguem são, portanto, apresentadas não como simples medidas técnicas, mas como práticas transformadoras, capazes de integrar dimensões econômicas, culturais e simbólicas da comunicação global.

Para além das limitações geográficas, há um fator igualmente preocupante: a ausência de consciência sobre a importância estratégica do inglês. Em muitos contextos, aspectos culturais, como um alto índice de aversão à incerteza ou uma forte orientação voltada para o ambiente local, tendem a dificultar a priorização de um idioma estrangeiro (Hofstede, 2011). A desigualdade no acesso ao inglês também é reflexo de disparidades econômicas, já que em países com baixa renda per capita, o alto custo de cursos, materiais e certificações torna-se uma barreira difícil de transpor. Em regiões rurais ou periféricas, a escassez de professores capacitados e de métodos pedagógicos atualizados perpetua um ciclo de exclusão linguística. A influência cultural sobre essa realidade é igualmente relevante: sociedades com alta distância ao poder tendem a manter currículos rígidos e pouco adaptáveis, limitando a inserção de novos idiomas; já culturas com elevada aversão à incerteza resistem a mudanças metodológicas, retardando a implementação de práticas mais eficazes de ensino (Hofstede, 2011). No Brasil, por exemplo, o alto índice de aversão à incerteza traduz-se em uma forte dependência de regras e estruturas fixas, o que acaba por favorecer métodos tradicionais pouco comunicativos e com baixa eficácia na aprendizagem do inglês (Santana et al., 2014).

Superar esses obstáculos exige ação conjunta entre governos, iniciativa privada e sociedade civil. Entre as medidas necessárias, destacam-se a implementação de políticas públicas que insiram o inglês no currículo escolar desde os primeiros anos, acompanhadas de programas de formação continuada para professores; o estabelecimento de parcerias público-privadas para ampliar o acesso a cursos gratuitos ou subsidiados; a adaptação de métodos de ensino de acordo com a realidade cultural local e o uso intensivo de recursos tecnológicos, como plataformas digitais e intercâmbios virtuais, para democratizar o aprendizado. Igualmente essencial é o desenvolvimento de campanhas de conscientização voltadas para empresas e indivíduos, ressaltando o inglês como instrumento de crescimento econômico e de integração cultural, já que a língua está presente como ferramenta de

impacto em contextos como: negócios, ciência, tecnologia, finanças e turismo, promovendo a colaboração e o intercâmbio de informações em escala global.

No âmbito de estratégias que as empresas podem implementar, cabe ressaltar a importância em se familiarizar com os modelos teóricos que explicam a dinâmica das negociações. Pensando nisso, há modelos econômicos, que focam na racionalidade e na busca por acordos, e psicológicos, que consideram as dinâmicas mentais e emocionais dos envolvidos no processo, descrevendo estilos de gestão de conflitos. Tais modelos influenciam o processo negocial e a busca por resultado satisfatório para ambos os lados.

Alguns estudiosos dos métodos de negociação (Gottschalk, 1974; Kinston; Algie, 1989; Marcondes, 1993; Sparks, 1992; Wanderley, 1998; apud Rosalem; Santos, 2007; Hofstede, 2011) mencionam ainda a importância de se considerar fatores o comportamento do negociador, o sentido em que se desenrola a negociação, bem como o estilo aplicado, os quais podem ser classificados como:

- Estilo duro: dominante, agressivo e orientado para o poder. Estabelece posições firmes e claras, é dinâmico e procura manter o controle da situação;
- Estilo caloroso: compreensivo, colaborador e orientado para as pessoas. Sua base de poder vem de baixo, é paciente, calmo e otimista;
- Estilo analítico: conservador, reservado e orientado para as questões. É persistente e paciente, bem preparado e executa bem suas tarefas;
- Estilo negociador: é flexível, compromissado e orientado para resultados. Não desiste facilmente, é jovial, charmoso e fácil de lidar;
- Estilo racionalista: usa os objetivos e o futuro para determinar as ações presentes. Excelente no planejamento, em pesquisas operacionais;
- Estilo empírico: bom para lidar com situações já existentes, está mais voltado para aumentar certeza e precisão;
- Estilo pragmático: é o perfil mais apropriado aos empreendedores independentes, altos funcionários e políticos;
- Estilo dialético: aplicado quando há dúvidas quanto à natureza do problema e quando os envolvidos na negociação discordam do caminho a seguir;
- Estilo sistêmico: preocupa-se com os fins e suas relações com os meios. Pode ser aplicado em situações complexas e mal estruturadas;
- Estilo estruturalista: aplicado para estabelecer uma organização clara e procedimentos definidos. Negociador dedicado, confiável e eficiente;

- Estilo intuitivo: é um catalisador de apoio e um líder carismático;
- Estilo restritivo: os negociadores só chegam a um acordo se forem forçados;
- Estilo amigável: o objetivo principal é manter o relacionamento com o seu oponente, independentemente do desfecho da negociação;
- Estilo confrontador: trabalho mútuo para chegar a ao melhor acordo a partir das circunstâncias dadas (Rosalem; Santos, 2007, p.5-7).

Isto posto, algumas estratégias práticas para alcançar sucesso nas negociações internacionais podem ser:

1) Oferecimento de capacitações e cursos a respeito

- da *Teoria dos Jogos* e dos *Modelos de Negociação*, os quais oferecem paradigmas para analisar situações de conflito e cooperação;
- das *Abordagens de negociação*, a fim de compreender a *Negociação Distributiva (Ganha-Perde)* e *Negociação Integrativa (Ganha-Ganha)*;
- dos *Modelos de Comunicação Intercultural* tais como os dos teóricos Geert Hofstede (2011) e Edward T. Hall (1981), os quais forneceram estruturas para entender as diferenças culturais que impactam a comunicação entre nações.

2) Preparação estratégica voltada à pesquisa e estudo de

- Vocabulário específico e jargões: é fundamental familiarizar-se com os termos técnicos e comerciais, criar um glossário pessoal pode aumentar a confiança e a precisão;
- Definição de objetivos e limites: conhecer seu BATNA (*Best Alternative to a Negotiated Agreement*) e sua ZOPA (*Zone of Possible Agreement*) ajuda a focar em soluções realistas;
- Cultura do negociador: em qualquer negociação internacional, dedicar tempo para estudar os costumes e a etiqueta de negócios da outra cultura é fator determinante para o sucesso ou fracasso da negociação;
- Simulação e Prática (*Role-Playing*): praticar cenários de negociação com colegas ou mentores é uma forma de ganhar confiança, testar argumentos e refinar a linguagem;
- Estudos de caso para verificar as lições de falhas em negociações: falta de preparação, incapacidade de ouvir, deixar as emoções dominarem ou não construir um relacionamento com a outra parte são fatores de fracasso em muitas negociações;

3) Oferecer cursos de idiomas ou estabelecer parcerias com escolas e/ou profissionais que ministrem aulas de inglês e de *Business English*;
4) Investir em treinamento contínuo: fomentar a participação em cursos, *workshops* e eventos que tratem da temática de negociação empresarial;
5) Impulsionar, por meio de programas, palestras, escuta ativa, eventos no geral, o desenvolvimento da inteligência cultural e emocional a fim de compreender como o contato visual, as normas de etiqueta, os gestos, silêncios, entre outros aspectos impactam as negociações.

Há muitas outras estratégias que podem ser implementadas pelo poder público ou privado para que os profissionais se tornem mais aptos e assertivos nas negociações internacionais. Diante disso, investir em programas de capacitação linguística, parcerias com instituições de ensino de idiomas e a valorização de profissionais bilíngues nas contratações surgem como estratégias viáveis para superar as barreiras linguísticas e potencializar a atuação das empresas no comércio internacional. Dessa forma, ao reconhecer o inglês como um recurso estratégico, gestores corporativos e responsáveis pela formulação de políticas voltadas ao setor de comércio exterior devem considerar a formação linguística e cultural como um componente essencial nos processos de integração de suas corporações. Promover o aprendizado dessas competências não só favorece o acesso a mercados internacionais, como também fortalece as relações diplomáticas, amplia redes globais de colaboração e impulsiona a competitividade em nível geral.

4.2 CONTRIBUIÇÕES DA PROFICIÊNCIA EM INGLÊS PARA AS NEGOCIAÇÕES

Como discutido, a eficácia das negociações internacionais não depende apenas de argumentos comerciais sólidos, mas também da construção de um ambiente de confiança mútua. O idioma, nesse contexto, é um dos primeiros elementos percebidos pelos interlocutores. Nesse sentido, a fluência em língua inglesa possibilita evitar mal-entendidos, erros de interpretação e confusões em contextos profissionais e comerciais. Mais do que uma ferramenta de comunicação, o domínio do inglês opera como forma de mediação simbólica que constrói credibilidade, legitimidade e poder relacional entre os atores envolvidos (Bourdieu, 1991; Pennycook, 2001). No comércio exterior, essas falhas comunicativas podem ter

consequências drásticas, desde simples atrasos logísticos até prejuízos financeiros e o rompimento de relações comerciais.

Conforme destacam Pahlavani e Nemati (2024), a competência linguística em inglês não apenas facilita a troca de informações, mas também reduz os riscos de interpretações ambíguas que podem comprometer acordos estratégicos. Profissionais capacitados linguisticamente são capazes de interpretar nuances, adaptar a linguagem ao contexto e evitar ruídos que poderiam prejudicar o êxito das operações internacionais, visto que "a má comunicação causada pela baixa proficiência em inglês pode levar a sérios mal-entendidos, perdas financeiras e danos nas relações comerciais no marketing internacional" (Pahlavani; Nemati, 2024, p. 3). No contexto do comércio exterior, onde as operações envolvem prazos rigorosos, contratos milionários e uma constante necessidade de precisão, esses prejuízos podem se tornar ainda mais críticos. A questão, portanto, não se restringe à capacidade técnica de comunicar-se, mas à competência de navegar por contextos interculturais complexos.

Em pesquisa recente, realizada em 2024 com mais de 5 mil profissionais que têm o inglês como segunda língua, em países como Brasil, Japão, Arábia Saudita e Itália, a Pearson mostrou que há empresas que perdem, em média, o equivalente a mais de 62 milhões de dólares em produtividade por conta de dificuldades de comunicação em língua inglesa, anualmente. No contexto brasileiro, 32% dos entrevistados dizem utilizar o inglês diariamente no trabalho e 52%, ao menos uma vez na semana e, via de regra, quanto mais alto o cargo na empresa, mais se utiliza o inglês (Gil, 2024). A esse respeito, Matheus Brasil aponta que "desempenho brasileiro não apenas no comércio exterior, mas em vários setores, poderia ser ainda mais expressivo se não fossem as barreiras linguísticas" (Brasil, 2025). Para ele, a falta de fluência em inglês dos brasileiros impacta especialmente as pequenas e médias empresas na expansão de suas atividades para outros países e na importação de matéria-prima, o que tornaria seus produtos mais competitivos.

Além disso, a proficiência em inglês desempenha um papel crucial na redução dos riscos legais e financeiros. Isso se deve, principalmente, à necessidade de interpretar corretamente documentos contratuais, regulatórios e técnicos, os quais frequentemente são redigidos em inglês ou em sua tradução para o idioma. Por outro lado, a falta de uma base sólida no idioma compromete a clareza das negociações, acarreta em erros na interpretação de cláusulas contratuais e confusões na

comunicação de termos técnicos ou logísticos, aumenta o risco de erros e atrasos, pode resultar em interpretações errôneas, disputas jurídicas e, consequentemente, perdas expressivas que vão além do aspecto financeiro, influenciando diretamente a reputação e a sustentabilidade das empresas no cenário internacional.

Outro aspecto importante da proficiência em inglês diz respeito à participação em eventos globais, tais como: conferências, encontros, feiras, capacitações, *networking,* entre outros. Nos últimos anos, a participação em eventos internacionais tem crescido significativamente, reunindo profissionais, empresários e representantes de diversos países. Exemplo disso é o *Vibrant Gujarat Global Summit*, evento bienal de negócios globais realizado na Índia. Na edição de 2024, contou com aproximadamente 130 mil participantes de 140 países, evidenciando a diversidade cultural e econômica desse tipo de encontro (India Today, 2024). Outro exemplo, a edição desse ano do St. *Petersburg International Economic Forum* reuniu mais de 24 mil participantes de 144 países e gerou mais de 1084 acordos que ultrapassam 6 trilhões de rublos (equivalente a 385 bilhões de reais no câmbio atual), mostrando o impacto econômico direto desses encontros internacionais (Forum SPB, 2025).

Também é importante citar eventos como: *China Import and Export Fair (Canton Fair)***,** realizada na China, é a maior feira multissetorial do mundo; *Transport Logistic***,** realizada em Munique (Alemanha), é conhecida como a maior feira mundial de logística, mobilidade, TI e gestão da cadeia de suprimentos; *Intermodal South America***,** sediada em São Paulo, é o maior evento de logística e transporte de cargas das Américas, focado nas necessidades do setor; *Asia Trade Summit***,** em Cingapura, evento voltado para o comércio internacional e oportunidades de negócio na Ásia; *World Trade Expo***,** em Dubai nos Emirados Árabes Unidos, reúne empresas de diversos setores para discutir comércio e investimentos, entre outros encontros.

Como pode ser percebido já pelo título dos eventos, fica evidente que o domínio do inglês é essencial para realmente se inteirar e aproveitar as oportunidades oferecidas. A fluência no idioma facilita não só a comunicação clara e eficiente, mas também o estabelecimento de credibilidade e a construção de relações comerciais sólidas, alavancando o *networking*. Naturalmente, na área do comércio internacional, essa prática se torna ainda mais indispensável, uma vez que operar em mercados internacionais exige constante conexão com pessoas de diferentes países e culturas. Esses encontros reúnem empresários, investidores, fornecedores e clientes de diversos setores e nacionalidades, todos com um objetivo comum: ampliar suas redes

de relacionamento e identificar potenciais parceiros comerciais**.** No entanto, para que essa troca de ideias, experiências e propostas seja realmente efetiva, é imprescindível o domínio da língua inglesa. Afinal, tratando-se de um ambiente internacional, o inglês se consolida como idioma universal dos negócios, sendo a principal ferramenta de comunicação nesses espaços. Mais do que conhecer o vocabulário técnico, a capacidade de conduzir um diálogo com clareza e confiança são fatores que transmitem profissionalismo e credibilidade. Isso não apenas atrai o interesse dos parceiros internacionais, como também fortalece a imagem da empresa no mercado global, aumentando as chances de fechamento de negócios.

Profissionais que conseguem se expressar com fluência em inglês são mais capazes de estabelecer uma comunicação transparente, transmitir segurança e demonstrar preparo. Isso contribui diretamente para o fortalecimento de uma postura proativa durante as negociações, além de permitir que o profissional

- participe ativamente de reuniões, debates conferência, *workshops*, fazendo perguntas estratégicas, reduzindo mal-entendidos, dirimindo dúvidas em tempo real, respondendo com agilidade e eficiência às solicitações dos parceiros internacionais;
- acesse informações mais atualizadas, oportunidades de negócios, *networking* e carreira em nível global, permitindo o aprimoramento de habilidades e conhecimentos;
- construa redes de contatos internacionais e relacionamentos mais fortes e duradouros com colegas, clientes e parceiros de diferentes culturas e países, o que pode ser benéfico para a carreira e os negócios;
- aumente a confiança em si mesmo e aprimore a capacidade de resolver problemas, tomar decisões embasadas, lidar com situações profissionais complexas em um ambiente globalizado e altamente competitivo.

Esse repertório profissional de *hard skills* e *soft skills* têm forte impacto nas decisões comerciais e no posicionamento da empresa como parceira competente e engajada. Sendo competências estratégicas indispensáveis para qualquer profissional e empresa que desejem se destacar no comércio exterior, a aquisição, aprimoramento e uso dessas ferramentas abre portas para oportunidades, fortalece relacionamentos e contribui para o crescimento sustentável no mercado globalizado.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No comércio exterior, negociações, acordos e trocas de informações entre países exigem uma comunicação eficiente, muitas vezes mediada pelo inglês, reconhecido como língua franca dos negócios internacionais. Nesse cenário, o domínio do idioma representa um diferencial competitivo importante. No entanto, muitas empresas ainda enfrentam dificuldades para qualificar profissionais fluentes, o que pode limitar seu alcance no mercado global. Mais do que uma exigência técnica, o inglês se afirma como um capital simbólico (Bourdieu, 1991), um marcador de pertencimento ao espaço global das trocas e das decisões econômicas.

Sendo o inglês uma língua de contato no meio internacional e ferramenta essencial para integração em contextos multilíngues, no campo das relações comerciais, é central entender que o domínio da língua inglesa se tornou um diferencial competitivo não só no intercâmbio direto de informações, mas também no alinhamento com normas culturais exigidas no ambiente global de negociações. Esse alinhamento linguístico e cultural reflete uma dimensão política da globalização, na qual o idioma atua como mediador de acesso, poder e legitimidade nas relações comerciais (Pennycook, 2001; Rajagopalan, 2009). Assim, o estudo apresentado objetivou ampliar a compreensão sobre o uso do inglês nos negócios, mostrando que sua importância vai além da eficiência comunicativa, abrangendo também dimensões ideológicas e culturais que impactam diretamente o posicionamento das empresas e dos profissionais no mundo globalizado.

Diante do exposto, é possível concluir que a falta de domínio do inglês no ambiente corporativo, especialmente em contextos internacionais, pode gerar uma série de impactos negativos que vão além de simples falhas na comunicação. Entre os principais prejuízos estão: perdas financeiras significativas, ocasionadas por erros contratuais e negociações mal interpretadas; comprometimento da reputação e da credibilidade da empresa no mercado global; rompimento de parcerias comerciais e perda de clientes estratégicos; redução da produtividade interna devido a retrabalho e confusões operacionais; além de impactos diretos na economia global, uma vez que grandes corporações movimentam cadeias econômicas inteiras. Desta maneira, torna-se evidente que o inglês não é apenas uma habilidade adicional, mas sim uma competência essencial e estratégica para garantir clareza, segurança e sucesso nas

relações comerciais internacionais, evitando que erros linguísticos se transformem em prejuízos operacionais e financeiros irreversíveis.

Em suma, o inglês vai além de uma habilidade técnica; ele se consolida como uma competência estratégica no ambiente corporativo internacional. Quando utilizado como uma ferramenta, o domínio da língua inglesa pode ser o diferencial determinante para o sucesso nas negociações ao viabilizar não somente a comunicação, mas influenciando diretamente nos resultados das negociações. Em processos de exportação e importação, por exemplo, a capacidade de interpretar com exatidão especificações de produtos, manuais técnicos, exigências alfandegárias e cláusulas contratuais em inglês pode determinar ativamente o sucesso ou o fracasso de uma operação. Em vista disso, o idioma passa a ser um ativo que gera benefícios presentes e futuros, atuando como elemento facilitador nas negociações internacionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIANCHI, S. da S.; GUALDA, L. C. O comércio exterior brasileiro e a importância do Business English. **Revista Perspectiva em Educação, Gestão & Tecnologia.** Itapetininga, v. 6, n. 12, p. 1–15, jul./dez. 2017.

BOURDIEU, P. **Linguagem e poder.** São Paulo: Bertrand Brasil, 1991.

BRASIL, M. Comércio exterior em alta: demanda por profissionais fluentes em inglês impulsiona salários. **Jornal do Brás. Economia. Notícias. Opinião.** Janeiro de 2025. Disponível em https://jornaldobras.com.br/noticia/53353/comercio-exterior-em-alta-demanda-por-profissionais-fluentes-em-ingles-impulsiona-salarios Acesso em 12 de julho de 2025.

CAMBRIDGE. English at Work: estudo sobre as competências linguísticas no local de trabalho.Competências de Inglês no mercado de trabalho. **English at work.** Disponível em https://www.cambridgeenglish.org/pt/why-choose-us/english-at-work/ Acesso em 28 de agosto de 2025.

CASTRO, M; SILVA, I. E. da. O protagonismo da língua inglesa no Comércio Exterior. **Anais. XI Congresso de Trabalhos de Graduação**. Faculdade de Tecnologia de Mococa. Vol. 7. N.1., 2023, p. 1-11

CRYSTAL, D**. English as a global language**. 2. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2003.

DOAN, L. D.; HAMID, M. O. Economics of English: Examining the Demand for English Proficiency in the Vietnamese Job Market. **RELC Journal**, v. 52, n. 2, p. 147–161, 2019.

EF – EDUCATION FIRST. **EF English Proficiency Index: a ranking of 111 countries and regions by English skills.** 2024. Disponível em**:** ef-epi-2024-brazilian-portuguese.pdf. Acesso em: 26 de abril de 2025.

FORUM SPB. Fórum Econômico Internacional de São Petersburgo (SPIEF). **About the Forum. Sobre o SPIEF.** Julho de 2025. Disponível em https://forumspb.com/en/about/?lang=por Acesso em Agosto de 2025.

GIL, P. Empresas perdem US$ 62 milhões em produtividade por carência de inglês. **Veja Negócios. Radar Econômico.** Junho de 2024. Disponível em https://veja.abril.com.br/coluna/radar-economico/empresas-perdem-u-62-milhoes-em-produtividade-por-carencia-de-ingles/ Acessado em 01 de julho de 2025.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social** / Antonio Carlos Gil. - 6. ed. - São Paulo: Atlas, 2008.

GRADDOL, D**. English next: why global English may mean the end of 'English as a foreign language'**. 1. ed. London: British Council, 2006.

GRIN, F.; SFREDDO, F.; MENZ, P. **Language policy and economic development: The role of language in the global economy.** Springer, 2018.

HALL, E. T. **Beyond Culture.** Anchor Books. Published by Doubleday, 1981

HOFSTEDE, G. **Dimensionalizing Cultures: The Hofstede Model in Context. Online Readings in Psychology and Culture**, v. 2, n. 1, 2011.

INDIA TODAY. What Vibrant Gujarat Global Summit 24 achieved: The big takeaways. **News. India Today Insight.** Janeiro de 2024. Disponível em https://www.indiatoday.in/india-today-insight/story/what-vibrant-gujarat-global-summit-24-achieved-the-big-takeaways-2489466-2024-01-16 Acesso em agosto de 2025.

JENKINS, J.; COGO, A.; DEWEY, M. **Review of developments in research into English as a lingua franca. Language Teaching.** 2011, v. 44, n. 3, p. 281-315.

LIMA, C. S. S.; MIOTO, R. C. T. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. **Revista Katalysis.** V. 10, n. 1, p. 37–45, 2007.

NEELEY, T. **The Language of Global Success: How a Common Tongue Transforms Multinational Organizations**. Princeton, NJ: Princeton University Press, 2017.

PAHLAVANI, M. & NEMATI, S. (2024). The Role of Business English in International Marketing. **Research in Economics and Management.** Volume 9. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/378781582_The_Role_of_Business_English_in_International_Marketing. Acesso em: 18 maio 2025.

PENNYCOOK, A. **Critical applied linguistics: a critical introduction.** New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 2001.

PHILLIPSON, R. **Linguistic imperialism**. Oxford: Oxford University Press, 1992.

RAJAGOPALAN, K. **Por uma pedagogia do inglês como língua internacional adaptável às realidades culturais dos aprendizes.** São Paulo: Parábola Editorial, 2009.

RAMOS, D. V.; CRUZ, E. S. Língua, poder e identidade em Ngugi wa Thiong'o e Kanavillil Rajagopalan. **Linha D'Água.** São Paulo, v. 25, n. 1, p. 13–27, 2012.

ROSALEM, V.; SANTOS, A. C. Estudo dos Principais Estilos de Negociação Adotados Por Gestores de Micro e Pequenas Empresas Varejista. **II Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia**. Rezende, Rio de Janeiro, 2007, p. 1-13.

SANTANA, D. L.; MENDES, G. A.; MARIANO, A. M. Estudo das dimensões culturais de Hofstede: análise comparativa entre Brasil, Estados Unidos e México. C@LEA – **Revista Cadernos de Aulas do LEA**. Ilhéus, n. 3, p. 1–13, nov. 2014.

SEIDLHOFER, B. **Research perspectives on teaching English as a Lingua Franca. Annual Review of Applied Linguistics,** 2004, v. 24, P. 209-239.

SOUSA, M. F.; OLIVEIRA, J. S.; ALVES, R. S. A Pesquisa Bibliográfica: Princípios e Fundamentos. **Cadernos da FUCAMP**. V. 20, n. 2, p. 135–150, 2021.

VIEIRA, G. C.; DIEGUES, U. C. C.; A importância da língua estrangeira na aplicação das terminologias específicas do comércio exterior. **Revista Processando o Saber**. V. 12, p. 26-36, maio 2020.

VOCÊ + SEGURA: SISTEMA DE SEGURANÇA PARA MULHER
YOU + SAFE: SECURITY SYSTEM FOR WOMEN

Henrique Bueno Fonseca[1]
Laysa Aparecida Dias[2]
Rodrigo Diniz[3]

RESUMO: Este trabalho apresenta o sistema VOCÊ + SEGURA, desenvolvido para reforçar a segurança de mulheres em situações de risco por meio da integração de um aplicativo *Android* com a tecnologia *Bluetooth Low Energy* (BLE), utilizando *beacons*. O objetivo é oferecer uma solução prática, acessível e discreta, capaz de enviar alertas de emergência contendo localização em tempo real e dados pessoais para contatos de confiança. A metodologia incluiu pesquisa aplicada, com levantamento de informações através de questionário *online* e análise de soluções semelhantes no mercado. A partir dos dados coletados, foram definidos requisitos funcionais e não funcionais, elaborados diagramas UML e desenvolvidos protótipos no *framework Flutter*, com banco de dados *Firebase* em nuvem. Os resultados evidenciaram a viabilidade técnica e social do sistema, validando a comunicação entre *beacon* e aplicativo, bem como a efetividade do envio de informações aos contatos cadastrados. Como considerações finais, destaca-se que a simplicidade, acessibilidade e confiabilidade do sistema podem contribuir para aumentar a proteção e a autonomia das usuárias. Espera-se que a popularização da solução represente um avanço no enfrentamento da violência contra a mulher, tanto em espaços públicos quanto privados.
Palavras-chave: Emergência; Feminina; Geolocalização; Beacon; Tecnologia.

ABSTRACT: This paper presents the VOCÊ + SEGURA (YOU + SAFE) system, developed to enhance the safety of women in risky situations by integrating an Android app with Bluetooth Low Energy (BLE) technology using beacons. The goal is to offer a practical, accessible, and discreet solution capable of sending emergency alerts containing real-time location and personal data to trusted contacts. The methodology included applied research, with information gathered through an online questionnaire and analysis of similar solutions on the market. Based on the data collected, functional and non-functional requirements were defined, UML diagrams were drawn up, and prototypes were developed in the Flutter framework, with a Firebase cloud database. The results demonstrated the technical and social feasibility of the system, validating communication between the beacon and the application, as well as the effectiveness of sending information to registered contacts. As final considerations, it is noteworthy that the simplicity, accessibility, and reliability of the system can contribute to increasing the protection and autonomy of users. It is hoped that the popularization of the solution will represent a step forward in combating violence against women, both in public and private spaces.
Keywords: Emergency; Women; Geolocation; Security; Technology.

Análise e Desenvolvimento de sistemas - Fatec Itapetininga - e-mail: laysa.dias@fatec.sp.gov.br [1]
Análise e Desenvolvimento de sistemas - Fatec Itapetininga -
e-mail: henrique.fonseca2@fatec.sp.gov.br [2]
Análise e Desenvolvimento de sistemas - Fatec Itapetininga - e-mail: rodrigo.diniz@fatec.sp.gov.br [3]

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o Fórum Brasileiro de Segurança Pública (2023), o Brasil registrou aumento expressivo nos casos de assédio sexual e estupro nos últimos anos, evidenciando um cenário alarmante de violência contra a mulher. Esses dados revelam um problema social grave que compromete a liberdade, a mobilidade e a qualidade de vida das mulheres, sobretudo em ambientes públicos. Diante desse contexto, a busca por soluções tecnológicas que aliem agilidade e discrição para emissão de alertas de riscos torna-se fundamental para ampliar a proteção feminina.

A popularização de dispositivos móveis e o avanço de tecnologias de comunicação sem fio, como o *Bluetooth Low Energy* (BLE), possibilitam o desenvolvimento de sistemas capazes de oferecer suporte em tempo real para emergências. Entre esses recursos, destacam-se os *beacons*, pequenos dispositivos de baixo consumo que podem ser integrados a acessórios pessoais, como anéis, colares ou pulseiras, esses *beacons* permitem o acionamento rápido e, consequentemente, o envio de alertas de risco através de aplicativo, isso de forma prática e quase imperceptível, o que representa uma alternativa viável em situações de risco.

Nesse contexto, este trabalho apresenta o desenvolvimento do sistema “VOCÊ+SEGURA”, que combina um aplicativo *Android* com a utilização de *beacons Bluetooth*. O sistema funciona de maneira integrada: ao ser acionado, seja pelo aplicativo ou pelo *beacon bluetooth*, ele envia automaticamente aos contatos de emergência cadastrados os dados pessoais da usuária, sua localização em tempo real e uma mensagem de alerta. Essa abordagem busca oferecer uma resposta mais rápida e eficaz em casos de violência, aliando simplicidade, discrição e confiabilidade.

2 METODOLOGIA

A metodologia adotada neste trabalho caracteriza-se como pesquisa aplicada, voltada à resolução de um problema real por meio do desenvolvimento do sistema VOCÊ + SEGURA que envolve o aplicativo *Android* juntamente com os dispositivos *beacon*.

O procedimento metodológico iniciou-se com revisão bibliográfica, abrangendo livros, artigos e documentações oficiais de tecnologias, a fim de compreender o cenário da violência contra a mulher no Brasil e identificar soluções tecnológicas aplicáveis.

Em seguida, realizou-se levantamento de informações por meio de um questionário estruturado aplicado via *Google Forms*, qual foi divulgado em grupos acadêmicos e redes sociais, como *Instagram* e grupos acadêmicos no *WhatsApp,* por meio de um *link* de acesso. Os dados coletados, tratados de forma ética e anônima, forneceram subsídios para definição de requisitos funcionais e não funcionais do sistema. Foram utilizadas as abordagens qualitativas, que possibilitou a análise aprofundada de percepções das usuárias (Kniess, 2022), e exploratória, que permitiu identificar padrões e tendências iniciais relacionadas ao fenômeno estudado (Carvalho, 2022).

Com base nas informações levantadas, procedeu-se o levantamento de requisitos, priorizando aspectos como usabilidade, comunicação via *Bluetooth Low Energy*, integração com *Application Programming Interface* (API) de geolocalização, funcionamento com dispositivos *beacons* e segurança dos dados transmitidos. Os requisitos foram documentados em planilhas utilizando o Microsoft Excel.

O desenvolvimento do sistema seguiu a metodologia incremental, com ciclos progressivos de implementação, testes e validações. Foram utilizados diagramas *Unified Modeling Language* (UML*)* para modelagem, a linguagem *Dart* com o *framework Flutter*, integradas ao banco de dados *Firebase*. A infraestrutura empregou serviços de autenticação, banco de dados em tempo real, *Google Maps API* e *ViaCEP API*, além da biblioteca *flutter_blue_plus* para comunicação *BLE*.

Dessa forma, o processo metodológico combinou levantamento teórico, pesquisa empírica e desenvolvimento incremental, garantindo fundamentação científica e aplicabilidade prática da solução proposta.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção são apresentados os estudos sobre a violência contra a mulher no Brasil, suas principais manifestações e impactos sociais, bem como um levantamento

de iniciativas e soluções tecnológicas voltadas à segurança pessoal. Foram discutidos também as ferramentas tecnológicas utilizadas no desenvolvimento do aplicativo, que oferecem suporte à construção da proposta. Esses estudos foram necessários para oferecer o embasamento teórico essencial ao desenvolvimento do aplicativo VOCÊ+ SEGURA, garantindo que a solução esteja alinhada tanto ao contexto social quanto às boas práticas de desenvolvimento de *software*.

3.1 VIOLÊNCIA CONTRA MULHER

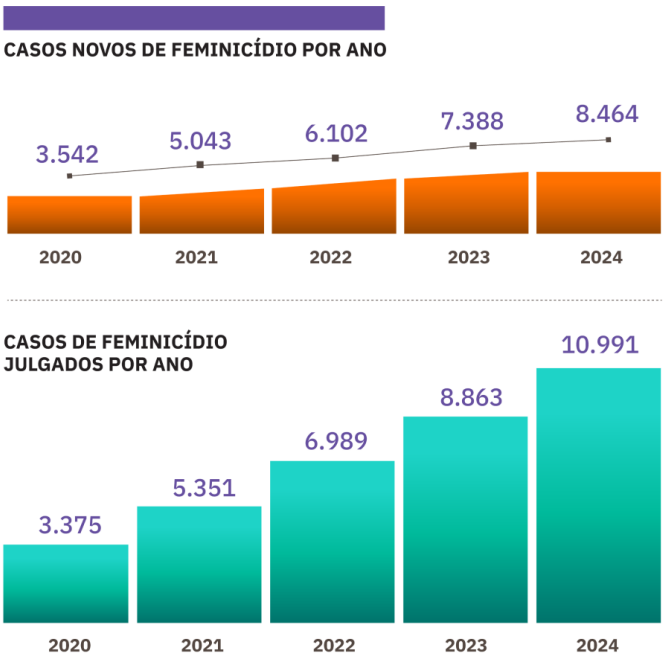
A violência contra a mulher é definida como qualquer tipo de agressão sofrida por mulheres simplesmente por seu gênero, abrangendo desde assédio moral até homicídio (FUNDO BRASIL, 2021). Trata-se de uma forma de violência de gênero que afeta mulheres, transexuais, travestis e homossexuais, desrespeitando direitos humanos e comprometendo a integridade física, psicológica e moral das vítimas.

Um levantamento preparado pelo Fórum Brasileiro de Segurança Pública (FBSP) mostra que mais de um terço das brasileiras 37,5% sofreram algum tipo de violência em 2024, é o maior número de casos de violência medidos pela pesquisa desde o seu lançamento, em 2017. O percentual representa 21,4 milhões de mulheres com 16 anos ou mais (Rosário, 2025).

O Governo Federal, por meio do Ministério das Mulheres divulgou o painel de dados do Ligue 180, onde de janeiro a julho de 2025, foram registrados 594.118 atendimentos e 86.025 denúncias de violência contra mulheres em todo país, o que representa um aumento de 2,9% em relação ao mesmo período em 2024 (MINISTÉRIO DAS MULHERES, 2025).

Um levantamento feito pelo Conselho Nacional de Justiça, mostra um aumento significativo nos casos de feminicídio ao longo dos anos. Em 2024 foram 8.464 novos casos e 10.991 casos de feminicídio que foram julgados em 2024, conforme é apresentado na (CONSELHO NACIONAL DE JUSTIÇA, 2025).

Figura 1 - Painel da violência contra a mulher



Fonte: (Conselho Nacional de Justiça, 2025).

3.2 TIPOS DE VIOLÊNCIA

A violência contra a mulher se manifesta de diferentes formas, afetando sua dignidade, integridade e liberdade, configurando grave violação dos direitos humanos.

3.2.1 Violência física

A violência física envolve condutas que ofendem a saúde corporal da mulher, como espancamentos, lesões com objetos cortantes, sacudir ou apertar braços, entre outros (Mansuido, 2020).

3.2.2 Violência psicológica

A violência psicológica compreende qualquer ação que cause danos emocionais, diminua a autoestima e prejudique o pleno desenvolvimento da mulher, ou que busque degradar e controlar suas ações, comportamentos e decisões (Hernández, 2023).

3.2.3 Violência sexual

A violência sexual refere-se à imposição de relações ou atos sexuais indesejados, mediante ameaça ou uso da força, incluindo estupro ou obrigar a vítima a realizar atos que causem desconforto e repulsa (Mansuido, 2020).

3.2.4 Violência patrimonial

A violência patrimonial ocorre quando há destruição parcial ou total de objetos, instrumentos de trabalho, documentos pessoais, bens, valores e direitos ou recursos econômicos da mulher (Mauricio, 2023).

3.2.5 Violência moral

A violência moral compreende condutas como calúnia, difamação ou injúria, incluindo ofensas, exposição da vida íntima ou juízos sobre a conduta da mulher, afetando sua honra e dignidade (Santana, 2024).

3.3 TECNOLOGIAS UTILIZADAS

Esta seção apresenta os recursos tecnológicos que possibilitam o funcionamento do sistema, incluindo soluções de conectividade, desenvolvimento de aplicativos, armazenamento em nuvem e integração com serviços externos. O objetivo é contextualizar como essas tecnologias trabalham em conjunto para oferecer uma resposta rápida e eficiente em emergências.

3.3.1 Internet of Things (Iot)

Internet of Things (IoT) refere-se à interconexão de dispositivos físicos, veículos, eletrodomésticos e outros objetos por meio da *Internet*, permitindo a coleta e troca de dados de forma autônoma. Essa rede de dispositivos conectados visa tornar a vida mais eficiente, segura e conveniente (Oracle, 2021).

> Se tivéssemos computadores que soubessem tudo o que há para saber sobre as coisas, usando dados colhidos sem qualquer interação humana, seríamos

> capazes de monitorar e mensurar tudo, reduzindo o desperdício, as perdas e o custo. (Ashton, 2021).

A aplicação da IoT à segurança pessoal permite criar soluções inovadoras, como o uso de *beacons Bluetooth* de baixo consumo, que enviam sinais para dispositivos móveis próximos e possibilitam respostas rápidas em emergências. Essa tecnologia também viabiliza aplicativos com monitoramento e controle remoto de sistemas de segurança em tempo real.

3.3.2 Bluetooth

O Bluetooth é uma tecnologia de comunicação sem fio à troca de dados a curtas distâncias, criada pela Ericsson em 1994, na Suécia. Seu nome homenageia o rei Harald *Blatand*, simbolizando a unificação da comunicação entre dispositivos. Em 1998, foi formado o consórcio *Bluetooth* SIG, composto por empresas como *IBM*, *Intel*, *Nokia* e Toshiba, com objetivo de padronizar e difundir a tecnologia (Bluetooth Sig, 2024). O *Beacon Bluetooth* apresentado na Figura, é um pequeno transmissor que utiliza *Bluetooth Low Energy* (BLE) para enviar sinais a dispositivos próximos, podendo ser ativado por um botão no próprio *beacon.* O perfil *Find Me*, definido pela *Bluetooth* SIG (2011), permite localizar dispositivos perdidos por meio de alertas enviados a dispositivos pareados. Esse perfil define os requisitos dos dispositivos *Find Me Locator* e *Find Me Target*, que utilizam o *Generic Attribute* Profile (GATT) e comunicação BLE, permitindo que o *Locator* detecte e controle o alerta do *Target* ao estabelecer conexão.

Figura 2 - Beacon bluetooth

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

3.3.3 Linguagem de Programação Dart, Flutter e Comunicação Bluetooth

A linguagem *Dart* é moderna e orientada a objetos, amplamente usada para o desenvolvimento de aplicativos móveis. Sua portabilidade e suporte a múltiplas plataformas facilitam a manutenção e reutilização de código, principalmente quando integrada ao *Flutter* (Dart, 2024).

O *Flutter* é *um framework* de código aberto do *Google* que permite criar aplicativos *Android* e *iOS* a partir de um único código-base. Possui *widgets* personalizáveis e ferramentas para compilação, teste e gerenciamento de estado, tornando o desenvolvimento ágil e eficiente (Flutter, 2024).

Para integração com dispositivos *Bluetooth Low Energy* (BLE), é utilizada a biblioteca *flutter_blue_plus*, que possibilita a detecção, conexão e troca de dados com periféricos de forma otimizada. Além de permitir o escaneamento e comunicação em tempo real, a biblioteca garante compatibilidade com múltiplas plataformas, estabilidade e desempenho adequados para aplicações que exigem conectividade contínua (Jamcorder, 2025).

3.3.4 Firebase

O *Firebase* é uma plataforma de desenvolvimento de aplicativos móveis e da *web* desenvolvida pela *Google.* Algumas das principais características do *Firebase* incluem armazenamento em nuvem, autenticação de usuários, comunicação *bluetooth*, análise de dados, mensagens em tempo real e hospedagem de aplicativos.

A integração do *Firebase* com tecnologias como comunicação BLE e localização atual abre possibilidades significativas para o desenvolvimento de aplicativos móveis e *web* altamente personalizados e interativos. Ao combinar a BLE com o *Firebase Realtime Database*, os aplicativos podem coletar e compartilhar dados em tempo real com dispositivos equipados com *beacons bluetooth* (Firebase, 2022).

3.3.5 Application programming interface – APIs utilzadas no sistema

No desenvolvimento do sistema, diferentes *Application Programming Interfaces* (API) foram integradas para garantir eficiência e usabilidade. A *API* do Google *Maps*

(Google Maps, 2020) fornece recursos de geolocalização e mapeamento, permitindo calcular rotas precisas e disponibilizar informações em tempo real, essenciais para serviços que dependem de localização. Já a *API* de *Bluetooth* do *Android* (Android Developers, 2023) possibilita a comunicação sem fio entre dispositivos, permitindo descobrir equipamentos próximos, estabelecer conexões e realizar trocas de dados de forma segura. Por fim, a *API* ViaCEP (Viacep, 2020) é empregada para obtenção de informações detalhadas a partir do Código de Endereçamento Postal (CEP), disponibilizando dados como logradouro, bairro, cidade e estado por meio de requisições *RESTful* simples, melhorando a experiência do usuário no preenchimento de endereços.

3.4 INICIATIVAS OU PRODUTOS SEMELHANTES NO MERCADO

Esta seção apresenta uma análise de sistemas e dispositivos voltados à segurança de mulheres em situações de risco, destacando soluções já existentes, seus diferenciais e limitações, a fim de contribuir para o aprimoramento do sistema proposto.

3.4.1 Salve todas

Aplicativo que utiliza rede neural para detectar situações de risco e disparar automaticamente mensagens de socorro, além da opção de envio manual pelo smartphone. Apesar da inovação, depende de conexão com a internet e pode gerar falsos alertas (Ribeiro; Pereira, 2022).

3.4.2 SOS mulher

Aplicativo destinado a mulheres com medidas protetivas, que ao acionar um botão no celular solicita socorro imediato, enviando a viatura policial mais próxima ao local. No entanto, seu uso é restrito a usuárias com medida judicial e requer acesso constante à rede (Saad, 2019).

3.4.3 Siren ring

Anel de defesa pessoal que, ao ser acionado, dispara um alarme de 110 decibéis, audível em até 50 km, causando desorientação no agressor. Contudo, não envia localização nem permite contato remoto com autoridades (Siren, 2014).

3.4.4 Todas por uma

Aplicativo que permite enviar pedidos de ajuda com um breve balanço no celular, gerando relatórios automáticos a cada 30 segundos para os contatos cadastrados. Entretanto, necessita de Internet e pode ser ativado acidentalmente (Lima, 2019).

3.4.5 Diferenciais do VOCÊ+ SEGURA

O sistema VOCÊ+ SEGURA se diferencia por integrar de forma eficiente tecnologias modernas para garantir uma resposta rápida em situações de risco. Sua arquitetura combina *beacons Bluetooth* de baixo consumo de energia com um aplicativo móvel, permitindo o acionamento de alertas de forma prática e quase imperceptível. Além disso, possibilita o envio automático de localização em tempo real e dados pessoais para contatos de confiança, oferecendo uma solução acessível, discreta e confiável, adequada para o uso diário em diferentes ambientes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

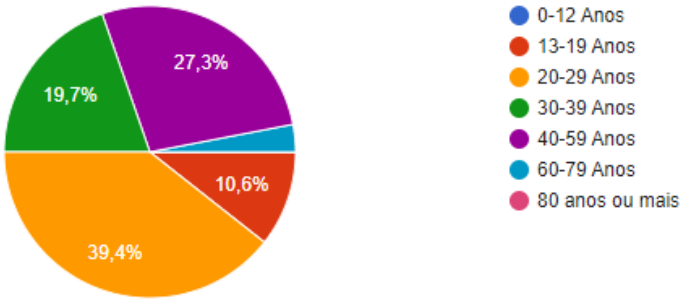
Esta seção apresenta os principais resultados obtidos, incluindo a análise dos dados, o cenário proposto, a arquitetura do sistema VOCÊ + SEGURA, suas funcionalidades e restrições. Foram definidos diversos requisitos funcionais e não funcionais, além de diferentes diagramas *Unified Modeling Language* (UML) sendo destacados apenas os principais. Também são exibidas as telas mais relevantes da aplicação, como *login*, emergência e detalhes do chamado, evidenciando o fluxo de interação do usuário e reforçando os princípios de acessibilidade, agilidade e segurança.

4.1 LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES

O levantamento de informações para o sistema VOCÊ + SEGURA identificou que a maioria das mulheres não se sentem seguras em locais públicos. Para ampliar a compreensão sobre a violência contra a mulher e avaliar a aceitação do projeto, aplicou-se um formulário *online* divulgado em grupos acadêmicos e redes sociais, como *Instagram* e grupos acadêmicos no *WhatsApp*, por meio de um *link* de acesso, respondido de forma anônima, cujos dados foram analisados por meio de gráficos. Ao todo foram 72 participantes.

A Figura 3, apresenta a distribuição da faixa etária dos participantes da pesquisa.

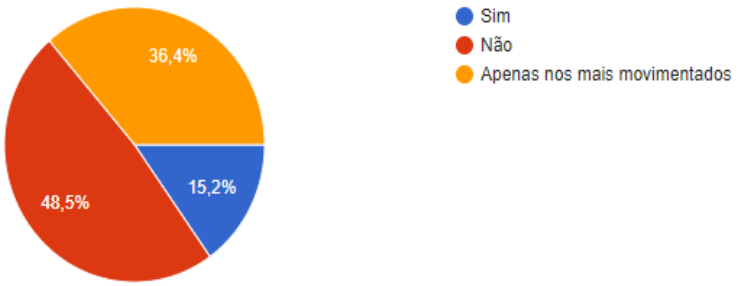
Figura 3 - Qual sua idade?



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

A Figura 4 mostra o gráfico a opinião em relação a segurança nos locais públicos, a porcentagem apresentada refere-se a 72 participantes.

Figura 4 - Você se sente segura(o) em locais públicos?



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

4.2 CENÁRIO PROPOSTO

O sistema VOCÊ + SEGURA propõe um ambiente de segurança para mulheres em risco, utilizando *beacons Bluetooth* em acessórios para envio rápido de alertas a contatos de emergência, com possibilidade futura de integração com autoridades locais.

4.2.1 Arquitetura do sistema de comunicação

O sistema de comunicação VOCÊ + SEGURA, é representado a seguir através de um fluxo de dados, desde o acionamento do alerta até o envio das informações aos contatos de emergência.

Figura 5 - Exemplo de funcionamento

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

4.2.2 Funcionalidades Principais

As principais funcionalidades do sistema incluem:

a) cadastro e *Login*: a usuária pode se cadastrar e fazer *login* no aplicativo, utilizando informações como nome, CPF, telefone e senha;
b) registro de dispositivos (*beacon)*: permite à usuária cadastrar dispositivos *beacon* que serão utilizados para acionar o alerta de emergência;
c) configuração de método de acionamento: a usuária pode configurar como o alerta será ativado, seja através de múltiplos toques no *Beacon* ou pressionando um botão na interface do aplicativo;

d) envio de alertas via SMS: o sistema envia um SMS para os contatos de emergência cadastrados, contendo a localização em tempo real e os dados pessoais da usuária;
e) geolocalização em tempo real: a localização da usuária é enviada continuamente enquanto o alerta estiver ativo, com atualização periódica.

4.2.3 Restrições do Projeto

O desenvolvimento do sistema está sujeito às seguintes restrições:

a) compatibilidade de dispositivos: o sistema depende de *smartphones* que possuam suporte para *Bluetooth Low Energy* (BLE), o que limita o uso em dispositivos mais antigos ou sem essa tecnologia;
b) dependência de conectividade: o envio de alertas e da localização em tempo real requer uma conexão ativa com a *Internet*. Em locais com baixa cobertura de rede, a eficácia do sistema pode ser comprometida;
c) legislação de privacidade: o sistema deve estar em conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), garantindo que os dados das usuárias sejam armazenados e transmitidos de forma segura, com o consentimento apropriado;
d) consumo de bateria: o uso contínuo de geolocalização e *Bluetooth* pode resultar em um aumento significativo no consumo de bateria, especialmente em situações de uso prolongado.

4.3 REQUISITOS DO SISTEMA

Os requisitos de um sistema correspondem às descrições dos serviços que ele deve fornecer e às restrições de sua operação, refletindo as necessidades dos usuários para atender a um propósito específico. O processo de identificar, analisar, documentar e validar esses requisitos é denominado engenharia de requisitos (Sommerville, 2011).

Os requisitos funcionais descrevem os serviços e comportamentos que o sistema deve apresentar em resposta as entradas específicas, ou seja, aquilo que o *software* efetivamente deve realizar (Valente, 2020). Já os requisitos não funcionais

tratam das restrições e características de qualidade, como desempenho, segurança, disponibilidade e usabilidade, influenciando diretamente o modo como o sistema opera (Valente, 2020).

No desenvolvimento do aplicativo VOCÊ + SEGURA foram levantados diversos requisitos funcionais e não funcionais. No entanto, optou-se por apresentar apenas no Quadro 1, o requisito considerado central para o projeto, o acionamento do alerta via *Beacon*. Esse requisito garante que a usuária possa enviar alertas de forma rápida e discreta em situações de risco, representando o núcleo da proposta tecnológica do sistema.

Quadro 1 - RF-11: Acionar alerta via *beacon*

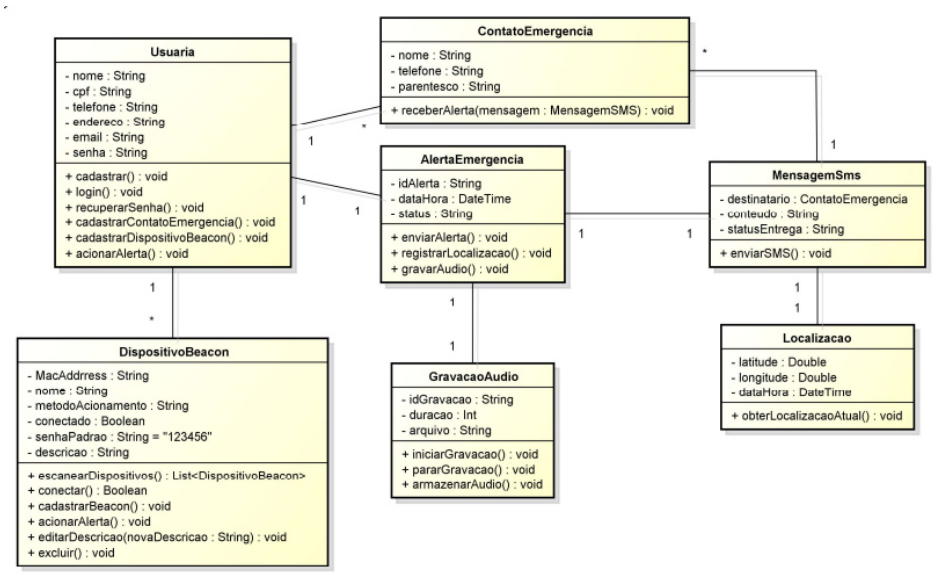
REQUISITOS FUNCIONAIS			
RF-11 Acionar alerta via *beacon*			
Descrição detalhada do Requisito Funcional:			
O alerta pode ser acionado automaticamente quando a usuária interagir com um dispositivo *beacon* previamente cadastrado. O método de interação com o *beacon* será configurado previamente (como pressionamento múltiplo, longo ou curto repetitivo).			
REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS RELACIONADOS			
Descrição detalhada da regra/restrição		**Natureza**	**Tipo**
RNFR-11.1	Garantir que o acionamento do alerta via *beacon* ocorra de maneira rápida e confiável.	Desempenho	Obrigatório
RNFR-11.2	O sistema deve garantir que o alerta seja acionado de forma confiável mesmo se o aplicativo estiver em segundo plano, sem afetar a performance do dispositivo.	Confiabilidade	Obrigatório
RNFR-11.3	Garantir que o sistema verifique e evite acionamentos acidentais do alerta, solicitando uma confirmação antes de iniciar o processo, quando acionado via interface do aplicativo.	Segurança	Obrigatório
RNFR-11.6	Após o acionamento, o sistema deve continuar enviando alertas mesmo em caso de falha de conexão, tentando novamente até que a mensagem seja entregue.	Confiabilidade	Obrigatório

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

4.4 DIAGRAMA DE CLASSE

O diagrama de classes é um dos mais utilizados na *Unified Modeling Language* (UML) por representar de forma estruturada os tipos de objetos de um sistema e seus relacionamentos estáticos. Ele descreve atributos, operações e restrições das classes, sendo representado graficamente por compartimentos que indicam nome, propriedades, comportamentos e diferentes formas de associação e generalização (Fowler 2007, p. 52). A Figura 6, apresenta o diagrama de classe do sistema VOCÊ + SEGURA.

Figura 6 - Diagrama UML Classe



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

4.5 TELAS DO APLICATIVO

Nesta seção, são apresentadas as principais interfaces gráficas desenvolvidas para o sistema VOCÊ + SEGURA, com o objetivo de ilustrar as funcionalidades centrais do aplicativo. As telas foram projetadas com ênfase em usabilidade e acessibilidade, de modo a facilitar a interação da usuária em situações de risco, assegurando agilidade e clareza durante o uso.

4.5.1 Tela de Login

A Figura 7 exibe a tela de *login* que permite o acesso fornecendo a conta de usuário e senha, além de oferecer opções de entrada com *Facebook*, *Google* e *Apple*. Caso o usuário não possua uma conta, há a opção de cadastro para novo acesso.

Figura 7 - Tela de *login*

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

4.5.2 Tela de emergência

A Figura 8, apresenta a tela de emergência permite que o usuário solicite ajuda imediata enviando um botão, enviando seus dados e localização em tempo real para a polícia. O objetivo é garantir uma resposta rápida em situações de perigo.

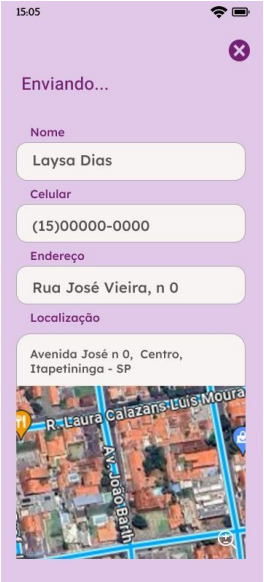
Figura 8 - Tela de Emergência

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

4.5.3 Tela Detalhes do Chamado

A Figura 9, exibe a tela de envio dos dados do usuário para a polícia e contatos de emergência, incluindo localização em tempo real, telefone e um áudio gravado pela vítima.

Figura 9 - Tela de Detalhes de chamado



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema VOCÊ + SEGURA foi desenvolvido para oferecer uma solução tecnológica prática e acessível de segurança para mulheres em situações de risco. Utilizando *beacons bluetooth* integrados a *smartphones*, permite o envio rápido e discreto de alertas a contatos de emergência, funcionando como uma ferramenta eficaz de proteção pessoal.

Durante o desenvolvimento, foram realizados levantamentos de soluções semelhantes, escolha das tecnologias e criação de protótipos. A combinação de *Flutter interface*, *Firebase* para sincronização em tempo real e *beacons bluetooth* garantiu eficiência e viabilidade.

Alguns desafios permanecem, um deles é o envio de alertas diretamente a autoridades, o que exige parcerias com órgãos públicos e envolve questões legais e técnicas. Outro desafio foi a impossibilidade de manter o *app* em pleno funcionamento

em segundo plano, o que compromete sua operação contínua, esse desafio permanece sendo um ponto essencial a ser aprimorado em versões futuras. Também não foi possível permitir a troca de ícone pelo usuário, devido a restrições do *Flutter* e dos sistemas *Android/iOS*.

Como trabalhos futuros, pretende-se realizar testes de compatibilidade com *beacons* de diferentes fabricantes, análise do consumo de bateria e testes integrados em situações reais, visando robustez e melhor experiência das usuárias. Futuramente, o sistema poderá evoluir com inteligência artificial para detecção de comportamentos suspeitos, integração com forças de segurança, monitoramento contínuo e dispositivos vestíveis avançados.

Em síntese, o VOCÊ + SEGURA já se mostra promissor, ele foi submetido ao processo seletivo para participar do instituto TIM, o qual tem como missão criar e potencializar ações e estratégias inovadoras para a democratização do conhecimento, ciência e tecnologia, que promovam o desenvolvimento humano no Brasil, consequentemente, o sistema VOCÊ + SEGURA foi um dos projetos selecionado em todo o Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDROID DEVELOPERS. **Visão geral do Bluetooth**. Publicado em 2023. Disponível em: <https://developer.android.com/guide/topics/connectivity/bluetooth?hl=pt-br>. Acesso em: 10 mar. 2024.

ASHTON, Kevin. **A Internet Das Coisas.** Publicado em 2021. Disponível em: https://www.ayga.com.br/post/a-internet-das-coisas. Acesso em 21 abr. 2024.

BLUETOOTH SIG. **Find Me profile**. Publicado em 2024. Disponível em: https://www.bluetooth.com/specifications/specs/find-me-profile-1-0/. Acesso em: 29 fev. 2024.

CARVALHO, Priscila. **Pesquisa Exploratória**. Publicado em 2022. Disponível em: https://cip.brapci.inf.br/download/219987?utm_source=chatgpt.com. Acesso em 15 mai 2025.

CONSELHO NACIONAL DE JUSTIÇA. **Novo painel da violência contra a mulher é lançado durante sessão ordinária do CNJ - Portal CNJ**. Publicado em 2025. Disponível em: https://www.cnj.jus.br/novo-painel-da-violencia-contra-a-mulher-e-lancado-durante-sessao-ordinaria-do-cnj/. Acesso em 30 out 2025.

DART. **Dart overview**. Publicado em 2024. Disponível em: <https://dart.dev/overview>. Acesso em: 1 mar. 2024.
FIREBASE. **Documentação do Firebase**. Publicado em 2022. Disponível em: <https://firebase.google.com/docs?hl=pt-br>. Acesso em: 24 mar. 2024.

———. **Firebase Realtime Database**. Publicado em 2023. Disponível em: <https://firebase.google.com/docs/database?hl=pt-br>. Acesso em: 10 mar. 2024.

FLUTTER. **Flutter documentation**. Publicado em 2024. Disponível em: <https://docs.flutter.dev/>. Acesso em: 1 mar. 2024.

FÓRUM BRASILEIRO DE SEGURANÇA PÚBLICA. **17° Anuário Brasileiro de Segurança Pública.** São Paulo: Fórum Brasileiro de Segurança Pública, 2023. Disponível em: https://forumseguranca.org.br/wp-content/uploads/2023/07/anuario-2023.pdf. Acesso em: 20 abr. 2024.

FOWLER, Martin. **UML essencial: um breve guia para a linguagem-padrão de modelagem de objetos.** 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2007. Disponível em: https://www.kufunda.net/publicdocs/UML%20Essencial%20(Martin%20Fowler).pdf. Acesso em: 7 abr. 2025.

FUNDO BRASIL. **Violência contra a mulher: Como identificar e combater?** Publicado em 2021. Disponível em:https://www.fundobrasil.org.br/blog/violencia-contra-a-mulher-como-identificar-e-combater/ Acesso em 20 nov.2023

GOOGLE MAPS. **Documentação da Plataforma Google Maps**. Publicado em 2020. Disponível em: <https://developers.google.com/maps/documentation?hl=pt-br>. Acesso em: 24 mar. 2024.

HERNÁNDEZ, Alicia. **5 sinais de violência psicológica (e como ajudar quem sofre com isso).** Publicado em 2023. Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/articles/cld1n9v7ke2o. Acesso em 28 mar 2025.

JAMCORDER. **Flutter_blue_plus.** Publicado em 2025. Disponível em: https://pub.dev/packages/flutter_blue_plus. Acesso em: 16 abr. 2025.

KNIESS, Andressa. **O que é pesquisa qualitativa?** Publicado em: 2022. Disponível em: https://ibpad.com.br/politica/o-que-e-pesquisa-qualitativa/. Acesso em 15 mai 2025.

LIMA, Matheus. **Todas Por Uma.** Publicado em: 2019. Disponível em: https://todasporuma.com/#apoiadores. Acesso em 01 mai. 2024.

MANSUIDO, Mariane. **Você conhece os tipos de violência contra a mulher?.** Publicado em 2020. Disponível em: https://www.saopaulo.sp.leg.br/mulheres/voce-conhece-os-tipos-de-violencia-contra-a-mulher/. Acesso em 14 abr 2025.

MAURICIO, Eduardo. **Crime de violência patrimonial e seus reflexos penais.** Publicado em 2023. Disponível em: https://www.conjur.com.br/2023-dez-21/o-crime-de-violencia-patrimonial-e-seus-reflexos-penais/. Acesso em 28 mar. 2025.

MINISTÉRIO DAS MULHERES.**Governo Federal lança dados do Ligue 180**.Publicado em 2025. Disponível em: https://www.gov.br/secom/pt-br/assuntos/noticias/2025/08/governo-federal-lanca-painel-de-dados-do-ligue-180-e-reforca-transparencia-no-enfrentamento-a-violencia-contra-mulheres. Acesso em: 30 out 2025.

ORACLE. **O que é Internet of Things (IoT)?** Publicado em 2021. Disponível em: https://www.oracle.com/br/internet-of-things/what-is-iot/P. Acesso em: 15 mar. 2024.

RIBEIRO, Maria Fernanda C.; PEREIRA, Monica M. SALVE TODAS: Um Sistema Inteligente para Auxiliar na Segurança das Mulheres. *In.Women Information Technology* (WIT), 16, 2022, Niterói. **Anais** [...] Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2022. p. 133-144. Publicado em 31/07/2022.
Disponível em: https://sol.sbc.org.br/index.php/wit/article/view/20866. Acesso em: 04 mai.2023.

ROSÁRIO, Mariana. **Violência contra a mulher: 21,4 milhões sofreram algum tipo de agressão nos últimos 12 meses.** Publicado em 2025. Disponível em: https://oglobo.globo.com/brasil/noticia/2025/03/10/violencia-contra-a-mulher-214-milhoes-sofreram-algum-tipo-de-agressao-no-ultimo-ano-mostra-pesquisa.ghtml. Acesso em: 31 out 2025.

SAAD, Fabi. SOS MULHER – **Permite que a vítima de violência doméstica chame ajuda apenas apertando o botão do celular, procurando a viatura mais próxima do local.** Publicado em 2019. Disponível em: https://www.sosmulher.sp.gov.br/. Acesso em: 23 set.2023

SANTANA, Bruna. **O que é violência moral?** Publicado em 2024. Disponível em: https://www.jusbrasil.com.br/artigos/o-que-e-violencia-moral/1982279798. Acesso em 28 mar 2025.

SIREN RING. **Anel sirene.** Publicado em 2014. Disponível em: https://sirenring.com/collections/all/products/sirenring-gold-carnelian. Acesso em 02 mai.2024

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de Software.** Publicado em 2011. Disponível em: https://www.facom.ufu.br/~william/Disciplinas%202018-2/BSI-GSI030-EngenhariaSoftware/Livro/engenhariaSoftwareSommerville. Acesso em 2024.

VALENTE, Marco Tulio. **Engenharia de Software Moderna: princípios e práticas para desenvolvimento de software com produtividade.** Independente, 2020. Disponível em: https://engsoftmoderna.info/. Acesso em: 07 abr. 2025.

ViaCEP - **Webservice CEP e IBGE gratuito**. Publicado em 2020. Disponível em: <https://viacep.com.br/>. Acesso em: 7 set. 2025.

A RELEVÂNCIA DO PORTO DE SANTOS PARA AS EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS: UM ESTUDO SOBRE LOGÍSTICA E COMPETITIVIDADE NO COMÉRCIO EXTERIOR

THE RELEVANCE OF THE PORT OF SANTOS FOR BRAZILIAN EXPORTS: A STUDY ON LOGISTICS AND COMPETITIVENESS IN FOREIGN TRADE

Beatriz Antunes de Morais[1]
Beatriz Soares de Oliveira[2]
Marcus Vinicius da Silva Alves[3]
Helder Boccaletti[4]

RESUMO: Este artigo analisa a relevância do Porto de Santos nas exportações brasileiras, com foco em sua infraestrutura logística e os impactos sobre a competitividade no comércio exterior. A pesquisa tem uma abordagem qualitativa, descritiva e documental, abrangendo o período de 2018 a 2024, a partir de relatórios institucionais, documentos técnicos e literatura especializada em logística portuária e seus desafios, com foco no Porto de Santos (SP), utiliza dados oficiais da Agência Nacional de Transportes Aquaviários e da Autoridade Portuária de Santos, além de revisão bibliográfica, relacionada à evolução da movimentação de cargas, os investimentos realizados e os gargalos existentes. Os resultados indicam que, embora o Porto de Santos tenha alcançado recordes de movimentação e recebido expressivos investimentos, persistem desafios relacionados à infraestrutura de acesso ao porto e sua capacidade operacional. A modernização tecnológica torna-se determinante para a eficiência das operações e para a redução de custos logísticos. A análise SWOT aponta a competitividade do porto como fator determinante para sua consolidação como principal *hub* logístico da América Latina embora para que se efetive seja necessário a concretização dos investimentos e a superação dos gargalos logísticos identificados.
Palavras-chave: Gargalos Logísticos; Eficiência; Infraestrutura Logística; Movimentação de Cargas.

ABSTRACT: This study has analyzed the relevance of the Port of Santos for Brazilian exports, highlighting its logistics infrastructure and the impacts on competitiveness in foreign trade. The research has used official data from the National Waterway Transport Agency (ANTAQ) and the Port Authority of Santos, as well as a bibliographic review, to understand the evolution of cargo handling between 2018 and 2024, the investments made, and the existing bottlenecks. The results have indicated that, although the Port of Santos has achieved record cargo handling and received significant investments, challenges related to access infrastructure and operational capacity have persisted. Technological modernization has proven decisive for operational efficiency and for reducing logistics costs. The SWOT analysis has revealed strengths, weaknesses, opportunities, and threats that influence the port's competitiveness, showing that its consolidation as the main logistics hub in Latin America depends on the effective implementation of investments and the overcoming of the identified bottlenecks.
Keywords*:* Cargo Handling; Efficiency; Logistical Bottlenecks; Logistics Infrastructure.

Formando em Comércio Exterior- Fatec Itapetininga – biaantns13@gmail.com[1]
Formando em Comércio Exterior- Fatec Itapetininga – beatrizsoresdoliveira1008@gmail.com[2]
Formando em Comércio Exterior- Fatec Itapetininga – marcusvncs140197@gmail.com[3]
Orientador: Prof. Helder Boccaletti – helder@fatecitapetininga.edu.br[4]

1 INTRODUÇÃO

A logística portuária é muito relevante no crescimento econômico do Brasil, ao possibilitar a integração das cadeias produtivas nacionais junto aos mercados internacionais, sendo os portos, elementos para viabilizar a circulação de cargas, fomentar exportações e ampliar a competitividade das empresas brasileiras. Abordar questões relacionadas à eficiência logística e a infraestrutura portuária é essencial para compreender os desafios e as oportunidades relacionados ao comércio exterior.

Este artigo analisa a relevância do Porto de Santos (SP), o maior da América Latina em volume de cargas, em relação as exportações brasileiras de cargas conteinerizadas, tendo como foco na infraestrutura e nos gargalos logísticos e a influência sobre a competitividade no comércio exterior quanto a atual capacidade operacional do Porto de Santos, entre 2018 e 2024, analisa se a estrutura disponível tem sido suficiente para atender à crescente movimentação de cargas, tomando como base os investimentos realizados no período, as limitações físicas e operacionais do porto, e as possíveis consequências logísticas caso a demanda continue crescendo sem que haja a devida modernização e ampliação da infraestrutura.

A movimentação de cargas no Porto de Santos tem crescido nos últimos anos, devido ao aumento das exportações. Para Castro e Teixeira (2021), a infraestrutura logística do porto exerce papel estratégico no comércio exterior brasileiro, mas enfrenta desafios operacionais que podem comprometer sua competitividade.

Uma gestão portuária eficiente e investimentos em modernização, são fundamentais para a redução de custos e melhoria do fluxo logístico. Dados da ANTAQ (2025), indicam um crescimento expressivo na movimentação de cargas entre 2018 e 2024, evidenciando a necessidade de ampliação da capacidade portuária para evitar gargalos operacionais (Lima, 2019). A eficiência na movimentação de cargas conteinerizadas é essencial para otimizar e garantir a sustentabilidade do crescimento das exportações, sendo fatores determinantes a realização de investimentos na modernização e expansão do porto.

Kirchner e Lucas (2018) destacam a relação direta entre a eficiência dos terminais e a competitividade nacional; a Autoridade Portuária de Santos (2020) aponta que os investimentos em dragagem, berços de atracação e acessos terrestres

sua localização geográfica, integração multimodal e serviços especializados (Costa, 2022), contribuem para o aumento da capacidade operacional do porto; uma vez que a movimentação de granéis, contêineres e cargas agrícolas consolidam o Porto de Santos como principal corredor de exportações do Brasil (Portus, 2024).

2 METODOLOGIA

A metodologia adotada neste estudo visa analisar a relevância do Porto de Santos (SP), nas exportações brasileiras, com ênfase na infraestrutura portuária e seus impactos na competitividade, no período de 2018 a 2024. A pesquisa foi classificada como exploratória e descritiva, pois busca desenvolver hipóteses e ideias para posterior averiguação, conforme destacado por Gil (2018).

Um levantamento bibliográfico fundamentou teoricamente a pesquisa, com base em autores que abordam logística e a infraestrutura portuária. Assim, do ponto de vista dos procedimentos técnicos, utilizou-se a pesquisa bibliográfica e documental, sendo a abordagem da pesquisa de natureza qualitativa, com o objetivo de enriquecer os resultados. Segundo Freitas e Jabbour (2011), a pesquisa qualitativa se caracteriza pelo foco na interpretação dos fenômenos relevantes ao estudo.

Quanto aos procedimentos técnicos, a pesquisa bibliográfica baseou-se em livros, artigos científicos, dissertações, teses e publicações institucionais relacionados à logística portuária, comércio exterior, infraestrutura e competitividade. A pesquisa documental concentrou-se na análise de relatórios institucionais, publicações corporativas e documentos técnicos disponibilizados pelo Porto de Santos (Yin, 2015).

Também utilizou fontes oficiais como a Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Receita Federal, Portal Único Siscomex e relatórios da Companhia Docas do Estado de São Paulo (Codesp) assegurando a confiabilidade das informações. A análise dos dados incluiu a interpretação de tabelas, gráficos e comparações que evidenciam tendências relevantes para o estudo, relacionando os resultados obtidos por meio de diferentes fontes documentais para estabelecer conexões significativas.

A busca foi realizada principalmente no Google Scholar e em *sites* institucionais, utilizando palavras-chave como “Porto de Santos”, “logística portuária”, “infraestrutura” e “modernização”. A seleção dos materiais seguiu critérios de inclusão

baseados em relevância temática e temporalidade (2010–2024), nos idiomas português e inglês.

No entanto, as informações coletadas foram sistematizadas e analisadas de forma comparativa, permitindo identificar os principais impactos do Porto de Santos relacionados à logística portuária, comércio exterior, infraestrutura e competitividade

Para assegurar a confiabilidade e validade dos resultados obtidos, a abordagem qualitativa permitiu validar as informações a partir da convergência de evidências, conforme proposto por Yin (2015) e Gil (2018). Os dados quantitativos referentes à movimentação de cargas e investimentos foram extraídos de relatórios oficiais da Autoridade Portuária de Santos (2024, 2025a), da ANTAQ (2023, 2025) e da CODESP (2024), enquanto as interpretações teóricas foram confrontadas com estudos de Castro e Teixeira (2021), Lima *et al.* (2022) e ILOS (2022), garantindo coerência entre as evidências empíricas e a fundamentação teórica.

Por fim, como ferramenta de análise estratégica a matriz SWOT possibilita identificar forças e fraquezas internas, além de oportunidades e ameaças externas relacionadas a relevância do Porto de Santos (SP), nas exportações brasileiras, com ênfase na infraestrutura portuária e seus impactos na competitividade (GIL, 2018).

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 LOGÍSTICA E SUA IMPORTÂNCIA NO COMÉRCIO EXTERIOR

A logística é fundamental para o funcionamento das cadeias produtivas e de suprimentos, responsável por planejar, executar e controlar o fluxo de materiais, serviços e informações desde a origem até o destino, a fim de proporcionar o nível de serviço desejado ao menor custo possível, otimizando processos como transporte, armazenamento, manuseio de materiais e distribuição (Ballou, 2006).

Seu papel estratégico é notável em setores como comércio exterior, indústria, varejo e serviços, contribuindo diretamente para a competitividade das organizações, ao evoluir de uma atividade operacional para uma função estratégica, integrando diferentes áreas da empresa e da cadeia de suprimentos. A globalização e o avanço das tecnologias da informação também impulsionaram mudanças significativas, exigindo maior eficiência e integração entre os elos logísticos.

Nesse contexto, a logística portuária surge como um elo vital, especialmente em países com forte vocação exportadora como o Brasil, uma vez que trata da gestão das operações em portos, do recebimento, movimentação, armazenagem e expedição de cargas, essencial para garantir a fluidez, custos e nos prazos de entrega no comércio internacional, pois os portos são pontos de conexão entre modais de transporte e destinos globais (Novaes, 2007).

A integração dos modais de transporte com a infraestrutura portuária é um dos maiores desafios da logística portuária no Brasil, visto que, a falta de investimentos, gargalos logísticos e burocracia podem comprometer o desempenho, tornando a modernização e a gestão eficiente indispensáveis para garantir um fluxo contínuo de cargas e atrair novos negócios para o país.

A logística portuária deve ser pensada de forma integrada com o restante da cadeia de suprimentos, destaca a importância de um planejamento logístico eficiente para evitar gargalos, reduzir custos e melhorar a competitividade das exportações.

3.2 TIPOS DE MODAIS DE TRANSPORTE

As diversas modalidades de transporte são intrínsecas para uma adequada logística portuária, envolvendo desde o rodoviário até o marítimo.

O modal rodoviário é predominante no Brasil, responde por mais de 60% da matriz de transporte de cargas do país (CNT, 2023). Suas principais vantagens incluem flexibilidade operacional, abrangência territorial e facilidade de acesso a áreas remotas, maior agilidade e rapidez, indicado para curtas distâncias (Ballou, 2006).

O transporte ferroviário caracteriza-se pela movimentação em trilhos, indicado para o escoamento de grandes volumes de carga a médias e longas distâncias (Ballou, 2006). Para Rodrigues (2017), o modal apresenta alta capacidade de carga e baixo custo operacional por tonelada-quilômetro, além de maior segurança e menor emissão de poluentes em comparação ao transporte rodoviário.

O aquaviário é um dos mais utilizados no comércio exterior devido à sua grande capacidade e ao baixo custo de transporte por tonelada. Segundo Bowersox, Closs e Cooper (2013), é eficiente em grandes volumes de cargas e longas distâncias, essencial para a movimentação de *commodities*, como minérios, petróleo, soja e

milho. O Brasil, com uma extensa costa marítima e uma grande rede hidroviária, tem no transporte aquaviário um papel estratégico na logística nacional e internacional.

Apesar de suas vantagens, o modal aquaviário ainda enfrenta desafios no Brasil, como a necessidade de maior integração com os demais modais e a modernização dos portos e hidrovias. A falta de investimentos em infraestrutura, a burocracia e os altos custos logísticos afetam o desempenho do setor. Ainda assim, é consenso entre especialistas que a ampliação do uso desse modal é essencial para a competitividade do país no comércio internacional (Nery, 2021).

3.2.1 Tipos de Modais Aquaviários

Para Martins, Pereira e Fernandes (2009), o modal aquaviário se divide em três categorias principais: o transporte marítimo, a cabotagem e o transporte fluvial.

- Marítimo: responsável direto por exportações e importações, conectando os portos nacionais aos principais mercados internacionais, ideal para longas distâncias e grandes volumes de carga. De acordo com a Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ, 2023), é responsável por cerca de 95% do comércio exterior brasileiro em termos de volume, essencial para a competitividade das exportações de *commodities* como minério de ferro, soja e petróleo;
- Cabotagem: refere-se à navegação entre portos do mesmo país, uma alternativa eficiente ao transporte rodoviário. No Brasil é estratégico para a integração e redução dos custos logísticos internos e segundo a ANTAQ (2023), representa cerca de 11% da matriz brasileira de transporte utilizada para contêineres, combustíveis e produtos industriais ao longo da costa. O Programa BR do Mar (Brasil, 2021), busca ampliar a participação da cabotagem no transporte nacional, reduzindo custos logísticos, diminuindo a dependência do transporte rodoviário e promovendo maior sustentabilidade no setor;
- Fluvial: se destaca pela eficiência energética e menor impacto ambiental no escoamento de cargas em regiões interiores, como na Bacia Amazônica e na Hidrovia Tietê-Paraná, a mais movimentada hidrovia do país. Apesar de ainda pouco explorado em relação ao seu potencial, possui destaque na região Norte do Brasil, onde representa uma das principais formas de deslocamento de pessoas e mercadorias devido à geografia local

Segundo Rodrigues (2014), a escolha do tipo de transporte aquaviário deve considerar aspectos como tipo de carga, tempo de trânsito, custo e disponibilidade de infraestrutura. A integração desses modais com as rodovias e ferrovias é fundamental para garantir um fluxo logístico eficiente. Investimentos em infraestrutura portuária e na modernização das hidrovias são apontados como estratégias prioritárias para ampliar a eficiência e a participação do transporte aquaviário na matriz nacional.

3.3 IMPORTÂNCIA DOS PORTOS NO COMÉRCIO EXTERIOR

Os portos brasileiros têm exercido papel essencial no comércio global, responsáveis pela maior parte das exportações e importações nacionais. A eficiência portuária influencia diretamente nos custos logísticos e na capacidade de atender mercados internacionais com confiabilidade *(*Sousa *et al.,* 2019).

A eficiência portuária está diretamente relacionada à competitividade dos produtos brasileiros no mercado internacional. Portos bem estruturados e com processos ágeis contribuem para a diminuição dos prazos de entrega, a redução de custos com armazenagem e transporte, além de maior confiabilidade no serviço. Por isso, políticas públicas de modernização e desburocratização portuária são fundamentais para impulsionar o comércio exterior brasileiro (Farias, 2020).

O Brasil conta com diversos portos estratégicos, sendo o Porto de Santos, o maior e mais movimentado da América Latina, responsável por cerca de 28% da balança comercial brasileira, segundo dados da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ, 2023a), o Porto de Paranaguá destaque nas exportações de grãos, especialmente soja e milho (ANTAQ, 2023a), alguns dos mais relevantes.

Portos da região do Arco Norte — como os de Itaituba (Miritituba), Santarém, Barcarena e Itaqui, se destacam como importantes alternativas para o escoamento da produção agrícola do Centro-Oeste, com a expansão da Ferrovia Norte-Sul, ao facilitar a conexão entre as regiões produtoras e esses portos. A interligação ferroviária e hidroviária tem contribuído para a redução de custos logísticos e para o descongestionamento dos portos do Sudeste e Sul do país (Conab, 2023).

Em 2024, os portos do Arco Norte responderam por cerca de 39% das exportações brasileiras de soja - cerca de 48 milhões de toneladas entre janeiro e outubro (Canal Rural, 2024), e de milho 47,2% do total nacional no acumulado até

novembro de 2024 (Conab, 2024). Os destaques individuais ficam para o Porto de Itaqui (MA), que movimentou 20,3 milhões de toneladas de grãos, e para Barcarena (PA), com 19,1 milhões de toneladas, representando, juntos, mais de 20% da exportação nacional desses produtos (UDOP, 2024).

Cada porto possui vocações específicas conforme sua localização, estrutura e acesso multimodal. A diversidade de portos permite ao Brasil uma maior capilaridade logística e facilita o escoamento da produção de diferentes regiões. No entanto, ainda são necessárias melhorias em infraestrutura, automação e integração modal para garantir maior eficiência operacional e competitividade global.

A modernização da infraestrutura e dos terminais portuários permite o aumento da movimentação de cargas, a geração de empregos e atração de investimentos. Nesse sentido, o Porto de Santos (SP), se destaca como o principal terminal portuário do país, servindo como elo crucial na cadeia logística nacional e oferecendo condições para que o Brasil mantenha competitividade no comércio exterior.

3.4 O PORTO DE SANTOS NO CONTEXTO NACIONAL

O Porto de Santos, litoral do estado de São Paulo, é o principal porto do Brasil em volume de carga e valor movimentado. Sua importância estratégica se deve à sua localização geográfica privilegiada e à sua proximidade com o maior centro industrial e consumidor do Brasil, é o maior porto do país, com aproximadamente 25% da movimentação de cargas do país (Autoridade Portuária de Santos, 2020).

Segundo dados da ANTAQ (2023a), o porto é responsável por quase um terço do comércio exterior brasileiro, operando cargas de diferentes naturezas, como grãos, açúcar, café, contêineres, combustíveis e veículos.

Nos últimos anos, o Porto de Santos tem investido em tecnologia, expansão de terminais e modernização de equipamentos, promovendo maior eficiência e agilidade nas operações portuárias (Santos Brasil, 2019; Autoridade Portuária de Santos, 2020). Além disso, a integração com os modais rodoviário e ferroviário tem fortalecido a competitividade do porto, tornando-o referência no cenário nacional e internacional.

3.4.1 Dados Operacionais do Porto de Santos

Em 2024, o Porto de Santos registrou a atracação de 5.557 embarcações, representando um aumento de 1,9% em relação ao ano de 2023, evidenciando o crescimento contínuo das operações portuárias no complexo santista (Autoridade Portuária de Santos, 2024).

A movimentação total de cargas de cerca de 180 milhões de toneladas em 2024, um novo recorde histórico com um crescimento de 3,8% em comparação ao ano anterior. No que se refere à movimentação de contêineres, o porto superou a marca de 5,4 milhões de TEUs (unidades equivalentes a contêineres de 20 pés), uma alta de 14,7% em relação ao ano anterior (Autoridade Portuária de Santos, 2025a).

Entre os granéis sólidos, destacaram-se: soja em grãos (27,8 milhões de toneladas), açúcar (27,0 milhões de toneladas, com aumento de 17,8%) e milho (15,9 milhões de toneladas). Os granéis líquidos somaram 19,6 milhões de toneladas, aumento de 1,2%, sendo a gasolina e o óleo diesel os destaques, com crescimentos de 48,2% e 25,8%, respectivamente (Autoridade Portuária de Santos, 2025a).

O Porto de Santos é o principal complexo portuário da América Latina, e o valor das operações internacionais de US$ 174,4 bilhões, confirma a importância infraestrutura portuária para o país (Autoridade Portuária de Santos, 2024).

A China permanece como o principal parceiro comercial do Porto de Santos, respondendo por 27% das trocas internacionais. Em âmbito nacional, o Estado de São Paulo liderou com 53,7% das operações comerciais realizadas no porto (Autoridade Portuária de Santos, 2024).

3.4.2 A Infraestrutura Logística e de Acesso ao Porto de Santos

A infraestrutura logística do Porto de Santos tem grande importância em sua posição de destaque no comércio exterior brasileiro, são mais de 50 berços de atracação, uma rede de terminais especializados na movimentação de diferentes tipos de cargas, como granéis sólidos, granéis líquidos, carga geral e contêineres que possibilita uma operação eficiente e flexível, capaz de atender à demanda de diversos setores (CODESP, 2024).

O Porto de Santos também se destaca pelo uso de tecnologias em seus processos operacionais como o Porto Sem Papel e o uso de plataformas digitais de agendamento para a automação e agilização das operações, reduzindo o tempo de

permanência dos navios e melhorando a produtividade. A aplicação de soluções tecnológicas nos portos é fundamental para a integração da cadeia logística e a redução de custos operacionais (Bertaglia, 2011).

Entretanto, apesar dos avanços, a infraestrutura do porto ainda apresenta limitações que afetam seu desempenho, principalmente relacionados a restrição de profundidade do canal de navegação, a saturação de alguns terminais e a falta de áreas de expansão que comprometem sua capacidade de atender ao crescimento da demanda. Segundo Rodrigues (2021), a deficiência na infraestrutura portuária brasileira é um dos principais entraves à competitividade das exportações nacionais.

Para superar essas limitações, são realizados investimentos em obras de dragagem, modernização dos equipamentos e concessões à iniciativa privada. Para Lima *et al.* (2022), a ampliação da infraestrutura portuária é essencial para que o Brasil consiga acompanhar o ritmo de crescimento do comércio internacional e se posicionar de forma mais competitiva nos mercados globais. Quanto ao acesso ao Porto de Santos, este ocorre por meio rodoviário, ferroviário e aquaviário, de forma indireta.

No rodoviário, o mais utilizado, é realizado através das rodovias Anchieta e Imigrantes, que conectam o porto à Região Metropolitana de São Paulo, a Rodovia Cônego Domênico Rangoni (SP-248) conecta o município de Guarujá ao Porto de Santos, estratégica para o acesso ao terminal portuário e ao Polo Petroquímico de Cubatão, a Rodovia Padre Manoel da Nóbrega (SP-55), ligando Santos ao Litoral Sul paulista, a Rodovia Rio-Santos (BR-101) liga o Porto de Santos ao Rio de Janeiro e outras cidades litorâneas, e o Rodoanel Mário Covas (SP-021), embora não seja uma via de acesso direto ao Porto, contribui ao otimizar o fluxo de cargas entre as principais rodovias que convergem para o porto (Autoridade Portuária de Santos, 2024).

Para Santos (2008), o modal ferroviário, embora menos utilizado, tem grande potencial para aumentar a eficiência logística para cargas de longo percurso. A integração ferroviária, por meio da Ferrovia Interna do Porto de Santos (FIPS), permite o acesso aos terminais, mas a capacidade ainda é limitada. As ferrovias que acessam o Porto de Santos são: a Ferrovia Santos-Jundiaí (FSJ), a Ferrovia Norte-Sul (FNS) e a Ferrovia Centro-Atlântica (FCA), principalmente granéis e contêineres.

Vale salientar que o uso da intermodalidade, que envolve a utilização de diferentes modais de transporte (rodoviário, ferroviário, aquaviário e aéreo) de forma integrada, é uma estratégia para otimizar a logística e reduzir os custos operacionais.

A intermodalidade permite aproveitar as vantagens de cada modal, melhorando a eficiência do transporte e o acesso aos mercados (Lima, 2019). A expansão do uso do transporte ferroviário, em especial, tem sido vista como uma alternativa viável para melhorar o acesso e reduzir custos operacionais.

3.4.3 Desafios da Infraestrutura Logística e do Acesso ao Porto de Santos

Os principais desafios enfrentados pelo Porto de Santos estão diretamente relacionados à limitação da infraestrutura logística e à dificuldade de acesso terrestre. A concentração do transporte no modal rodoviário gera congestionamentos frequentes nas vias de acesso, aumentando o tempo de espera e os custos de transporte. Além disso, a falta de sincronia entre os modais e a escassez de investimentos em infraestrutura ferroviária dificultam a fluidez das operações (Santos, 2022)

Outro desafio importante é a modernização tecnológica. Embora o porto conte com sistemas de controle e monitoramento, ainda existem processos manuais que comprometem a eficiência. Segundo estudos do Instituto de Logística e Supply Chain (ILOS, 2022), a digitalização e a automação dos processos portuários são fundamentais para aumentar a produtividade, reduzir falhas e garantir maior transparência nas operações. Esses aspectos tornam-se ainda mais relevantes diante do aumento contínuo da demanda por exportações.

3.5 COMPETITIVIDADE DO PORTO DE SANTOS

A competitividade do Porto de Santos tem como foco a redução nos custos operacionais, agilização dos processos e aumento na qualidade do atendimento às empresas exportadoras. Estudos recentes indicam que os investimentos em tecnologia, infraestrutura e gestão operacional têm sido determinantes para manter o porto como referência nacional (IBGE, 2020).

A articulação entre órgãos públicos, empresas privadas e agentes logísticos tem permitido superar desafios como congestionamentos, burocracia e variações na demanda. A contínua modernização do porto tem se refletido em maior confiabilidade, segurança e sustentabilidade das operações, consolidando o Porto de Santos como

peça-chave para a economia brasileira e para a inserção do país no comércio internacional (Autoridade Portuária de Santos, 2024).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 INVESTIMENTOS EM INFRAESTRUTURA

O Porto de Santos tem recebido uma expressiva série de investimentos nos últimos anos. Entre 2024 e 2028, são previstos cerca de R$ 21,28 bilhões em recursos através de parcerias público-privadas, R$ 12,6 bilhões em aportes públicos e R$ 8,68 bilhões em investimentos privados (Investing, 2025).

Adicionalmente, a Autoridade Portuária tem protocolado junto à ANTAQ um cronograma de investimentos de R$ 1,4 bilhão voltado à infraestrutura de acesso terrestre (SETCESP, 2025; Portal NTC, 2025). Também foi retomado o projeto de concessão do megaterminal Tecon Santos 10 (STS 10), com previsão de investimento de R$ 5,6 bilhões ao longo de 25 anos e potencial para ampliar a capacidade do porto em até 50% (Brasil, 2025; Costa Norte, 2025).

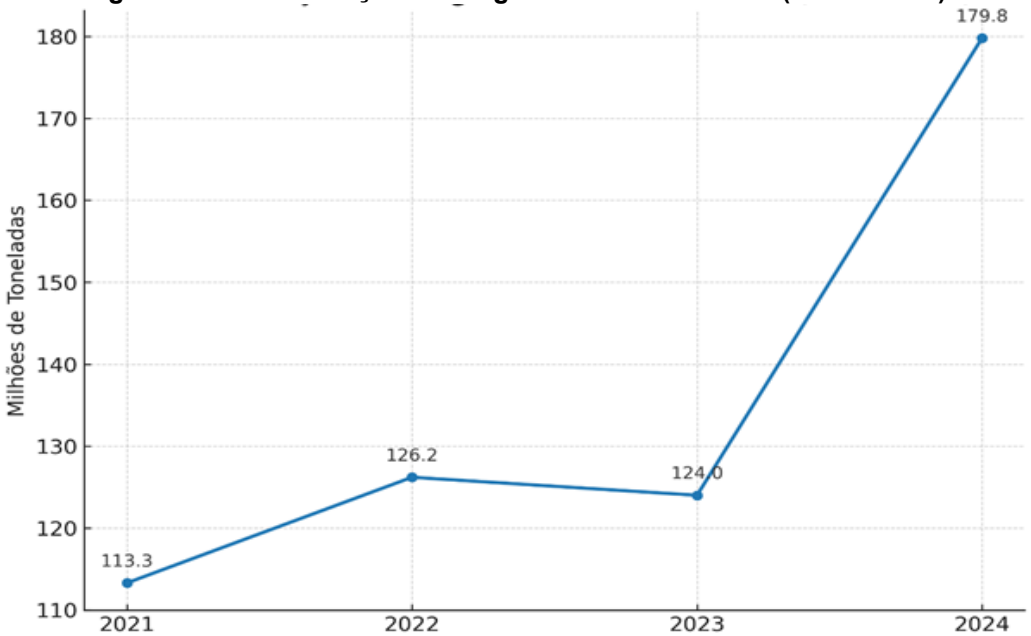
Além disso, o Ministério de Portos e Aeroportos encaminhou à ANTAQ o projeto de licitação para o canal de acesso ao Porto de Santos, contemplando R$ 6,45 bilhões em investimentos (Agência Infra, 2025a). Esse canal é responsável por ligar o estuário de Santos, onde estão localizados os terminais portuários, ao Oceano Atlântico, permitindo a entrada e saída de embarcações de grande porte e assegurando a conectividade do porto com as principais rotas marítimas internacionais (Brasil, 2025)

4.2 MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS

A movimentação total de cargas com cerca de 180 milhões de toneladas em 2024, configura um novo recorde para o Porto de Santos, um aumento de 3,8% em relação ao ano anterior (Autoridade Portuária de Santos, 2025). Em 2022, foram registrados 126,2 milhões de toneladas um crescimento de 11,42% frente a 2021 (ANTAQ, 2023). Já até novembro de 2023, uma ligeira redução num total de 124 milhões de toneladas (Poder 360, 2023).

Dados da ANTAQ (2025) e da Autoridade Portuária de Santos (2024) revelam que a eficiência operacional do porto tem se mantido estável mesmo com o aumento da demanda. Entre 2018 e 2024, o tempo médio de atracação reduziu em 12%, enquanto a produtividade dos terminais de contêineres cresceu 17%. Em comparação com o Porto de Paranaguá, Santos apresenta maior eficiência operacional, com uma média de 88,5 movimentos por hora por guindaste, contra 74 em Paranaguá (ANTAQ, 2024). Esses indicadores reforçam o impacto positivo dos investimentos em tecnologia e gestão sobre a competitividade logística do complexo santista.

Figura 1 – Movimentação de Cargas – Porto de Santos (2021 a 2024)



Fonte: Autoridade Portuária de Santos, (2025a), (ANTAQ, 2023), (Poder360, 2023).

Ao comparar o porto de Santos com outros portos internacionais, observou-se significativa diferença de escala e de nível de automação. O Porto de Antuérpia (Bélgica), por exemplo, movimentou 271 milhões de toneladas em 2023 (Port of Antwerp-Bruges, 2024), superior ao porto de Santos, com maior grau de automação e uso de energia limpa. O porto de Houston nos Estados Unidos movimentou 3,8 milhões de TEUs em 2023 (Port of Houston, 2024), enquanto o porto de Santos alcançou 5,4 milhões de TEUs em 2024 (Autoridade Portuária de Santos, 2025). Esses indicadores reforçam que o porto de Santos apresenta elevada *performance* regional, com volume expressivo de contêineres, mas ainda necessita acelerar sua digitalização e investimentos em tecnologias sustentáveis para se aproximar do padrão de eficiência dos principais *hubs* internacionais.

4.3 ANÁLISE SWOT – PORTO DE SANTOS

4.3.1 Forças (*Strengths*)

- Elevado volume de investimentos públicos e privados, o que tem fortalecido sua infraestrutura e capacidade operacional (Investing, 2025).
- A trajetória de movimentação de cargas tem alcançado recordes históricos (Autoridade Portuária de Santos, 2025a).
- Projetos estruturantes como o STS 10 e o canal de acesso têm sido priorizados, ampliando competitividade (Brasil, 2025; Agência Infra, 2025).

O Porto de Santos apresenta entre seus principais pontos fortes, a sua localização estratégica, os investimentos contínuos em infraestrutura e a confiabilidade dos dados oficiais que subsidiam análises consistentes. Soma-se a isso a integração com diferentes modais de transporte, fator que amplia sua relevância logística para o comércio exterior brasileiro.

4.3.2 Fraquezas (*Weaknesses*)

- A infraestrutura terrestre depende de investimentos significativos, embora tenha recentemente um cronograma atualizado de R$ 1,4 bilhão (SETCESP, 2025).
- A dependência de prazos longos de execução e processos licitatórios complexos restringe a agilidade na expansão logística (Agência Infra, 2025).

Quanto aos pontos fracos - os acessos terrestres deficitários, sobretudo os rodoviários, com gargalos logísticos recorrentes e os ferroviários com baixa oferta de opções. Além disso, a burocracia nos processos de concessão e execução de projetos limita a agilidade necessária para acompanhar a crescente demanda.

4.3.3 Oportunidades (*Opportunities*)

- A concessão do Tecon Santos 10 gera um potencial para ampliar a capacidade de movimentação de contêineres em 50% (Brasil, 2025; Costa Norte, 2025).

- O canal de acesso projetado para o Porto de Santos busca agilizar o tráfego marítimo e reduzir gargalos como o congestionamento de embarcações na barra, a limitação de calado para navios de grande porte, a baixa velocidade de navegação e o elevado risco de manobras em trechos estreitos, fatores que comprometem a fluidez das operações portuárias (Agência Infra, 2025).
- Parte dos investimentos vinculados à adoção de soluções sustentáveis, como equipamentos de baixa emissão e *Onshore Power* ou *Shore-to-Ship Power* ou *Cold Ironing*, uma tecnologia que permite que navios atracados em porto se conectem à rede elétrica terrestre para alimentar seus sistemas a bordo (Brasil, 2025).

As oportunidades concentram-se na expansão da capacidade operacional, na modernização tecnológica e na adoção de práticas sustentáveis, que fortalecem a competitividade internacional do porto e permitem sua consolidação como *hub* logístico da América Latina.

4.3.4 Ameaças (*Threats*)

- A execução dos investimentos pode ser impactada por atrasos regulatórios, com ameaça de suspensão de tarifas pela ANTAQ (Agência Infra, 2025).
- O processo de concessão do STS 10 tem sido alvo de disputas judiciais, como a ação da Maersk (Reuters, 2025).
- Licitações, audiências públicas e aprovações administrativas tem potencial para atrasar obras cruciais, comprometendo ganhos imediatos de eficiência.

Ameaças estão diretamente associadas à instabilidade regulatória, às disputas judiciais e aos riscos de atrasos em projetos estratégicos devido à burocracia e a mudanças políticas, fatores que comprometem a previsibilidade e a eficiência das operações portuárias.

Conforme apontam Ballou (2006) e Bowersox, Closs e Cooper (2013), a eficiência logística é resultado direto da integração entre infraestrutura, tecnologia, gestão de processos e investimentos. Os resultados empíricos observados na análise SWOT confirmam essa relação teórica: os investimentos estruturais e a automação dos terminais têm fortalecido as vantagens competitivas do porto de Santos, reduzindo gargalos e otimizando o fluxo logístico.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo analisou a relevância do Porto de Santos para as exportações brasileiras, considerando sua infraestrutura logística e os impactos sobre a competitividade no comércio exterior. As questões iniciais propostas abordadas de forma sistemática, com base em dados oficiais da ANTAQ, da Autoridade Portuária de Santos e da literatura acadêmica.

A questão sobre a atual infraestrutura para atender ao aumento da demanda constatou que, embora o porto tenha alcançado recordes históricos de movimentação e tenha recebido investimentos significativos, ainda persistem gargalos em acessos terrestres e limitações de expansão física. Tais aspectos indicam que a infraestrutura existente não é plenamente capaz de sustentar a crescente demanda sem comprometer a eficiência logística. Nesse sentido, observa-se que a expansão do Tecon Santos 10 e os investimentos em tecnologia reforçam a capacidade do porto de atender à crescente demanda, mas a infraestrutura terrestre ainda exige atenção.

Quanto a modernização tecnológica, as iniciativas de automação, digitalização e novos projetos de arrendamento contribuem para a redução de custos operacionais e para maior agilidade dos processos, evidenciando que a adoção de tecnologias é um fator determinante para ampliar a competitividade do Porto de Santos. Essa modernização além de agilizar os processos, representa um diferencial competitivo que deve ser continuamente avaliado para manter a liderança do porto. Vale salientar que o Porto de Santos já dispõe de sistemas de monitoramento em tempo real, plataformas digitais que integram informações operacionais e projetos-piloto voltados à automação portuária (Autoridade Portuária de Santos, 2023). Entretanto, ainda demanda por avanços, como a implementação de tecnologias de sustentabilidade, a exemplo do *Onshore Power Supply (OPS)*, prática já adotada em portos internacionais e que poderia reduzir significativamente as emissões durante a atracação dos navios, alinhando o porto às diretrizes ambientais globais.

No que diz respeito aos gargalos logísticos enfrentados pelo porto e seus impactos na competitividade, observou-se que os principais entraves continuam relacionados aos acessos rodoviários, à capacidade ferroviária limitada e à complexidade regulatória, que aumentam custos e prazos logísticos, refletindo diretamente na competitividade das exportações brasileiras, porém, embora os

gargalos logísticos persistam, projetos de integração intermodal e o desenvolvimento de novos terminais oferecem oportunidades concretas para mitigá-los, reforçando a importância de políticas públicas e privadas alinhadas à expansão portuária.

Dessa forma, mesmo insuficientes, a infraestrutura atual e os gargalos logísticos diante do crescimento da demanda e a modernização tecnológica apontam significativo potencial para elevar a eficiência, evidenciada na análise SWOT realizada que, diante dos investimentos em andamento como o megaterminal STS 10, o canal de acesso e a ampliação da integração intermodal, o Porto de Santos apresenta condições para consolidar-se como o principal *hub* portuário da América Latina.

Conforme Rodrigues (2021), a competitividade portuária está diretamente associada à capacidade de expansão e à modernização tecnológica. Quando se observa que o porto de Santos teve um crescimento de 3,5% ao ano entre 2018 e 2023 (ANTAQ, 2023b) e manteve desempenho superior em movimentação de contêineres em relação a *hubs* internacionais médios, como Houston (Port of Houston, 2024), observa-se empiricamente o que a literatura descreve: investimentos e capacidade operacional são condicionantes diretos para a manutenção da competitividade internacional. Portanto, os dados confirmam o que a teoria indica: sem expansão contínua e digitalização dos processos, a liderança do porto de Santos tende a ficar ameaçada no médio prazo.

A relevância do Porto de Santos para as exportações brasileiras depende de sua capacidade física e de uma gestão estratégica integrada, que combine investimentos, tecnologia, planejamento logístico e da continuidade das políticas de modernização, para a superação dos gargalos logísticos atuais.

Diante dos resultados apresentados, constata-se que os investimentos em infraestrutura e tecnologia exercem influência direta na eficiência portuária e, por consequência, na competitividade das exportações brasileiras. Contudo, os gargalos nos acessos terrestres e a defasagem regulatória ainda limitam o potencial pleno do Porto de Santos. Assim, políticas públicas voltadas à integração intermodal, à sustentabilidade e à digitalização das operações tornam-se fundamentais para consolidar o porto como hub logístico global.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA INFRA. **ANTAQ cobra cronograma de investimentos do Porto de Santos e ameaça suspender tarifa**. Agência Infra, 2025. Disponível em: https://agenciainfra.com/blog/antaq-cobra-cronograma-de-investimentos-do-porto-de-santos-e-ameaca-suspender-tarifa/. Acesso em: 18 ago. 2025.

AGÊNCIA INFRA. **Ministério envia projeto do canal de acesso do Porto de Santos para ANTAQ, que abrirá consulta**. Agência Infra, 2025a. Disponível em: https://agenciainfra.com/blog/ministerio-envia-projeto-do-canal-de-acesso-do-porto-de-santos-para-antaq-que-abrira-consulta/. Acesso em: 18 ago. 2025.

ANTAQ – AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS. **Estatístico Aquaviário 2023**. Disponível em: https://web3.antaq.gov.br/ea/sense/movport.html. Acesso em: 21 mar. 2025.

ANTAQ – AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS. **Relatório de Desempenho dos Portos Públicos Brasileiros** – 2023a. Brasília, 2023. Disponível em: https://www.antaq.gov.br. Acesso em: 1 maio 2025.

ANTAQ – Agência Nacional de Transportes Aquaviários. **Relatório de Desempenho dos Portos Públicos Brasileiros** – 2024. Brasília, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/antaq. Acesso em: 10 nov. 2025.

ANTAQ. **Megaterminal de contêineres de Santos entra em consulta pública**. Agência Nacional de Transportes Aquaviários – ANTAQ, 2025. Disponível em: https://www.gov.br/antaq/pt-br/noticias/2025/megaterminal-de-conteineres-de-santos-entra-em-consulta-publica. Acesso em: 18 ago. 2025.

ANTAQ – AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS. **Estatístico Aquaviário** – Séries Históricas Consolidadas 2018–2023. Brasília: ANTAQ, 2023b. Disponível em: https://web3.antaq.gov.br/ea/sense/movport.html. Acesso em: 21 mar. 2025.

AUTORIDADE PORTUÁRIA DE SANTOS. **Balanço de Imprensa 2020**. Santos, 2020. Disponível em: https://www.portodesantos.com.br/2020/12/22/balanco-de-imprensa-2020/. Acesso em: 14 set. 2025.

AUTORIDADE PORTUÁRIA DE SANTOS. **Plano de negócios 2024.** Santos: APS, 2024. Disponível em: https://www.portodesantos.com.br/wp-content/uploads/PLANO-DE-NEGOCIOS-2024.pdf. Acesso em: 18 ago. 2025.

AUTORIDADE PORTUÁRIA DE SANTOS. **Relatório de movimentação portuária de 2024**. Santos, 2025. Disponível em: https://www.portodesantos.com.br. Acesso em: 1 maio 2025.

AUTORIDADE PORTUÁRIA DE SANTOS. **Porto de Santos adota novas tecnologias de monitoramento e automação**. Santos: APS, 2023. Disponível em: https://www.portodesantos.com.br. Acesso em: 21 mar. 2025.

AUTORIDADE PORTUÁRIA DE SANTOS. **Porto de Santos bate recorde histórico de movimentação de cargas em 2024**. Santos: APS, 2025a. Disponível em: https://www.portodesantos.com.br/2025/01/16/porto-de-santos-bate-recorde-historico-de-movimentacao-de-cargas-em-2024. Acesso em: 18 ago. 2025.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos:** logística empresarial. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BERTAGLIA, P. **Logística e gestão de operações:** teoria e prática. São Paulo: Editora Atlas, 2011.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B. **Logistics management: the integrated supply chain process**. 9. ed. New York: McGraw-Hill, 2013. Disponível em: https://www.mheducation.com/unitas/highered/sample-chapters/9780078096648.pdf. Acesso em: 14 set. 2025.

BRASIL. Ministério da Infraestrutura. **Programa BR do Mar**: navegação de cabotagem no Brasil. Brasília: Ministério da Infraestrutura, 2021. Disponível em: https://www.gov.br/infraestrutura. Acesso em: 1 maio 2025.

BRASIL. Ministério de Portos e Aeroportos. **Ministro Silvio Costa Filho lança licitação do canal de acesso ao Porto de Santos.** Brasília, 2025. Disponível em: https://www.gov.br/portos-e-aeroportos/pt-br/assuntos/noticias/2025/07/ministro-silvio-costa-filho-lanca-licitacao-do-canal-de-acesso-ao-porto-de-santos. Acesso em: 18 ago. 2025.

CANAL RURAL. **Portos do Arco Norte são responsáveis por 39% das exportações de soja e milho em 2024**. 2024. Disponível em: https://www.canalrural.com.br. Acesso em: 1 maio 2025.

CASTRO, R. M. A.; TEIXEIRA, R. M. A competitividade logística do Porto de Santos e os reflexos no comércio exterior. **Revista de Logística da Fatec Carapicuíba,** Carapicuíba, v. 9, n. 1, p. 55–68, 2021. Disponível em: https://revistas.fateccarapicuiba.edu.br. Acesso em: 21 mar. 2025.

CODESP – COMPANHIA DOCAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Relatório de gestão 2023**. Santos, 2024. Disponível em: https://www.portodesantos.com.br. Acesso em: 21 mar. 2025.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: logística de exportação 2023**. Brasília: CONAB, 2023. Disponível em: https://www.conab.gov.br. Acesso em: 1 maio 2025.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra de grãos 2024.** Brasília: CONAB, 2024. Disponível em: https://www.conab.gov.br. Acesso em: 1 maio 2025.

CNT – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Pesquisa CNT de Rodovias 2023**. Brasília: CNT, 2023. Disponível em: https://pesquisarodovias.cnt.org.br/. Acesso em: 1 maio 2025.

COSTA, L. **O papel estratégico do Porto de Santos no comércio internacional**. LinkedIn, 2022. Disponível em: https://pt.linkedin.com/pulse/porto-de-santos-acelerando-o-futuro-do-com%C3%A9rcio-com-inova%C3%A7%C3%B5es-costa-znqr. Acesso em: 14 set. 2025.

COSTA NORTE. **ANTAQ retoma projeto de concessão de mega terminal em Santos e prevê investimentos de R$ 5,6 bilhões**. Costa Norte, 2025. Disponível em: https://costanorte.com.br/porto/antaq-retoma-projeto-de-concessao-de-mega-terminal-em-santos-e-preve-investimentos-de-r-56-bilhoes.html. Acesso em: 18 ago. 2025.

FARIAS, S. M. S. **Comércio exterior:** aspectos operacionais e administrativos. São Paulo: Atlas, 2020.

FREITAS, W. R. S.; JABBOUR, C. J. C. **Utilizando estudo de caso(s) como estratégia de pesquisa qualitativa:** boas práticas e sugestões. 2011. Disponível em: https://www3.ufpe.br/moinhojuridico/images/ppgd/8.12a%20estudo%20de%20caso.pdf. Acesso em: 21 mar. 2025.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores de desenvolvimento sustentável:** Brasil 2020. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: https://www.ibge.gov.br. Acesso em: 21 mar. 2025.

ILOS – INSTITUTO DE LOGÍSTICA E SUPPLY CHAIN. **A digitalização e automação dos processos portuários: desafios e soluções**. São Paulo, 2022. Disponível em: https://www.ilos.org.br. Acesso em: 1 maio 2025.

INVESTING. **Porto de Santos receberá R$ 21 bilhões em investimentos até 2028.** Investing Brasil, 2025. Disponível em: https://br.investing.com/news/economy/porto-de-santos-recebera-r-21-bilhoes-em-investimentos-ate-2028-1219432. Acesso em: 18 ago. 2025.

KIRCHNER, L.; LUCAS, V. Terminais de Contêineres no Brasil: Eficiência Intertemporal. **Economia Aplicada**, v. 22, n. 4, p. 1-26, 2018. DOI: https://doi.org/10.11606/1980-5330/ea145392. Acesso em: 14 set. 20225

LIMA, S. R. I. **Gestão portuária:** logística, operação e desenvolvimento sustentável. São Paulo: Aduaneiras, 2019.

LIMA, R. M. et al. **A modernização da infraestrutura portuária no Brasil:** desafios e perspectivas. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2022.

MARTINS, J. L.; PEREIRA, S. L.; FERNANDES, H. C. **Logística e gestão da cadeia de suprimentos:** conceitos, estratégias e práticas. 2. ed. SP: Atlas, 2009.

NERY, E. **Estudos mostram potencial para ampliar modal aquaviário na matriz de transportes**. ABOL Brasil, 2021. Disponível em: https://abolbrasil.org.br/noticias/noticias/estudos-mostram-potencial-para-ampliar-modal-aquaviario-na-matriz-de-estudos-mostram-potencial-para-ampliar-modal-aquaviario Acesso em: 1 maio 2025.

NOVAES, A. G. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição:** estratégia, operação e avaliação. Rio de Janeiro: Campus, 2007.

PODER 360. **Setor portuário movimentou 1,18 bi de toneladas até novembro de 2023.** Poder360, 2023. Disponível em: https://www.poder360.com.br/infraestrutura/setor-portuario-movimentou-118-bi-de-toneladas-ate-novembro-de-2023/. Acesso em: 18 ago. 2025.

PORTAL NTC. **Porto de Santos bate recorde histórico e sinaliza necessidade de investimentos**. NTC, 2025. Disponível em: https://www.portalntc.org.br/porto-de-santos-bate-recorde-historico-e-sinaliza-necessidade-de-investimentos/. Acesso em: 18 ago. 2025.

PORTUS ONLINE. **The Port of Santos in Data**. Portus Online, 2024. Disponível em: https://portusonline.org/the-port-of-santos-in-data/. Acesso em: 05 nov. 2025.

PORT OF ANTWERP-BRUGES. **Annual Report 2023**. Antwerp, 2024. Disponível em: https://www.portofantwerpbruges.com/en Acesso em 05 nov. 2025

PORT OF HOUSTON AUTHORITY. **Port Houston Sets Container Records in 2023.** Houston, 2024. Disponível em: https://porthouston.com/news/port-houston-sets-container-records-in-2023/ . Acesso em: 05 nov. 2025.

REUTERS. **Maersk processa governo do Brasil por leilão de porto de US$ 1 bilhão; TILs do grupo MSC pode seguir**. Reuters, 2025. Disponível em: https://www.reuters.com/world/americas/maersk-sues-over-1-bln-brazil-port-auction-tils-msc-group-may-follow-2025-06-25/. Acesso em: 18 ago. 2025.

RODRIGUES, J. L. **Gestão logística e transporte multimodal.** São Paulo: Atlas, 2014.

RODRIGUES, J. L. **Logística e transporte:** fundamentos e práticas. São Paulo: Atlas, 2017.

RODRIGUES, J. L. **Infraestrutura portuária e competitividade das exportações brasileiras.** São Paulo: Atlas, 2021.

SANTOS, M. **O espaço dividido:** os dois circuitos da economia urbana dos países subdesenvolvidos. São Paulo: Edusp, 2008.

SANTOS, J. **Desafios da infraestrutura portuária no Brasil:** o caso do Porto de Santos. São Paulo: Editora Logística, 2022.

SANTOS BRASIL. **Terminal de contêineres do Tecon Santos inicia investimento bilionário para expansão e modernização do cais**. Santos, 25 nov. 2019. Disponível em: https://agenciaporto.com/noticias/um-dos-maiores-terminais-de-conteineres-da-america-latina-santos-brasil-inicia-investimento-de-r-1-bilhao. Acesso em: 16 set. 2025.

SANTOS, J.; OLIVEIRA, M. C.; AQUINO, M. O.; DOMINGUES, S. V. P. **Transporte de cargas no modal ferroviário no Porto de Santos**. In: 9º Congresso Internacional de Logística da Faculdade de Tecnologia: o papel do gestor na logística internacional. Santos: FATEC Baixada Santista - Rubens Lara, 2018. ISBN: 978-85-5722-106-2. Disponível em: https://www.even3.com.br/anais/ixfateclog762-transporte-de-cargas-no-modal-ferroviario-no-portosantos Acesso em: 03 maio 2025.

SETCESP. **Porto de Santos planeja investir R$ 1,4 bilhão em obras e entrega cronograma à ANTAQ**. SETCESP, 2025. Disponível em: https://setcesp.org.br/noticias/porto-de-santos-planeja-investir-r-14-bilhao-em-obras-e-entrega-cronograma-a-antaq/. Acesso em: 18 ago. 2025.

SOUSA, E. F.; SANTOS FILHO, A. O.; RAMOS, F. B. R.; SOUZA, R. A. G.; CARDOSO JUNIOR, V. Eficiência e governança portuária: evidência do sistema portuário brasileiro. **Revista Produção Online**, v. 19, n. 3, p. 1078-1103, 2019. DOI: https://doi.org/10.14488/1676-1901.v19i3.3037.

UDOP – UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR E BIOENERGIA. **Exportação de grãos no Porto de Itaqui e Barcarena cresce em 2024**. 2024. Disponível em: https://www.udop.com.br. Acesso em: 1 maio 2025

YIN, R. K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

A UTILIZAÇÃO DE UM *HUB* LOGÍSTICO PARA A OTIMIZAÇÃO DE UMA CADEIA DE SUPRIMENTOS: UM ESTUDO DE CASO DA EMPRESA NATURA
THE USE OF A LOGISTICS HUB FOR THE OPTIMIZATION OF A SUPPLY CHAIN: A CASE STUDY OF NATURA

Jamile de Jesus Batista[1]
Vinicius Augusto Abreu de Oliveira[2]
Helder Boccaletti[3]

RESUMO: Este artigo tem como objetivo analisar a eficiência do *hub* logístico da Natura em Itupeva (SP) e sua contribuição para a otimização da cadeia de suprimentos por meio de automação, infraestrutura tecnológica e práticas sustentáveis. A pesquisa tem uma abordagem qualitativa, descritiva e documental, abrangendo o período de 2018 a 2024, a partir de relatórios institucionais, documentos técnicos e literatura especializada em logística e cadeia de suprimentos. Os resultados apontam que a implementação de sistemas automatizados, como armazéns verticais, robôs para palatização mista e *softwares* integrados de gestão, proporcionam ganhos significativos em termos de eficiência, acuracidade de estoque e redução do tempo de carga e descarga. Identifica-se também expressivo aumento da capacidade de armazenagem e redução de custos operacionais, aspectos que reforçam o papel estratégico do *hub* na rede logística da empresa. Do ponto de vista socioambiental, tem destaque a redução das emissões de CO_2, decorrente da maximização da ocupação dos veículos, do uso de combustíveis renováveis e de programas de logística reversa que recolheram milhares de toneladas de embalagens. Outro fator relevante envolve a localização estratégica do *hub*, próxima ao Aeroporto de Viracopos em Campinas (SP) e ao Porto de Santos (SP), o que possibilita integrar a logística nacional e internacional, garantir um atendimento eficiente a mercados nacionais e internacionais como México, Chile, França e Estados Unidos. Conclui-se que o modelo adotado pela Natura representa uma referência para o setor de cosméticos e outros segmentos, ao combinar eficiência operacional, competitividade e sustentabilidade em sua cadeia de suprimentos.
Palavras-chave: Automação; Eficiência ; Competitividade; Logística verde; Sustentabilidade.

ABSTRACT: This study aimed to analyze the efficiency of Natura's logistics *hub*, located in Itupeva (SP), considering its contribution to the optimization of the supply chain through automation, technological infrastructure, and sustainable practices. The research was conducted using a qualitative, descriptive, and documentary approach, covering the period from 2018 to 2024, based on institutional reports, technical documents, and specialized literature on logistics and supply chain management. The results indicated that the implementation of automated systems, such as vertical warehouses, robots for mixed palletizing, and integrated management software, generated significant gains in efficiency, inventory accuracy, and reduction of loading and unloading times. A notable increase in storage capacity and reduction of operational costs was also identified, reinforcing the strategic role of the *hub* within the company's logistics network. From an environmental perspective, there was a reduction in CO_2 emissions resulting from maximized vehicle utilization, the use of renewable fuels, and reverse logistics programs that collected thousands of tons of packaging. Another relevant factor was the strategic location of the *hub*, near

Formando em Comércio Exterior- Fatec Itapetininga- Jamile.batista@fatec.sp.gov.br[1]
Formando em Comércio Exterior- Fatec Itapetininga- Jamile vinicius.oliveira188@fatec.sp.gov.br[2]
Prof. Orientador Helder Boccaletti - Fatec Itapetininga – helder@fatecitapetininga.edu.br[3]

Viracopos Airport and the Port of Santos, which allows integration of national and international logistics, ensuring efficient service to markets such as Mexico, Chile, France, and the United States. It is concluded that Natura's model serves as a reference for the cosmetics sector and other industries by combining operational efficiency, competitiveness, and sustainability in its supply chain.
Keywords: Automation; Efficiency; Competitiveness; Green logistics; Sustainability.

1 INTRODUÇÃO

Este artigo aborda e avalia o papel do *hub* logístico da Natura enquanto uma estratégia essencial na cadeia de suprimentos da empresa, analisando seus aspectos qualitativos relacionados à operação e ao gerenciamento logístico. O estudo investiga como o *hub* facilita a coordenação entre fornecedores, operadores logísticos, consultoras, pontos de venda e o comércio eletrônico, além de analisar os impactos na redução do tempo de trânsito, otimização de custos operacionais e aumento da eficiência nas entregas, com destaque para a melhoria do fluxo logístico e da competitividade organizacional.

De acordo com Mecalux (2021), um *hub* logístico é uma instalação que reúne funções logísticas e administrativas com o objetivo de agilizar o recebimento, a armazenagem, a separação, a expedição e o envio de mercadorias. Em geral, esses *hubs* são implantados próximos a grandes centros urbanos, portos, aeroportos e rodovias, o que permite otimizar o processo logístico e reduzir custos operacionais.

Para a SSI Schaefer (2023), a localização estratégica é um dos fatores mais relevantes para o sucesso de um *hub*, pois influencia diretamente o acesso às principais rotas de transporte e distribuição, maximizando a eficiência e a performance logística. Da mesma forma, a Scheffer Logística (2025) explica que os *hubs* logísticos podem assumir diferentes formatos, como Centros de Distribuição (CDs), Transit Points, Cross Docking e Lockers, cada um adequado a um tipo específico de operação.

- Centros de Distribuição (CDs): projetados para empresas que necessitam manter grandes estoques antes da redistribuição;
- *Transit Points:* eliminam a etapa de armazenagem, agilizando o processo de entrega;
- *Cross Docking:* otimizam a movimentação direta de produtos de múltiplos fornecedores;

- *Lockers* ou *Mini-hubs*: voltados para pequenas e médias empresas, com foco em entregas rápidas e controle de pequenos estoques.

A eficiência na escolha da localização e no modelo de operação do *hub* logístico é fundamental para atender às demandas do mercado e aprimorar a experiência do consumidor. Segundo Platinum Log (2022), os *mini-hubs* têm ganhado importância para empresas de menor porte, por oferecerem entregas ágeis e maior proximidade com o cliente, especialmente em grandes centros urbanos. Além disso, a implementação dessas soluções aumenta o controle e a visibilidade das operações, reduzindo prazos e melhorando o nível de serviço (Mecalux, 2021).

A pesquisa apresentada neste artigo tem como base uma investigação documental sobre o *hub* logístico da Natura localizado em Itupeva (SP), com foco na integração de tecnologias avançadas, infraestrutura otimizada e práticas sustentáveis. Busca-se compreender como esses elementos contribuem para a melhoria dos processos operacionais, redução de custos, mitigação de impactos ambientais e otimização da competitividade da empresa no mercado nacional e internacional.

De acordo com a SSI Schaefer (2023), o *hub* da Natura ocupa uma área de 35.000 m², com capacidade para 3,6 milhões de caixas, sendo considerado um dos mais inovadores da América Latina. A empresa utiliza tecnologias de automação logística, como armazéns verticais, robôs de paletização e sistemas automatizados de transporte, que otimizam o uso do espaço e reduzem emissões de CO_2. O carregamento automatizado permite concluir as operações de carga e descarga em cerca de cinco minutos, reduzindo o número de viagens e aumentando a eficiência. O *hub* também utiliza o sistema ERP WAMAS®, que integra e controla todos os processos de armazenagem e expedição com alta precisão (SSI Schaefer, 2023).

Além disso, a localização do *hub*, próxima ao Aeroporto Internacional de Viracopos e ao Porto de Santos, facilita a logística nacional e internacional, permitindo o atendimento aos demais centros de distribuição da Natura no Brasil e em países como México, Chile e França, mantendo altos padrões de eficiência e sustentabilidade (Natura &Co, 2025).

Por meio de inovações tecnológicas e práticas sustentáveis, a Natura tem alcançado redução de erros logísticos, melhoria no tempo de entrega e aumento da satisfação dos clientes, ao mesmo tempo em que cumpre suas metas ambientais e de responsabilidade corporativa.

Assim, este artigo tem como objetivo analisar a eficiência da cadeia de suprimentos da Natura, identificando as práticas logísticas que possibilitam maior produtividade, redução de custos e ganhos ambientais. A pesquisa também busca compreender como a automação dos processos e o gerenciamento da logística reversa contribuem para a redução de resíduos e o fortalecimento da sustentabilidade corporativa, de forma que essas práticas possam ser replicadas no meio acadêmico e empresarial.

A metodologia adotada neste estudo consiste em uma análise documental do desempenho do *hub* logístico da Natura, localizado em Itupeva (SP), abrangendo o período de 2018 a 2024, com ênfase em seus impactos sobre a eficiência operacional e a competitividade da empresa.

2 METODOLOGIA

A pesquisa é classificada como exploratória e descritiva, pois busca desenvolver hipóteses e ideias para posterior averiguação, conforme destacado por Gil (2018).

Foi realizado um levantamento bibliográfico com o objetivo de fundamentar teoricamente a pesquisa, com base em autores que abordam temas relacionados à logística e a infraestrutura de *hub* logísticos. Do ponto de vista dos procedimentos técnicos, foram utilizadas as pesquisas bibliográfica e documental, sendo a abordagem de natureza qualitativa, com o propósito de enriquecer a análise dos resultados. Segundo Freitas e Jabbour (2011), a pesquisa qualitativa caracteriza-se pelo foco na interpretação dos fenômenos relevantes ao estudo.

A pesquisa bibliográfica foi desenvolvida a partir de livros, artigos científicos, dissertações, teses e publicações institucionais relacionadas à logística, à cadeia de suprimentos e aos centros de distribuição (Yin, 2015). Já a pesquisa documental concentrou-se na análise de um relatório institucional publicado pela Natura, o qual contém informações sobre a estrutura e o desempenho logístico da empresa. Reconhece-se, portanto, que o estudo apresenta limitações metodológicas, uma vez que a análise documental foi baseada em uma única fonte primária. Contudo, essa escolha permitiu uma análise aprofundada e direcionada ao caso específico do *hub* logístico de Itupeva (SP), atendendo os objetivos propostos por este trabalho.

As fontes utilizadas foram obtidas em bases de dados acadêmicas e sites institucionais, assegurado a confiabilidade das informações. A análise dos dados incluiu a interpretação de tabelas, gráficos e comparações que evidenciam tendências relevantes para o estudo, relacionando os resultados obtidos a partir de diferentes fontes documentais e bibliográficas. A busca foi realizada principalmente no Google Scholar e em sites institucionais, utilizando palavras-chaves como "cadeia de suprimentos", "*hub* logístico", "automação logística" e "centros de distribuição." A seleção dos materiais seguiu critérios de inclusão baseados na relevância temática e na temporalidade (2010-2024), considerando os idiomas português e inglês.

No entanto, as informações coletadas foram sistematizadas e analisadas de forma comparativa, permitindo identificar os principais impactos do *hub* logístico da Natura em termos de custos, eficiência operacional e sustentabilidade. Por fim, como ferramenta de análise estratégica, será utilizada a matriz SWOT, que possibilita identificar forças e fraquezas internas, bem como oportunidades e ameaças externas relacionadas ao uso do *hub* logístico como instrumento de otimização da cadeia de suprimentos (GIL, 2018).

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 CONCEITOS FUNDAMENTAIS DE LOGÍSTICA E CADEIA DE SUPRIMENTOS

Para Ballou (2006), a logística envolve um conjunto de atividades funcionais pelas quais matérias-primas são transformadas em produtos acabados e, assim, agregam valor para os consumidores, como as fontes de matérias-primas, as fábricas e os pontos de venda estão localizados em diferentes lugares geográficos, a cadeia de suprimentos representa uma sequência de etapas da manufatura, até que o produto chegue ao mercado.

A logística passa a ser uma atividade estratégica dentro das organizações, ao assumir um papel integrado na gestão de cadeias de suprimentos. Segundo Christopher (2016), ela abrange atividades como compras, administração de materiais e o gerenciamento dos fluxos de produtos, informações e recursos, desde os fornecedores de matérias-primas até o consumidor final, com foco em agregar valor, reduzir custos e melhorar o nível de serviço.

3.1.1 Evolução da Cadeia de Suprimentos

De acordo com Chopra (2019), a gestão da cadeia de suprimentos visa alinhar processos entre fornecedores, fabricantes, distribuidores e varejistas, promovendo cooperação estratégica para alcançar e maior satisfação ao cliente final, define SCM como o *design* e a gestão de fluxos ao longo da cadeia de suprimentos para criar valor e obter vantagem competitiva sustentável. Essa gestão integrada envolve processos de compras, produção, logística e distribuição, promovendo a colaboração entre as organizações e melhorando a resposta às demandas do mercado.

Além disso, a integração da cadeia de suprimentos visa eliminar desperdícios, reduzir tempos e custos, e aumentar a flexibilidade operacional. Christopher (2016), destaca que a colaboração e o compartilhamento de informações entre os parceiros da cadeia são essenciais para responder rapidamente às mudanças do mercado e às necessidades dos clientes.

Segundo Hugos (2018), a incorporação de tecnologias digitais, como sistemas ERP, IoT e preditiva, permite maior visibilidade, automação e tomada de decisão baseada em dados, facilitando o monitoramento em tempo real, a previsão de demanda e a gestão eficiente dos estoques, contribuindo para a competitividade das empresas.

Por fim, a avaliação do desempenho da cadeia de suprimentos deve considerar indicadores que vão além dos custos, incluindo qualidade do serviço, flexibilidade, inovação e sustentabilidade. Simchi-Levi, Kaminsky e Simchi-Levi (2008), afirmam que a medição adequada do desempenho é crucial para identificar gargalos, melhorar processos e garantir a satisfação do cliente final, promovendo a eficiência operacional e a vantagem estratégica no mercado.

Para Chopra e Meindl (2015), cadeia de suprimentos inclui todos os elementos envolvidos na solicitação do cliente, de fornecedores até varejistas. A cooperação eficaz entre esses atores é vital para o desempenho da cadeia de suprimentos, garantindo que os produtos certos estejam disponíveis no local e no momento adequados.

3.1.2 Papel dos *Hubs* Logísticos na Cadeia de Suprimentos

Os *hubs* logísticos funcionam como pontos centrais onde as mercadorias são recebidas, armazenadas, separadas e depois enviadas para os destinos. De acordo com Mecalux (2021), os *hubs* são geralmente instalados em locais estratégicos, próximos a grandes cidades, portos e rodovias, para agilizar a distribuição e reduzir custos. Com isso, eles ajudam a coordenar melhor o fluxo de produtos entre fornecedores, operadores logísticos e clientes.

3.2 *HUBS* LOGÍSTICOS: ESTRUTURA, TIPOS E FUNCIONALIDADES

A localização estratégica dos *hubs* logísticos é fundamental para garantir a eficiência na entrega e distribuição das cargas, sendo um fator chave para otimizar o processo logístico e reduzir custos operacionais. Para Oliveira, Tavares e Bachega (2024), a escolha da localização desses centros de distribuição impacta diretamente a agilidade nas operações e a sustentabilidade do sistema logístico, especialmente na última milha, onde a eficiência é crucial para atender às demandas do mercado.

A estrutura de um *hub* logístico pode incluir armazéns e instalações administrativas, com *layout* planejado para otimizar a circulação de veículos, equipamentos e pessoas dentro da área, promovendo maior eficiência operacional (Vieira; Catapan, 2016).

Os *hubs* logísticos desempenham papel essencial na integração multimodal, conectando modais rodoviário, ferroviário, aéreo e marítimo, o que facilita o armazenamento e o escoamento de cargas, otimiza rotas e reduz custos operacionais em operações nacionais e internacionais. Essa integração multimodal é essencial para aumentar a flexibilidade e a eficiência da cadeia de suprimentos global, ao permitir maior sinergia entre transporte e armazenagem (Rodrigue, 2018; ITF-OECD, 2024).

As principais funcionalidades dos hubs logísticos incluem (ITF-OECD, 2024):

- Coleta, controle e expedição de mercadorias;
- Integração de diferentes modais para otimização de rotas;
- Redução do tempo de armazenamento em operações de *cross-docking*;
- Melhoria na gestão de estoques e organização dos fluxos logísticos;
- Suporte a operações contínuas, como *dark stores* para *e-commerce*;
- Localização estratégica para maximizar eficiência e reduzir custos logísticos.

A adaptação contínua dos *hubs* às novas tecnologias e práticas sustentáveis garante competitividade e eficiência no mercado atual (Rodrigue, 2018; ITF-OECD, 2024).

3.2.1 Centros de Distribuição – CDs

O Centro de Distribuição é focado no armazenamento de grandes volumes de estoque, contando com infraestrutura robusta e mão de obra planejada para organizar, separar e enviar mercadorias para pontos de venda ou clientes finais, mantendo o fluxo ágil e otimizado (Rodrigue, 2018).

Para Ballou (2006), os centros de distribuição são utilizados por empresas que precisam manter grandes volumes de estoque para posteriormente realizar a distribuição para unidades próprias ou para clientes. Por atuarem simultaneamente como polos concentradores e desconcentradores de cargas, funcionam de maneira adequada como hubs logísticos.

No caso da Natura, seu *hub* em Itupeva, interior de São Paulo, opera como um grande CD que atende todo o Brasil e exporta para outros países, integra tecnologia avançada para otimizar e garantir agilidade na cadeia logística. De acordo com Bowersox, Closs e Cooper (2013), os CDs são elementos centrais para garantir a disponibilidade dos produtos no tempo e local corretos, atendendo às exigências do mercado consumidor de forma ágil e integrada.

Rodrigue (2018) destaca que os CDs estão cada vez mais automatizados e interligados por sistemas de gestão como WMS e TMS, permitindo o controle em tempo real das operações, rastreamento de pedidos, otimização do espaço de armazenagem e gestão de estoques com maior acuracidade. Isso permite que os CDs operem como *hubs* logísticos, apoiando estratégias *omnichannel*, *e-commerce* e distribuição capilarizada.

Segundo Vieira e Catapan (2016) e ITF-OECD (2024), a tendência atual é a adoção de centros de distribuição flexíveis, com *layout* modular, integração com diferentes modais e infraestrutura adaptada para operações sustentáveis, como o uso de energia limpa e embalagens reutilizáveis. Esses centros otimizam o tempo de ciclo dos pedidos, reduzem erros operacionais e aumentam a satisfação do cliente final, sendo fundamentais para a competitividade logística das empresas no cenário atual.

O objetivo principal de um sistema de distribuição eficiente é garantir agilidade, confiabilidade e baixo custo, assegurando que os produtos sejam entregues no prazo esperado, no local correto e com alto nível de serviço ao cliente. Essa integração é essencial para atender às exigências do mercado atual, especialmente diante da expansão do *e-commerce* e da personalização dos pedidos (Rodrigues, 2018).

Lacerda (2011) acrescenta que "os centros de distribuição avançados permitem atender rapidamente às necessidades dos clientes de uma determinada área geográfica distante dos centros produtores e possibilitam economias de transporte", demonstrando o impacto positivo dos CDs na redução de custos e no aumento da eficiência logística.

3.2.2 *Cross Docking*

O *Cross-Docking* caracteriza-se pela rápida passagem dos produtos, que não ficam armazenados por longos períodos, passando por recepção, rastreamento e redirecionamento imediato para o destino final, reduzindo o tempo de armazenamento e favorecendo operações rápidas e eficientes (Rodrigue, 2018).

De acordo com Van Belle, Valckenaers e Cattrysse (2012), *o Cross docking* é uma estratégia logística que visa eliminar ou reduzir ao máximo a etapa de estocagem, fazendo com que os produtos permaneçam em movimento contínuo desde a saída da fábrica até o cliente final, ou seja, consiste em transferir as mercadorias diretamente da doca de recebimento para a doca de expedição, sem armazenamento intermediário, com o objetivo de consolidar cargas, reduzir prazos de entrega e diminuir custos operacionais.

Conforme Christopher (2016), a agilidade fornecida pelo *Cross docking* pode reduzir significativamente o *lead time*, melhorando a competitividade das empresas, reduzindo os custos logísticos, uma vez que a eliminação da fase de armazenamento diminui gastos com aluguel de galpões, mão de obra e riscos associados ao estoque, como furtos e obsolescência.

O *cross docking* garante rapidez na entrega e evita acúmulo de mercadorias devido a capacidade de consolidação e separação de cargas, permitindo agrupar produtos de diferentes fornecedores para uma mesma rota ou separar grandes volumes para destinos distintos, otimizando o carregamento de veículos e a utilização de recursos logísticos (Chopra, 2019).

3.2.3 Roteirização

Para superar esses desafios, as empresas têm investido em tecnologias e soluções que otimizam o planejamento de rotas, o acompanhamento em tempo real das entregas e a organização do processo logístico. Conforme Bowersox, Closs e Cooper (2013), o uso de sistemas avançados de roteirização e monitoramento em tempo real permite reduzir custos e aumentar a eficiência operacional na última milha. O uso de *hubs* urbanos, veículos alternativos como bicicletas elétricas e motos, além de *softwares* para roteirização, são exemplos de estratégias que aumentam a eficiência, reduzem custos e melhoram a experiência do cliente.

3.2.4 Critérios para a Localização e Instalação de *Hubs* Logísticos

O local de instalação de um *hub* logístico é uma decisão essencial para o desempenho da cadeia de suprimentos. De acordo com a SSI Schaeffer (2023), é recomendável que o *hub* esteja situado próximo às principais rotas de transporte, a fim de facilitar o acesso, reduzir o tempo e custos de entrega. Além disso, a proximidade com centros de consumo e com os principais mercados atendidos contribui para a agilidade das operações e para a satisfação do cliente final.

3.3 AUTOMAÇÃO E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA EM *HUBS* LOGÍSTICOS

A crescente complexidade e dinamismo das cadeias de suprimentos têm exigido das empresas um investimento contínuo em tecnologia que proporcione maior agilidade, controle e eficiência operacional. Nesse cenário, a automação e a inovação tecnológica desempenham papel fundamental na modernização dos *hubs* logísticos, contribuindo diretamente para o aumento da competitividade e a satisfação do cliente final (Bowersox; Closs; Cooper, 2013).

3.3.1 Sistemas de Armazenagem Automatizada

Os sistemas de armazenagem automatizada vêm sendo amplamente adotados para maximizar a eficiência dos espaços físicos e reduzir erros operacionais. Soluções

como prateleiras verticais, esteiras automatizadas e veículos guiados automaticamente (AGVs) permitem o armazenamento inteligente e a movimentação precisa dos produtos, mesmo em grandes volumes. Segundo Exotec (2024), a automação de um armazém reduz em até 30% o tempo de preparação de pedidos e podem aumentar em cerca de 40% a capacidade de armazenagem.

No *hub* da Natura, o uso de armazéns verticais automatizados através dos transelevadores tem permitido ganhos expressivos em espaço e precisão nas operações logísticas, além de reduzir a dependência de mão de obra manual em processos repetitivos e de alto risco ergonômico (SSI Schaeffer, 2023).

3.3.2 Robótica e Paletização Inteligente

A robótica avançada também tem ganhado destaque na paletização, processo fundamental para o preparo e expedição de cargas. Robôs colaborativos (*cobots*) são utilizados para montar paletes mistos – técnica que agrupa produtos diferentes de forma a atender múltiplos pedidos simultaneamente (Tabcut, 2025).

Segundo relatório da Start'Us Insights (2021), a paletização automatizada não só acelera o processo logístico, como também reduz danos aos produtos e melhora a ergonomia no ambiente de trabalho.

3.3.3 *Softwares* de Gestão Integrada (ERP, WMS, TMS etc.)

A integração tecnológica nos *hubs* logísticos é viabilizada por sistemas de gestão que otimizam a coordenação entre os processos operacionais, administrativos e estratégicos, como o ERP (*Enterprise Resource Planning)* o WMS (*Warehouse Management System)* e o TMS *(Transportation Management System)*, que desempenham funções complementares e fundamentais na cadeia logística.

- ERP: plataforma central que integra diferentes áreas – compras, estoques, vendas, finanças e logística a fim de garantir informações em tempo real, maior agilidade na tomada de decisão, redução de erros logísticos e padronização de processos. Segundo Turban, Pollard e Wood (2018), o ERP proporciona uma visão unificada e em tempo real das operações, essencial para a eficiência e competitividade;
- WMS: na gestão de armazéns controla entradas, saídas e movimentações internas dos produtos, gerencia posições de estoque, orienta a separação e conferência de

pedidos, além de monitorar a produtividade da equipe operacional. Para Ballou (2006), o WMS maximiza o uso do espaço de armazenagem e garante acuracidade dos estoques, contribui para uma logística mais ágil e precisa;

- TMS: gestão do transporte, auxilia no planejamento de rotas, seleção de modais, acompanhamento em tempo real das entregas e análise de desempenho dos transportadores. Permite reduzir custos com frete, melhorar prazos de entrega e aumentar o nível de serviço ao cliente. Conforme Bowersox, Closs e Cooper (2013), o TMS é uma ferramenta estratégica para a otimização do transporte, pois permite maior controle, visibilidade e economia nas operações de distribuição.

No *hub* logístico da Natura, esses sistemas estão integrados por meio do *software* WAMAS®, que centraliza e automatiza as atividades de armazenagem e expedição, garantindo precisão na localização dos produtos, controle de estoque e rastreamento de pedidos. A implementação desse sistema permite à empresa operar com alto grau de eficiência, reduzindo o tempo de ciclo dos pedidos e melhorando a experiência do cliente (SSI Schaeffer, 2023).

3.3.4 Automação e a Eficiência Operacional

A automação nos *hubs* logísticos tem promovido transformações significativas na eficiência operacional das empresas, ao possibilitar a execução de tarefas com maior precisão, velocidade e menor custo. Por meio da integração de sistemas automatizados e tecnologias de rastreamento em tempo real, as empresas conseguem otimizar seus fluxos logísticos, reduzir falhas humanas e aumentar a produtividade.

A automação permite reduzir o tempo de preparação e expedição dos pedidos, possibilitando entregas mais rápidas, garante que o cliente receba exatamente o que foi solicitado, no prazo previsto e em perfeitas condições, elementos essenciais para a fidelização e a satisfação do consumidor (Christopher, 2016).

Vale salientar ainda que a automação proporciona um ambiente mais sustentável e seguro, reduz o desperdício de recursos e aumenta o controle sobre os processos internos o que contribui não apenas para a eficiência empresarial, mas para o consumidor, uma experiência de consumo mais responsável e alinhada com os valores atuais da sociedade.

3.3.5 Logística Verde e Redução de Emissões

A logística verde envolve a adoção de práticas sustentáveis em todas as etapas do processo logístico, com o objetivo de minimizar os impactos ambientais e promover o uso mais eficiente dos recursos. Essa abordagem envolve ações como a otimização de rotas, a utilização de veículos menos poluentes, o uso de embalagens sustentáveis e redução do consumo energético nas operações logísticas (Christopher, 2016).

No contexto dos *hubs* logísticos, diversas operações podem ser implementadas para alcançar esses objetivos, sendo uma das mais importantes, a maximização da ocupação do espaço de carga nos veículos de transporte, através da paletização inteligente e do carregamento automatizado, que minimizam os espaços ociosos e reduzem a quantidade de viagens. A Natura, por exemplo, utiliza paletes mistos e algoritmos de carregamento para garantir o uso ideal do espaço nos caminhões, contribuindo para a redução de emissões de CO_2 (Natura&Co, 2024b).

Outra prática relevante é o uso de sistemas de gestão integrada, como WMS e TMS, para o planejamento de rotas otimizadas, que considerem fatores como trânsito, distância e consumo de combustível. Essa tecnologia permite diminuir o tempo de percurso e simultaneamente reduzir o uso de combustível, resultando em menor emissão de poluentes atmosféricos (Tabcut, 2025).

3.3.6 Logística Reversa e Gestão de Resíduos

Para Leite (2017), a logística reversa consiste no processo de planejamento, implementação e controle do fluxo de materiais do ponto de consumo até o ponto de origem, para reuso, reaproveitamento, reciclagem e reinserção no ciclo produtivo ou descarte ambientalmente adequado, prática estratégica para empresas que buscam alinhar eficiência operacional com responsabilidade socioambiental.

Segundo Leite (2017), existem três principais tipos de logística reversa:

- Pós-Venda: retorno de produtos por motivos comerciais, como defeitos, trocas ou insatisfação do cliente, ocorrendo pouco tempo após a venda;
- Pós-Consumo: retorno de produtos e embalagens após o uso, em fim de vida útil, para reuso, reaproveitamento, remanufatura, reciclagem ou descarte adequado;
- Reuso Interno: reutilização de materiais dentro da própria cadeia de suprimentos, como paletes, embalagens retornáveis e componentes reaproveitáveis.

A Natura tem implementado iniciativas de logística reversa com foco na Economia Circular, através de programas de coleta de embalagens vazias, que recolheram mais de 50 mil toneladas de resíduos recicláveis (Natura, 2024).

A logística reversa contribui diretamente para a redução da geração de resíduos sólidos, atende a Política Nacional de Resíduos Sólidos - Lei nº 12.305/2010 (Brasil, 2010), e melhora da imagem institucional das empresas, além de fortalecer parcerias com cooperativas de catadores e promover a inclusão produtiva.

3.3.7 Práticas Sustentáveis em Centros de Distribuição

Centros de distribuição sustentáveis adotam medidas como uso de energia limpa, reaproveitamento de água, iluminação LED e gestão eficiente de resíduos, a fim de reduzir impactos ambientais, promover economia de recursos e fortalecer a imagem corporativa. De acordo com a ABRALOG (2023), tais iniciativas sustentáveis contribuem com os objetivos de desenvolvimento sustentável, tornando-se um diferencial competitivo no mercado atual.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção apresenta os resultados obtidos a partir da pesquisa documental sobre o hub logístico da Natura em Itupeva (SP), seguidos da análise e discussão com base na literatura especializada em logística, cadeia de suprimentos e sustentabilidade operacional.

Em 2024, a Natura movimentou R$ 12,9 bilhões em aquisições junto a 7.730 fornecedores, sendo que 80% dessas compras concentraram-se em 335 fornecedores estratégicos, considerados fundamentais para suas operações. Esses dados reforçam a importância do hub de Itupeva como centro de consolidação e redistribuição de mercadorias, contribuindo diretamente para a eficiência no fluxo logístico e no atendimento multicanal da empresa (Natura&Co, 2025).

Do ponto de vista socioambiental, a empresa realizou, em 2024, 309 auditorias e 1.307 acompanhamentos em fornecedores, com prioridade em cadeias críticas como palma, soja, papel, álcool, mica e algodão. Essas ações estão alinhadas ao Plano de Transição Climática da Natura, que prevê, entre seus principais objetivos, a descarbonização da logística e da cadeia de suprimentos (Natura &Co, 2025). Nesse

contexto, o hub de Itupeva desempenha papel central ao incorporar práticas de transporte e armazenagem sustentáveis, contribuindo para a redução das emissões de CO_2 e mitigação dos impactos ambientais associados à operação logística.

Além dos aspectos ambientais, o hub de Itupeva é também um vetor de eficiência operacional e escalabilidade. Conforme indica a literatura, os hubs logísticos são instrumentos essenciais para a geração de vantagem competitiva em cadeias de suprimentos complexas e dinâmicas (Bowersox; Closs; Cooper, 2013). No caso da Natura, a unidade de Itupeva atua como um centro de distribuição (CD) estratégico, atendendo todo o território nacional e apoiando exportações para outros países da América Latina.

Um dos grandes diferenciais do hub é o uso de tecnologia e automação avançadas. O sistema de armazéns verticais automatizados, por meio de transelevadores, proporciona ganhos expressivos em otimização de espaço, precisão nas operações e redução da dependência de mão de obra manual em processos repetitivos e de risco ergonômico (SSI Schaefer, 2023). A automação também impacta diretamente na agilidade operacional: o tempo médio de carga e descarga de caminhões foi reduzido para cinco minutos, resultado do uso de carretas customizadas e sistemas robotizados, o que elevou a regularidade nas entregas e reduziu devoluções por erros logísticos (Investe SP, 2025).

Complementarmente, a Natura adota paletes mistos e algoritmos de carregamento inteligente, otimizando o uso do espaço interno dos caminhões e reduzindo as emissões de CO_2, demonstrando o compromisso da empresa com a logística verde e a eficiência energética (Natura &Co, 2025).

No âmbito da Economia Circular, o hub também tem papel relevante na logística reversa. A empresa mantém programas de coleta de embalagens pós-consumo, que já recolheram mais de 50 mil toneladas de resíduos recicláveis, fortalecendo sua política de sustentabilidade e engajamento com a comunidade (Natura&Co, 2024).

De modo geral, os resultados evidenciam que o hub logístico de Itupeva não apenas fortalece o desempenho operacional da Natura, mas também consolida seu compromisso com práticas sustentáveis e inovadoras. Essa integração entre tecnologia, eficiência e responsabilidade ambiental reafirma a posição da Natura como referência em logística sustentável na América Latina.

4.1 A NATURA&CO

A Natura&Co é um dos maiores grupos mundiais de cosméticos, com presença marcante na América Latina, Europa e Ásia. A *holding* reúne marcas reconhecidas internacionalmente, como Natura, Avon e iniciativas de inovação como a Fable *Investments*, plataformas financeiras e de serviços digitais, como Emana Pay e Bluma.

Em 2024, o grupo avançou no processo de reestruturação e simplificação organizacional, com maior autonomia operacional e comercial às unidades de negócio, investimentos em inovação, omnicanalidade (integração de todos os canais de venda e atendimento para uma experiência única ao cliente) e digitalização, assegurando ganhos de eficiência e maior proximidade com os consumidores (Natura&Co, 2025).

Na América Latina, o processo de integração das operações da Natura e da Avon, denominado *Wave 2*, avançou em 2024, abrangendo Brasil, Peru, Colômbia e Chile. A consolidação das operações nesses países fortaleceu a base operacional do grupo e ampliou sua capacidade competitiva na região. A finalização da integração em Argentina e México está prevista para 2025 (Natura&Co, 2024a).

A Avon International, com a conclusão em 2024 do processo de reorganização do Avon Products Inc. (*Chapter* 11) nos Estados Unidos, retomou seu plano de modernização, enfatizando a estratégia omnicanal, a revitalização da marca e obtendo a certificação Leaping Bunny, o que reforça o compromisso do grupo com operações livres de testes em animais (Natura&Co, 2024).

Sob a ótica socioambiental, a *holding* global Natura&Co, combina solidez financeira, inovação e liderança socioambiental, com destaque no setor de cosméticos e cuidados pessoais, manteve como eixo estratégico O Compromisso com a Vida 2030, articula metas públicas relacionadas à ação climática, biodiversidade, direitos humanos, circularidade e regeneração, ganha destaque em 2024, ano dos 55 anos da Natura, uma década como Empresa B certificada e dez anos do Eco parque de Benevides (PA), complexo industrial e de inovação reconhecido internacionalmente pela integração com a sociobiodiversidade amazônica (Natura&Co, 2025).

4.2 EFICIÊNCIA OPERACIONAL

O *hub* logístico da Natura em Itupeva (SP), apresenta resultados expressivos em termos de agilidade e eficiência, devido à automação, carretas customizadas, paletização e despalatização automáticas a implementação de trans elevadores e sistemas automatizados de esteiras permite a montagem de paletes mistos, com a redução de até 30% no tempo de preparação dos pedidos (Exotec, 2024).

Segundo Christopher (2016), esses fatores são determinantes para a redução do tempo de ciclo dos pedidos e maior confiabilidade no atendimento.

Como pode ser observado no quadro 1, os resultados obtidos após a automação do *hub* logístico da Natura em Itupeva (SP) apontam ganhos expressivos em termos de eficiência operacional. O tempo médio de carga e descarga foi reduzido de 45 para 5 minutos, uma redução de cerca de 90%, que em conjunto com o aumento da cerca de 80% na capacidade de armazenagem, que passou de 2,0 milhões para 3,6 milhões de caixas, evidencia significativa melhoria na agilidade dos fluxos logísticos.

Quadro 1 – Indicadores de Eficiência do *Hub* Natura

Indicador	Antes da automação	Após a automação	Variação
Tempo médio de carga/descarga	45 min	5 min	-88,9%
Capacidade de armazenagem	2,0 milhões de caixas	3,6 milhões de caixas	+80%
Acuracidade no estoque	85%	99%	+14%

Fonte: Adaptado pelos autores (2025), de Natura&Co (2024b) e SSI Schaeffer (2023).

Vale salientar ainda que, no que se refere à acuracidade do estoque, houve uma melhoria de 85% para 99%, garantindo maior confiabilidade nas operações e reduzindo perdas decorrentes de divergências de inventário. Esses resultados confirmam que a automação logística em Itupeva otimiza a eficiência operacional e contribui no aumento do nível de serviço prestado.

4.3 SUSTENTABILIDADE E MINIMIZAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

Em relação às questões ambientais, é relevante apontar a redução das emissões de CO_2 devido ao cuidado com a maximização da ocupação dos caminhões por meio da paletização mista, reduzindo o número de viagens necessárias, alinhado

ao conceito de logística verde defendido por Christopher (2016) e às estratégias de logística reversa apontadas por Leite (2017).

Segundo a Natura&Co (2024b), as emissões de gases de efeito estufa (GEE) da América Latina recuaram de 1,28 milhão para 1,26 milhão de toneladas de CO_2 entre 2023 e 2024, e a empresa mantém a meta de reduzir essas emissões em 42% até 2030.

Além da descarbonização do transporte, outras iniciativas na área da logística foram implementadas, como a parceria com a Shell para substituição de combustíveis fósseis por etanol em parte da frota de parceiros e o investimento em uma estação de biometano na unidade de Cajamar (SP), para o abastecimento de veículos e caldeiras industriais com combustível renovável (Raízen Energia, 2025).

Por meio de programas de logística reversa, a Natura recolheu, em 2024, cerca de quinze mil toneladas de materiais de embalagem pós-consumo em parceria com 56 cooperativas e 2.567 catadores, além de iniciativas, como o Benevides Recicla no estado do Pará, que alia logística reversa, geração de renda e engajamento comunitário (Natura&Co, 2024).

Esses resultados reforçam a participação da empresa na Política Nacional de Resíduos Sólidos (Brasil, 2010) e corroboram estudos que associam sustentabilidade logística à vantagem competitiva (Simchi-Levi; Kaminsky; Simchi-Levi, 2008). No caso da Natura, a logística reversa integrada a programas comunitários e à automação de processos indica que essas ações vão além do cumprimento da lei, funcionando como diferenciais estratégicos que fortalecem a marca, aumentam a fidelização de clientes e posicionam a empresa como referência em sustentabilidade operacional.

4.4 LOCALIZAÇÃO ESTRATÉGICA E COMPETITIVIDADE

Situado na região de Campinas (SP), próximo ao Aeroporto Internacional de Viracopos, o *hub* logístico da Natura integra-se também de forma eficiente ao Porto de Santos – principal ponto de escoamento internacional da empresa. Conforme destacam Rodrigues (2018) e Bowersox, Closs e Cooper (2013), a proximidade a centros de consumo e a rotas estratégicas de transporte promove ganhos de eficiência e redução de custos logísticos, minimiza distâncias percorridas, tempos de trânsito e despesas de transporte (menor gasto com fretes e armazenagem intermediária).

A Natura via *hub* de Itupeva (SP), atende os demais CDs espalhados pelo Brasil e abastece unidades no México, Chile, França e Estados Unidos, além de países da América Latina (Argentina, Colômbia, Peru, Equador, Uruguai e República Dominicana), via Porto de Santos, elo fundamental de conexão, mantendo altos níveis de serviço, maior fluidez nos processos de exportação, o que indica que a infraestrutura e a gestão integrada fortalecem a presença internacional da companhia, diferenciais competitivos alinhados à cadeia de suprimentos global (Chopra, 2019) que reforça a importância de *hubs* estrategicamente posicionados para sustentar a vantagem competitiva em cenários de crescente complexidade logística.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo analisou a eficiência do *hub* logístico da Natura em Itupeva (SP) e sua contribuição para a otimização da cadeia de suprimentos, considerando aspectos como automação, sustentabilidade e localização estratégica. Os resultados demonstram que a integração entre esses elementos possibilita ganhos significativos de desempenho logístico e reforça competitividade organizacional.

Verificou-se que a adoção de sistemas de gestão integrados, a paletização mista e o uso de processos automatizados de armazenagem e expedição contribuem para o aumento operacional, reduzindo custos e elevando o nível de serviço prestado. Além disso, a incorporação de práticas sustentáveis - como o uso de energias renováveis e a ampliação da logística reversa - reforça o compromisso da empresa com a responsabilidade socioambiental, alinhando eficiência e sustentabilidade.

Sob a perspectiva estratégica, a localização do *hub* em Itupeva revela-se decisiva para a consolidação da rede logística da Natura, por permitir acesso facilitado às principais vias de transporte do estado e aos polos de exportação, como o Aeroporto de Viracopos e o Porto de Santos. Essa escolha geográfica evidencia o papel da infraestrutura na ampliação da presença nacional e internacional da empresa.

Portando, conclui – se que o modelo de operação do *hub* logístico da Natura constitui uma referência de integração entre inovação tecnológica, sustentabilidade e estratégia geográfica. Essa combinação reforça a importância dos *hubs* logísticos como instrumentos de competitividade empresarial, especialmente em um cenário global cada vez mais dinâmico e exigente.

Reconhece-se, contudo, que a análise apresentada possui limitações, uma vez que se baseou em um único relatório institucional da empresa, o que se restringe a amplitude dos resultados. Dessa forma, recomenda-se que estudos futuros ampliem a base documental e realizem comparações com outros *hubs* logísticos, a fim de aprofundar a compreensão sobre os fatores que determinam a eficiência e a sustentabilidade nas cadeias de suprimentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos:** logística empresarial. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B. Gestão Logística da Cadeia de Suprimentos. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

BRASIL. **Lei nº 12.305/2010.** Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 147, art. 33, 3 ago. 2010. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em 10 de Maio 2025;

CHOPRA, S. **Supply chain management:** strategy, planning, and operation. 6. ed. Upper Saddle River: Pearson, 2019. Disponível em: https://www.pearson.com. Acesso em: 6 set. 2025.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Supply chain management:** strategy, planning, and operation. 6. ed. London: Pearson, 2015. Disponível em: https://www.pearson.com. Acesso em: 6 set. 2025.

CHRISTOPHER, M. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos**. 5. ed. São Paulo: Pearson, 2016.

EXOTEC. **6 Innovations in Logistics Warehouses**. 2024 Disponível em: https://www.exotec.com/en-gb/insights/6-innovations-in-logistics-warehouses/. Acesso em: 15 abr. 2025.

FREITAS, W. R. S.; JABBOUR, C. J. C. **Utilizando estudo de caso(s) como estratégia de pesquisa qualitativa**: boas práticas e sugestões. 2011. Disponível em: https://www3.ufpe.br/moinhojuridico/images/ppgd/8.12a%20 estudo%20de%20caso.pdf. Acesso em: 21 mar. 2025.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

HUGOS, M. **Essentials of supply chain management.** 4. ed. Hoboken: Wiley, 2018. Disponível em: https://www.wiley.com. Acesso em: 7 set. 2025.

INTERMODAL DIGITAL. **Relatórios e conteúdos sobre hubs logísticos e multimodalidade.** 2025. Disponível em: https://www.intermodaldigital.com. Acesso em: 7 set. 2025.

INVESTE SP. **Natura inaugura hub logístico com tecnologia inédita no continente.** 2015. Disponível em: <https://www.investe.sp.gov.br/noticia/natura-inaugura-hub-logistico-com-tecnologia-inedita-no-continente. Acesso em: 2 set. 2025

ITF-OECD. **Urban Logistics Hubs:** Summary and Conclusions. International Transport Forum / OECD, 2024. Disponível em: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2024/06/urban-logistics-hubs_1c944796/da4dee9f-en.pdf. Acesso em: 29 out. 2025.

LACERDA, L. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos:** planejamento do fluxo de produtos e dos recursos. São Paulo: Atlas, 2011.

LEITE, P. R. **Logística reversa:** meio ambiente e competitividade. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2017.

MECALUX. **Hub logístico**. 2021 Disponível em: https://www.mecalux.com.br/blog/hub-logistico. Acesso em: 15 abr. 2025.

NATURA&Co. **Development of suppliers. Relatório Integrado 2024.** Natura &Co, 2024. Disponível em: https://2024ar.naturaeco.report/natura-co-latin-america/infrastructure-and-the-value-chain/development-of-suppliers/. Acesso em: 29 out. 2025.

NATURA&Co. **Integrated Annual Report2024:** Wave 2 – Integration of the businesses. São Paulo: Natura &Co, 2024a. Disponível em:https://2024ar.naturaeco.report/natura-co-latin-america/regenerate-and-prosper/wave-2-integration-of-the-businesses/. Acesso em: 29 out. 2025.

NATURA & CO. **Decarbonization of the value chain**. Relatório Integrado Natura &Co 2024b – Natura &Co América Latina, seção “Decarbonization of the value chain”. Disponível em: https://2024ar.naturaeco.report/natura-co-latin-america/infrastructure-and-the-value-chain/decarbonization-of-the-value-chain/. Acesso em: 29 out. 2025

NATURA&CO. **Relatório Integrado Natura &Co 2024.** São Paulo: Natura &Co, 2025. (Seção “Embalagens e circularidade”, pp. 39–40)

OLIVEIRA, K. C. S.; TAVARES, D. M.; BACHEGA, S. J. Sustentabilidade no processo logístico de última milha: um estudo de escopo. **Revista Brasileira de Pesquisa em Engenharia de Produção (BJPE)**, v. 10, n. 5, p. 34-46, 2024. Disponível em: https://periodicos.ufes.br/bjpe/article/download/46982/32294/167303. Acesso em: 8 set. 2025.

PLATINUM LOG. **O que é um hub logístico?** Disponível em: https://www.tpl.com.br/blog/voce-sabe-o-que-e-um-hub-logístico. Acesso em: 8 set. 2025.

RAÍZEN ENERGIA S.A. **Relatório Integrado 2024/2025.** São Paulo: Raízen, 2025. Disponível em: https://www.raizen.com.br/relatorio-anual-2425-pt. Acesso: 8 set. 25.

RODRIGUE, J. P. **Efficiency and Sustainability in Multimodal Supply Chains.** Paris: OECD Publishing/International Transport Forum, 2018. (Discussion Paper, Roundtable 171). Disponível em: https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/efficiency-sustaunability-multimodal-supply-chains.pdf. Acesso em 14 set. 2025.

SCHEFFER LOGÍSTICA. **Hub logístico:** o que é, vantagens e como funciona. 2025. Disponível em: https://schefferlogistica.com.br/hub-logistico-o-que-e-vantagens-e-como-funciona/. Acesso em: 7 set. 2025.

SIMCHI-LEVI, D.; KAMINSKY, P.; SIMCHI-LEVI, E. **Designing and managing the supply chain**: concepts, strategies, and case studies. 2. ed. Nova Iorque: McGraw-Hill/Irwin, 2008.

SSI SCHAEFFER. **Hub de Cosméticos 100% automatizado de ponta a ponta**. 2023. Disponível em: https://www.ssi-schaefer.com/pt-br/tendencias-insights/cases-de-sucesso/estudo-de-caso-hub-natura. Acesso em: 8 set. 2025.

START'US INSIGHTS. Top **10 logistics industry trends & innovations in 2021.** Disponível em: https://www.startus-insights.com/innovators-guide/top-10-logistics-industry-trends-innovations-in-2021/. Acesso em: 15 abr. 2025.

TABCUT. **Cosmetics supply chain:** warehouse automation & logistics software. Disponível em: https://www.tabcut.com/blog/post/cosmetics-supply-chain-warehouse-automation-logistics-software-natura-brazil-cosmetics. Acesso em: 15 abr. 2025.

TURBAN, E.; POLLARD, C.; WOOD, G. **Information technology for management.** 11. ed. Hoboken: Wiley, 2018. Disponível em: https://www.wiley.com. Acesso em: 6 set. 2025.

VAN BELLE, J.; VALCKENAERS, P.; CATTRYSSE, D. **Cross-docking:** State of the art. *Omega*, v. 40, n. 6, p. 827-846, 2012. DOI: 10.1016/j.omega.2012.01.005. Acesso em: 7 set. 2025.

VIEIRA, C. L. S.; CATAPAN, A. **An Updated Perspective on the Concept of Logistics Hubs**. 2016. Disponível em: https://www.semanticscholar.org/paper/An-updated-perspective-on-the-concept-of-logistics-Vieira-Catapan/229a520dabd9b67ca05dc7734d6bfb0874fc189e. Acesso em: 29 out. 2025.

YIN, R. K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

SEGURO DE CARGAS PARA SOJA: MEIOS PARA MITIGAR OS RISCOS NA LOGÍSTICA INTERNACIONAL PARA EMPRESAS DE PEQUENO E MÉDIO PORTE NO AGRONEGÓCIO

CARGO INSURANCE FOR SOYBEANS: MEANS TO MITIGATE RISKS IN INTERNATIONAL LOGISTICS FOR SMALL AND MEDIUM-SIZED AGRIBUSINESS COMPANIES

Gabriel Marino da Silva[1]
Kellyn Terumy Okano[2]
Letícia Zanetti Pereira[3]
Helder Boccaletti[4]

RESUMO: O agronegócio brasileiro ocupa posição de destaque no cenário mundial, e a soja se consolida como sua principal *commodity* exportada. Apesar disso, o escoamento da produção enfrenta desafios logísticos significativos, marcados pela utilização de modais rodoviário, ferroviário e hidroviário, mas que ainda apresentam gargalos estruturais, perdas elevadas e vulnerabilidade a riscos operacionais. Nesse contexto, o seguro de cargas surge como ferramenta estratégica para reduzir prejuízos e garantir segurança jurídica e financeira, sobretudo para pequenas e médias empresas. Este artigo teve como objetivo analisar o papel do seguro de cargas na mitigação de perdas durante a exportação de soja, examinando os principais riscos logísticos, barreiras à contratação e benefícios de seu uso como mecanismo de proteção contratual. Para tanto, a pesquisa teve uma abordagem qualitativa e exploratória, com base em revisão bibliográfica, análise documental de empresas do setor. Os resultados indicam que a baixa adesão ao seguro entre pequenos e médios exportadores decorre principalmente da falta de informação e da percepção de altos custos envolvidos, fatores que podem comprometer sua competitividade no mercado internacional. Dessa forma, a contratação estratégica do seguro de cargas, aliada a investimentos em infraestrutura logística e à integração eficiente dos modais de transporte, representa um elemento essencial para aumentar a eficiência, reduzir perdas e fortalecer a posição do Brasil no comércio global de soja. Em outras palavras, o seguro de cargas não é apenas uma exigência burocrática: é uma ferramenta que, se bem utilizada, pode transformar vulnerabilidades em oportunidades para o agronegócio brasileiro.
Palavras-chave: Transporte Multimodal; Exportação; Gestão de Riscos; Competitividade; Cadeia de Suprimentos.

ABSTRACT: Brazilian agribusiness holds a prominent position on the global stage, with soybeans consolidated as its main exported commodity. Nevertheless, the flow of production faces significant logistical challenges, marked by dependence on road and waterway transport modes, which still present structural bottlenecks, high levels of losses, and vulnerability to operational risks. In this context, cargo insurance emerges as a strategic tool to reduce losses and ensure legal and financial security, especially for small and medium-sized enterprises (SMEs). This article aims to analyze the role of cargo insurance in mitigating losses during soybean exports, examining the main logistical risks, barriers to contracting, and the benefits of using insurance as a contractual protection mechanism. For this purpose, a qualitative and exploratory approach was adopted, based on bibliographic review, documentary analysis, and

Formando em Comércio Exterior- gabriel.silva727@fatec.sp.gov.br[1]
Formando em Comércio Exterior- kellyn.okano@fatec.sp.gov.br[2]
Formando em Comércio Exterior- leticia.pereira23@fatec.sp.gov.br[3]
Prof. Orientador Esp. Helder Boccaletti – helder.boccaletti@fatec.sp.gov.br[4]

case studies of companies in the sector. The results indicate that the low adherence to insurance among small and medium-sized exporters is mainly due to the perception of high costs and lack of information, factors that compromise their competitiveness in the international market. It is concluded that the strategic adoption of cargo insurance, combined with investments in logistics infrastructure and efficient modal integration, represents an essential element to increase efficiency, reduce losses, and strengthen Brazil's position in the global soybean trade. In other words, cargo insurance is not merely a bureaucratic requirement: when properly applied, it can transform vulnerabilities into opportunities for Brazilian agribusiness.
Keywords: Multimodal Transport; Export; Risk Management; Competitiveness; Supply Chain.

1 INTRODUÇÃO

As exportações de soja desempenham um papel importante na balança comercial do Brasil, consolidando a posição do país como um dos maiores produtores e exportadores de soja do mundo, segundo Kawano *et al.* (2015). Dada a complexidade das operações logísticas com transporte rodoviário e hidroviário – envolvendo otimização de roteiros, infraestrutura, custos e requisitos regulatórios, garantir a segurança da carga durante o transporte se torna uma prioridade.

O seguro de cargas é indispensável para mitigar riscos logísticos, reduzir perdas e garantir um maior retorno financeiro nos negócios de exportação, um importante mecanismo de proteção cada vez mais valorizado por exportadores e operadores. Proporciona ao destinatário proteção contra todo tipo de perdas e danos que possam acometer a carga importada ou exportada e demais despesas esperadas (Revista Cobertura, 2023).

De acordo com Carvalho e Brasileiro (2014), estudos sobre a cadeia logística da soja têm revelado a complexidade na exportação em termos de gestão de riscos e vulnerabilidades no transporte de longa distância, enfrentando inúmeros desafios em infraestrutura, índices de acidentes e perdas operacionais, que afetam diretamente a competitividade do agronegócio brasileiro.

Vale salientar que as cargas transportadas por via rodoviária até os portos, envolvem um grande volume de perdas durante o trajeto, tornando essencial a tomada de fortes medidas na mitigação de riscos e perdas, como o uso estratégico de seguro de carga, especialmente para soja, cujo volume e valores exigem altos níveis de controle e proteção. Segundo um estudo da ESALQ-USP, o transporte rodoviário de grãos é responsável por cerca de 13% das perdas nas safras, devido às condições

precárias das estradas, à imprudência e à depreciação da frota, o que representa valores entre 800 milhões e 1 bilhão de reais (Compre Rural, 2023).

Existem diversas categorias de riscos na logística da soja que ameaçam a eficiência e a segurança das exportações brasileiras dessa *commodity*, sendo portanto, necessário entender a estrutura do seguro de cargas, as principais barreiras à sua adoção e até que ponto o seguro de cargas pode ajudar a mitigar os riscos logísticos, sob aspectos regulatórios, operacionais e financeiros, bem como a análise dos modais de transporte utilizados para a exportação, seja através da intermodalidade ou da multimodalidade.

Este artigo promove uma discussão sobre a contratação do seguro de cargas na logística da soja, considerando os riscos operacionais que impactam diretamente o desempenho das exportações brasileiras dessa *commodity*, a fim de fornecer contribuições técnicas e práticas para auxiliar exportadores, operadores logísticos e demais agentes da cadeia logística a compreender a relevância da cobertura securitária para auxiliar a recuperar perdas e aumentar a segurança jurídica nas operações, papel do seguro na gestão de riscos logísticos e na melhoria da competitividade do comércio exterior.

O agronegócio é um dos principais pilares da economia brasileira, responsável por cerca de 23% do Produto Interno Bruto (PIB) e por cerca de 49% das exportações nacionais (CNA/Cepea, 2024; MAPA, 2024). A soja, principal *commodity* exportada pelo Brasil, tem participação significativa nessa balança: em 2023, foram exportadas 92 milhões de toneladas, gerando um faturamento de US$53 bilhões (CONAB, 2024).

Na exportação da soja o Brasil depende de uma malha logística extensa para escoar a produção até os portos, sendo o modal rodoviário responsável por 60% do transporte de cargas uma série de vulnerabilidades, como avarias, furtos, perdas decorrentes de condições precárias das rodovias e altos custos de frete (CNT, 2022). Este artigo analisa como o seguro de cargas pode auxiliar na recuperação de perdas nas operações logísticas de exportação de soja, sua importância como ferramenta de proteção contratual, seu papel estratégico na gestão logística e seu impacto na segurança, eficiência e competitividade das exportações brasileiras.

O seguro de cargas é fundamental para mitigar riscos, entretanto, empresas de pequeno e médio porte ainda não o contratam, seja por desconhecimento ou pelos custos elevados. Dados da SUSEP (2024), mostram que a adesão ao seguro de transporte internacional em empresas menores é inferior a 50%.

2 METODOLOGIA

A metodologia adotada neste estudo permitiu analisar como o seguro de cargas pode ajudar na redução de riscos logísticos durante a exportação de soja para pequenas e médias empresas. A pesquisa é classificada como exploratória e descritiva, pois busca desenvolver hipóteses e ideias para posterior averiguação, conforme destacado por Gil (2018).

Foram realizados levantamentos bibliográficos para fundamentar teoricamente a pesquisa, com base em autores para embasar as análises. Assim, do ponto de vista dos procedimentos técnicos, foi utilizada a pesquisa bibliográfica a partir de livros, artigos científicos, dissertações, teses e publicações institucionais. A natureza da pesquisa é aplicada, já que visa resolver problemas práticos do comércio exterior, e a abordagem adotada é qualitativa que se caracteriza pelo foco na interpretação dos fenômenos relevantes ao estudo (Freitas; Jabbour, 2011).

O portal Google Acadêmico foi utilizado como principal fonte de dados, considerando a vasta quantidade de publicações acadêmicas disponíveis. A seleção dos artigos seguiu um roteiro sistemático, passando pela definição dos termos de busca, aplicação de critérios de inclusão e exclusão e triagem dos estudos mais relevantes, todos relacionados à identificação de riscos logísticos e à atuação do seguro de cargas nesse contexto.

Foram utilizadas fontes oficiais e acadêmicas como base de dados, assegurando a confiabilidade das informações. A análise dos dados incluiu a interpretação de tabelas, gráficos e comparações que evidenciaram tendências relevantes para o estudo, relacionando os resultados obtidos por meio de diferentes fontes documentais para estabelecer conexões significativas. Quanto aos critérios de qualidade, foi priorizada a seleção de publicações revisadas por pares, publicadas entre janeiro de 2012 — marco do fortalecimento das exportações de soja brasileiras — e junho de 2025, período em que o estudo foi finalizado.

Na pesquisa documental, foram priorizadas: entrevistas com especialistas em seguros e logística, análise de relatórios sobre exportações de soja e perdas logísticas, e ainda um comparativo entre os modais utilizados (rodoviário e marítimo), buscando compreender de que maneira o seguro de cargas atua na prática como ferramenta de gestão de riscos, especialmente em operações de exportação de soja, no idioma português e inglês (Gil, 2018; Yin, 2015).

No entanto, as informações coletadas foram sistematizadas e analisadas de forma comparativa, considerando aquelas obtidas nas entrevistas, nos relatórios e no comparativo entre os modais. Por fim, como ferramenta de análise estratégica, foi utilizada a matriz SWOT, que possibilita identificar forças e fraquezas internas, além de oportunidades e ameaças externas relacionadas ao uso do seguro de cargas na logística internacional da soja (GIL, 2018).

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 IMPORTÂNCIA DA SOJA PARA O AGRONEGÓCIO BRASILEIRO

A soja no cenário do agronegócio coloca o Brasil como um dos maiores produtores e exportadores nas últimas décadas, devido aos avanços tecnológicos, expansão territorial e à crescente demanda mundial por alimentos e produtos de origem vegetal e animal. A cultura da soja também ganhou importância ao se tornar o principal grão comercializado no país, não apenas pelo aumento da produção agrícola, mas por toda a cadeia industrial associada, como ração, óleos vegetais, biocombustíveis e derivados (Hirakuri; Lazzarotto, 2014).

Esse progresso está intimamente ligado à modernização do interior do país, através de tecnologias que melhoram a produtividade, criam a possibilidade de cultivo nas mais diversas regiões do país e promovem ações na logística de distribuição. Para Gazzoni (2012), uma gestão mais eficiente e a introdução de novas tecnologias agrícolas deram mais força à soja como produto estratégico nos cenários interno e internacional. Além disso, a gestão mais profissionalizada do setor aumentou a lucratividade dos produtores rurais e a segurança para os investidores.

A importância da soja vai além da porteira da fazenda, envolvendo cooperativas, empresas de transporte, armazéns, portos e indústrias, gerando empregos, renda e superávits comerciais. De acordo com Silva *et al.* (2021), o grão se tornou em algumas áreas uma “moeda” no campo devido ao seu valor nas negociações entre produtores, comerciantes e compradores.

Esse destaque reitera a importância da soja principal *commodity* exportada, gerando crescimento do PIB e estabilidade econômica do país, com uma participação significativa nessa balança: em 2023, foram exportadas 92 milhões de toneladas, um faturamento de US$ 53 bilhões (CONAB, 2024).

3.2 LOGÍSTICA E OS MODAIS DE TRANSPORTE

A logística é fundamental para o funcionamento da cadeia de suprimentos, sendo responsável por planejar, executar e controlar o fluxo de materiais, serviços e informações desde a origem até o destino. Segundo Ballou (2006), a logística busca proporcionar o nível de serviço desejado ao menor custo possível, otimizando processos como transporte, armazenagem, manuseio de materiais e distribuição. Seu papel estratégico é notável em setores como comércio exterior, indústria, varejo e serviços, contribuindo diretamente para a competitividade das organizações.

A exportação de soja depende do uso da intermodalidade. Como maior produtor e exportador mundial de soja, o Brasil depende do transporte rodoviário e/ou da hidrovia internamente e do marítimo para os mercados internacionais.

No transporte interno o modal rodoviário é o mais utilizado para levar as cargas da *commodity* dos locais de produção até os centros de distribuição e até os terminais portuários. Sua flexibilidade e amplitude de distribuição compensam problemas como o estado das estradas e uma frota envelhecida. O transporte rodoviário está sujeito à lei nº 11.442/2007 (Brasil, 2007), que regula a prestação de serviços de transporte rodoviário de cargas, por conta de terceiros, mediante remuneração.

A Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT, 2022), supervisiona, fiscaliza e mantém a segurança na logística terrestre por rodovia e, para um transporte regular, são necessários: Conhecimento de Transporte Eletrônico (CT-e), Manifesto eletrônico de Documentos Fiscais (MDF-e), Nota Fiscal Eletrônica (NF-e) e Registro Nacional de Transporte Rodoviário de Carga (RNTRC).

Quanto ao modal aquaviário é o meio de transporte mais viável e mais econômico, sendo dividido em transporte fluvial através de rios, lagos e canais artificiais navegáveis, cabotagem realizada ao longo da costa e marítimo realizado em águas internacionais, entre países (UFRJ, 2021).

O transporte fluvial é uma alternativa significativa para o transporte da soja, devido ao baixo valor do frete por tonelada em comparação com o transporte rodoviário, porém essa viabilidade depende das condições de navegabilidade do sistema fluvial e da infraestrutura portuária (Oliveira; Silveira, 2017). No caso da soja, a navegação fluvial exporta parte da soja através do sistema hidroviário Tietê-Paraná de forma indireta para o Porto de Santos - SP.

O transporte marítimo é a etapa vital na exportação da soja brasileira, para os mais diversos mercados globais e o tornam adequado para o comércio internacional de produtos agrícolas (Hirakuri; Lazzarotto, 2014).

Segundo Ballou (2006), o modal marítimo é realizado através de navios graneleiros com capacidade superior a 80.000 toneladas e os principais portos são Santos (SP), Paranaguá (PR) e os da região do Arco Norte - Itacoatiara (AM), Santarém (PA), Barcarena/Vila do Conde (PA), São Luís (MA) e Porto Velho (RO) com volumes de exportação em crescimento. Segundo a ANTAQ (2023), para um transporte regular, são necessários a Declaração Única de Exportação (DU-E), o Conhecimento de Embarque (BL) e o BL de Montagem.

Vale salientar que existem algumas limitações para o uso do transporte marítimo no Brasil, como restrições estruturais nos portos, capacidade de atracação não suficiente na época de safra, armazenamento insuficiente e a profundidade de alguns canais de navegação é restrita (Carvalho; Brasileiro, 2014).

Para Ballou (2006), a eficácia do transporte marítimo está baseada em quão bem esse modo se integra com modos de transporte terrestres, complementando uma cadeia logística totalmente integrada, ininterrupta e eficiente. Esta sinergia multimodal pode ser mais relevante especialmente para a soja, que geralmente viaja por rodovia, ferrovia e hidrovia antes de chegar aos portos de exportação.

3.2.1 Intermodalidade e Multimodalidade

São práticas que têm ganhado espaço no agronegócio brasileiro para melhorar a eficiência da logística de exportação de *commodities*, como a soja. São o resultado da combinação de dois ou mais modais de transporte ao longo do trajeto da carga, segundo ANTT (2022), a Intermodalidade: envolve o uso de dois ou mais modais diversos baseados em contratos múltiplos e operadores individuais, o que requer uma coordenação logística mais forte. A Multimodalidade ocorre quando uma única entidade operadora é soberana para a operação multimodal. Assim, havendo um Operador de Transporte Multimodal (OTM), a operação é centralizada, reduzindo a burocracia e tornando os processos mais ágeis.

A multimodalidade contribui significativamente para a sustentabilidade logística, ao permitir a integração de modais mais eficientes e menos poluentes, como o ferroviário e o hidroviário. Esses modais consomem menos energia e emitem menos

CO_2 por tonelada transportada em comparação ao rodoviário (Oliveira; Almeida, 2020). Além disso, a diversificação dos meios de transporte pode reduzir os custos logísticos e os impactos ambientais do setor (Sobel, 2024).

A interconexão dos modais com a rodovia é complexa devido aos problemas em infraestrutura no Brasil. Integrar os modais é estratégico para o transporte de grandes volumes de soja, aumentando a competitividade do agronegócio brasileiro no exterior. De acordo com Monteiro *et al.* (2020), o uso da intermodalidade é a chave para a eficiência da cadeia logística, na redução de custos e do tempo de entrega. A região do Arco Norte se desenvolve como uma alternativa viável aos portos do Sudeste, reduzindo as distâncias nas rotas de exportação em direção a Europa e Ásia.

3.2.2 Importância dos Modais Rodoviário e Aquaviário na Exportação da Soja

O Brasil, o maior exportador de soja do mundo, para garantir que sua produção agrícola chegue aos mercados mundiais no transporte interno utiliza o transporte rodoviário que conecta as regiões produtoras ao porto de exportação, enquanto o modal fluvial ainda é subutilizado, e depende de uma infraestrutura e logística adequadas, especialmente em picos de safra. O modal marítimo, para movimentação internacional, é indispensável para que o agronegócio nacional seja competitivo.

Portanto, os dois modais são complementares e essenciais. Os grãos de soja percorrem grandes distâncias em terra ou através de rios antes de chegar aos portos marítimos para exportação. Uma cadeia logística integrada busca otimizar a flexibilidade operacional tornando o mercado de exportação mais estável.

A infraestrutura logística é um dos principais gargalos para a competitividade da exportação de soja do Brasil. No setor rodoviário, a infraestrutura da malha rodoviária onde cerca de 60% das rodovias federais analisadas apresentam algum tipo de problema (CNT, 2022), a idade média e conservação da frota de caminhões acarretam implicações para a segurança, aumento do tempo de trânsito e impactos devido à perda de granéis soltos.

Quanto à infraestrutura fluvial, as vias navegáveis brasileiras são inadequadas quando se trata do transporte de soja. Embora com a maioria de seus rios navegáveis, sua navegabilidade apresenta fortes limitações como - leitos de rios rasos, sinalização e balizamento inadequados e instalações portuárias mal equipadas para grãos a granel, tempos adicionais de transferência e operação na integração com os modos

rodoviário e ferroviário que, de acordo com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2013), compromete o uso do eixo hidroviário, exemplo a Hidrovia Tietê-Paraná, e prejudica a competitividade logística do agronegócio.

No marítimo os problemas estão relacionados às questões portuárias, com meios de acesso aos portos insuficientes em períodos de safra, terminais portuários com instalações defasadas, incapazes de lidar com grandes volumes de grãos a granel, a baixa profundidade dos portos leva a uma baixa capacidade de carga gerando congestionamento e atraso nos portos. Para Oliveira e Silveira (2017), é fundamental a modernização das instalações e do acesso às regiões portuárias para tornar o sistema mais eficiente e competitivo em termos de custos logísticos.

A fim de enfrentar esses desafios, torna-se necessário investir na integração e interligação das operações portuárias, na manutenção de rodovias e hidrovias e em medidas operacionais na cadeia de suprimentos, por exemplo, por meio da rastreabilidade de cargas e sistemas logísticos combinados.

3.3 SEGUROS DE CARGA NO BRASIL

Para as exportações de soja, o seguro internacional é indispensável para garantir a segurança da carga em toda a cadeia logística. Esse seguro deve cobrir a mercadoria desde a origem até o destino final e incluir o transporte terrestre até o porto e o transporte marítimo internacional.

Segundo Oliveira (2023), esta operação deve ser executada por um corretor autorizado pela SUSEP (Superintendência de Seguros Privados), o órgão regulador e de supervisão do setor no Brasil, de acordo com o Decreto-Lei nº 73 de 1966 (Brasil, 1966). O contrato deve ser personalizado, e considerar o tipo de carga, a rota, os riscos e os termos contratuais (*Incoterms*), que definem quem é responsável pelo seguro em cada operação.

No rodoviário o seguro obrigatório deve cobrir a soja da fazenda até o porto particularmente suscetível a roubos, danos e acidentes. O seguro marítimo, é o dominante e essencial na cobertura da carga na viagem entre continentes, especialmente contra naufrágios, perdas, tempestades e pirataria (Genebra, 2023).

Para Genebra (2023), a carga não é protegida apenas fisicamente; o seguro internacional, proporciona apoio legal e financeiro, reduz os riscos entre remetentes,

consignatários e outros intermediários, ajuda a manter a competitividade do negócio, evita perdas e garante o cumprimento dos contratos comerciais.

Quanto ao seguro nacional é adotado pelo embarcador para garantir que a carga comercializada não seja impactada negativamente por eventos inesperados durante o trânsito. Apenas pessoas jurídicas são obrigadas a contratar esse seguro, que é válido para transportes por quaisquer meios (por terra, água ou ar). Para quem realiza o envio de cargas dentro do Brasil, este seguro tem uma tarifa única projetada para o remetente, considerando o tipo de carga enviada (Akad, 2024).

De acordo com Bet (2024), o seguro para transportadores é destinado a empresas que movem cargas para terceiros e inclui seguros obrigatórios como o RCTR-C (Responsabilidade Civil do Transportador de Carga por Estrada), que cobre danos à carga resultantes de um acidente, como colisão, capotamento ou tombamento e o RC-DC (Responsabilidade Civil por Desaparecimento de Carga), prevendo o roubo ou desaparecimento da carga.

Existe ainda o seguro ambiental, apólice desenvolvida junto com a AIG, que é o Seguro de Responsabilidade Civil Ambiental em Transporte, que cobre danos pessoal ou material causados a terceiros, limpeza, monitoramento, remoção de solo e água contaminados, e a provisão de cobertura adicional para poluição de evento não acidental e liberação de fluidos automotivos de veículos de transporte (Bet, 2024).

3.3.1 Riscos Associados ao Transporte de Soja

Uma das maiores dificuldades na exportação de soja no Brasil é a precariedade da estrutura logística, condições ruins das estradas, ineficiência da frota de caminhões e dos acessos portuários principalmente em época de safra. Em 2022, mais de 60% das rodovias federais avaliadas apresentavam algum tipo de problema, de acordo com dados da Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2022). Esse fato tem implicações para a segurança, atrasos e perdas no transporte de cargas, como derramamento de grãos.

No modo aquaviário, os desafios maiores estão nas regiões portuárias, infraestrutura de acesso portuário deficiente ou obsoleta para o fluxo de grãos a granel, congestionamentos e atrasos devido à capacidade restrita de calado. Oliveira e Silveira (2017), destacam ainda que é necessário reformar a infraestrutura portuária para aumentar a eficiência e diminuir os custos logísticos, investir no aumento da

capacidade dos portos, na conservação das estradas e na implementação de soluções inteligentes, incluindo rastreamento de cargas e integração logística.

3.3.2 Aplicação dos *Incoterms* na Exportação de Soja

Incoterms - Termos e Condições Internacionais de Comércio, são padrões de comércio internacionalmente aceitos, estabelecidos pela Câmara de Comércio Internacional (CCI), para termos de comercialização internacional, definem responsabilidades, custos e riscos de vendedores e compradores, incluindo tarifas e impostos de importação/exportação, cruciais para esclarecer os termos de entrega e prevenir disputas contratuais no comércio de *commodities* como a soja (CCI, 2020).

Incoterms mais utilizados no comércio internacional de soja (CCI, 2020):

- FOB (*Free on Bord*): um dos mais utilizados, o vendedor cotiza a carga a bordo do navio no porto de embarque, momento em que o risco e os custos são transferidos para o comprador, ou seja, é predominante quando o comprador deseja gerenciar o transporte internacional e o seguro e como vantagem: maior flexibilidade para o comprador, que pode selecionar o transportador e o seguro;
- CIF (*Cost, Insurance and Freight*): o exportador paga todos os custos e seguro das cargas até o porto de destino. O vendedor fornece o transporte da carga, a entrega no local e os documentos de exportação. É usado para a soja porque oferece para o comprador, a cobertura do seguro e o frete, ou seja, precisa pagar todos os encargos de frete e de seguro do embarque no vendedor até a chegada ao depósito do comprador;
- FCA (*Free Carrier*): a entrega e transferência ocorre no transportador (rodoviário, ferroviário, transporte fluvial) identificado pelo comprador em local predeterminado, onde os riscos são passados para o comprador a partir desse ponto. Pode ser empregado no transporte rodoviário ou marítimo, se acordado pelas partes e apresenta maior controle comprador-fornecedor, e o comprador pode selecionar o transportador. Ideal para transporte onde múltiplos modais são utilizados.

A escolha certa do *Incoterm* é fundamental para o planejamento logístico e financeiro das exportações de soja. Ele determina no que cada parte é responsável, e os custos e riscos do envio. Os *Incoterms* que prevalecem no comércio de soja são o FOB e CIF, pois atendem tanto aos vendedores brasileiros, que são especialistas

em transporte rodoviário, quanto ao setor internacional de compras, que aprecia a cobertura e a fixação de custos.

É importante o entendimento dos *Incoterms* para evitar riscos desnecessários nas transações, bem como, fornecer certa proteção legal e financeira ao vendedor e comprador. O desconhecimento pode levar a gastos extras e problemas com contratos que afetarão a competitividade da soja brasileira no mercado global.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise realizada, de natureza documental e aplicada, permite abordar e compreender de forma mais clara os principais riscos enfrentados no escoamento da soja brasileira e o modo como pequenas e médias empresas lidam com a contratação de seguros de transporte. A apresentação a seguir organiza os achados em três eixos: riscos logísticos, adesão ao seguro e discussão à luz da literatura.

4.1 PRINCIPAIS RISCOS LOGÍSTICOS IDENTIFICADOS

O levantamento confirma que a logística continua sendo um dos pontos mais sensíveis da cadeia da soja. O transporte rodoviário, responsável pela maior parte da movimentação interna, apresenta deficiências estruturais relevantes, mais da metade das rodovias federais está em condições regulares ou ruins, o que resulta em maior tempo de deslocamento, aumento do custo de manutenção e deterioração da carga (CNT, 2022). Em alguns casos, estima-se que até 15% da produção possa ser comprometida durante o trajeto (Compre Rural, 2023).

Outro aspecto crítico é a segurança. Dados da Fetrabens (2023) revelam que os grãos figuram entre os produtos mais visados em roubos de carga, principalmente em corredores logísticos estratégicos. Além disso, gargalos nos portos e limitações no transporte hidroviário elevam os custos de armazenagem e atrasam embarques, criando incertezas que se refletem na competitividade internacional (ANTAQ, 2023). A Figura 1 detalha a comparação entre os modais de transporte da soja, evidenciando riscos e vantagens.

Figura 1 – Comparação entre modais de transporte da soja

Modal de Transporte	Participação no escoamento	Principais vantagens	Principais desvantagens	Custo médio relativo*	Riscos associados
Rodoviário	60%	Flexibilidade	Alto custo, estradas precárias, maior índice de roubos	Alto	Perdas por avarias, furtos e atrasos
Ferroviário	20%	Boa capacidade, custo menor que rodoviário	Malha limitada, concentração regional	Médio	Gargalos em terminais
Hidroviário	13%	Baixo custo, maior sustentabilidade	Pouca infraestrutura, sazonalidade	Baixo	Dependência climática e portuária
Marítimo (exportação)	**100% no comércio internacional**	**Capacidade elevada, custo competitivo em longas distâncias**	**Congestionamentos portuários, tarifas adicionais**	**Variável**	**Atrasos e custos extras**

Fonte: elaborado pelo autor (2025), adaptado de
*Custo médio relativo: comparativo simplificado entre modais.

A figura 1 evidencia o predomínio do transporte rodoviário, com 60% do escoamento da produção, embora apresente alto custo, infraestrutura precária e elevado índice de roubos. O ferroviário, apesar de oferecer boa capacidade de carga e menor custo relativo, sofre com a baixa cobertura da malha e gargalos nos terminais. O transporte hidroviário, mais sustentável e barato, depende das condições climáticas e sazonais. Por fim, o modal marítimo é indispensável à exportação, mas enfrenta riscos de atrasos e custos adicionais relacionados a portos e tarifas.

Em conjunto, esses elementos demonstram que os riscos logísticos não se restringem à má qualidade da malha rodoviária, mas abrange perdas financeiras ligadas a furtos, atrasos e custos adicionais decorrentes de falhas estruturais, ou seja, a dependência excessiva do modal rodoviário compromete a eficiência da logística

4.2 ADESÃO AO SEGURO DE CARGAS PELAS PME'S ANALISADAS

A pesquisa evidencia que, entre pequenas e médias empresas, a contratação de seguros permanece muito baixa, sendo em grande parte limitada ao RCTR-C (Responsabilidade Civil do Transportador Rodoviário de Cargas), ao RC-DC (Responsabilidade Civil do Transportador Rodoviário por Desaparecimento de Carga)

— ambos de caráter obrigatório no transporte nacional — ou ao seguro internacional. No entanto, no caso de optarem pela contratação, é comum que a carga não seja devidamente averbada ou que o pagamento do prêmio não seja realizado, o que resulta na perda da cobertura e deixa a operação desprotegida (Genebra, 2023).

Essa situação decorre, seja pela falta de informação adequada sobre os procedimentos do seguro, ou por uma percepção equivocada de que se trata apenas de uma despesa adicional, e não essencial para a mitigação de riscos e a preservação da competitividade no comércio exterior, percepção que está de acordo com a análise publicada pela Revista Cobertura (2023), que identificou comportamento semelhante em exportadores de menor porte. Outro ponto crítico é o desconhecimento técnico dos contratos: empresários interpretam que, ao utilizar condições como o FOB, toda a responsabilidade é transferida ao comprador, ignorando riscos de avarias, extravios ou divergências documentais que podem recair sobre o vendedor (CCI, 2020).

Para esclarecer as diferenças, a figura 2 apresenta os principais tipos de seguros de carga, destacando abrangência, obrigatoriedade, benefícios e limitações:

Figura 2 - Comparação dos tipos de seguros de carga

Tipo de Seguro	Abrangência	Obrigatoriedade	Benefícios	Limitações
RCTR-C (Responsabilidade Civil do Transportador Rodoviário de Cargas)	Acidentes com o veículo (colisão, capotagem, tombamento, incêndio, explosão)	Obrigatório para transportadores	Protege transportador em acidentes	Não cobre roubo, furto ou desaparecimento
RC-DC (Responsabilidade Civil por Desaparecimento de Carga)	Roubo, furto qualificado, apropriação indébita	Obrigatório para transportadores	Amplia proteção contra crimes patrimoniais	Aumenta custo do frete
Seguro Internacional (CIF ou contratado à parte)	Cobre riscos durante transporte marítimo, aéreo ou multimodal	Facultativo, mas pode ser exigido em contratos (Incoterms)	Proteção financeira e jurídica, credibilidade internacional	Pouca adesão entre PME's, custo percebido como elevado

Fonte: elaborado pelo autor (2025), adaptado de.

A figura 2 mostra que o RCTR-C protege apenas em casos de acidentes com o veículo, mas não cobre roubo ou furto, enquanto o RC-DC oferece proteção contra crimes patrimoniais, ainda que eleve o custo do frete, isso confirma a baixa adesão a coberturas mais abrangentes, especialmente entre empresas de menor porte.

Empresas que investem em apólices mais abrangentes relatam ganhos concretos, como previsibilidade financeira e maior segurança nas negociações internacionais, confirma análises de Genebra (2023) e Akad (2024), que destacam o seguro não apenas como instrumento de proteção, mas como diferencial competitivo.

Para Ballou (2006), a logística deve ser tratada como elemento estratégico, mas que em países com infraestrutura deficiente tende a se transformar em fator limitante. A constatação de perdas no transporte rodoviário e de gargalos portuários confirma esse diagnóstico.

Monteiro *et al.* (2020) e Sobel (2024), defendem que o uso da intermodalidade e multimodalidade é o melhor caminho para reduzir custos e ampliar a eficiência. Essa visão encontra respaldo nos dados coletados, que evidenciam a dependência excessiva e exclusiva do transporte rodoviário e seus impactos negativos.

No campo securitário, Genebra (2023) e Bet (2024), ressaltam que os seguros de transporte representam um mecanismo fundamental de mitigação de riscos operacionais e jurídicos. A análise confirma essa importância, ao mostrar que empresas que contratam seguros mais abrangentes apresentam maior resiliência. Ao mesmo tempo, a baixa adesão observada reforça a existência de uma lacuna prática: a percepção equivocada de alto custo e o déficit de informação ainda afastam muitas pequenas e médias empresas desse recurso.

Portanto, os resultados obtidos confirmam os diagnósticos já conhecidos, e evidenciam a necessidade de ampliar o acesso à informação e fomentar a cultura do seguro de transporte. Essa medida torna-se estratégica, pois, a contratação do seguro contribui para a previsibilidade financeira e a segurança nas negociações internacionais.

4.3 ANÁLISE SWOT DA EXPORTAÇÃO DE SOJA E DO SEGURO DE CARGAS

Os resultados também permitem estruturar uma análise estratégica sobre o papel do seguro na exportação da soja, sintetizada na Figura 3.

Figura 3 – Análise SWOT da exportação de soja e seguro de cargas

Forças	**Fraquezas**
- Brasil como maior exportador mundial de soja (CONAB, 2024).	- Dependência excessiva do transporte rodoviário (CNT, 2022).

- Relevância da commodity no PIB e no saldo da balança comercial.	- Perdas logísticas por avarias, roubos e atrasos (COMPRE RURAL, 2023).
- Existência de seguros regulamentados e diversificados (SUSEP, 2024).	- Baixa adesão ao seguro internacional por PME's (Revista Cobertura, 2023).

Oportunidades	**Ameaças**
- Expansão do transporte ferroviário e hidroviário (ANTAQ, 2023).	- Gargalos portuários e sobrecarga em terminais de exportação.
- Maior integração intermodal e multimodal (Monteiro et al., 2020).	- Volatilidade de preços internacionais da soja.
- Difusão de informações e capacitação sobre seguros e Incoterms.	- Crescimento do roubo de cargas em rotas estratégicas (Fetrabens, 2023).

Fonte: elaborado pelo autor (2025), com base em dados de CNT (2022), ANTAQ (2023), Genebra (2023).

A figura 3 aponta os pontos fortes, fracos, oportunidades e ameaças que envolvem a logística e o seguro de transporte. Entre as forças, destaca-se a posição do Brasil como maior exportador mundial da commodity e a existência de seguros regulamentados. Já as fraquezas incluem a dependência excessiva do transporte rodoviário e a baixa adesão ao seguro internacional por parte das PME's.

As oportunidades apontam para a expansão da intermodalidade e a disseminação de informações sobre *Incoterms* e seguros, que podem reduzir vulnerabilidades. Por outro lado, gargalos portuários, volatilidade de preços e o crescimento do roubo de cargas permanecem como ameaças significativas ao setor.

Essa análise reforça que o seguro de transporte, além de proteger contra perdas diretas, contribui para a competitividade internacional do agronegócio brasileiro, ao mitigar riscos logísticos e jurídicos que afetam diretamente as exportações.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo analisar o papel do seguro de cargas na mitigação de riscos durante a exportação de soja, com foco especial nas pequenas e médias empresas do agronegócio brasileiro. Partindo de uma revisão bibliográfica e documental, aliada a análises de práticas de mercado, o estudo analisou como os gargalos logísticos e a baixa adesão ao seguro criam vulnerabilidades que comprometem a competitividade do setor.

Os resultados mostraram que, embora a soja represente uma das maiores forças do agronegócio nacional, a dependência quase exclusiva do transporte rodoviário expõe a cadeia a perdas significativas, seja por más condições de infraestrutura, seja pela insegurança nas estradas. Autores como Ballou (2006) e Oliveira e Silveira (2017) já advertiam para esse cenário, e os dados atuais reforçam essa constatação (CNT, 2022; COMPRE RURAL, 2023; FETRABENS, 2023; ANTAQ, 2023).

No campo securitário, verificou-se que as coberturas disponíveis, quando utilizadas de forma estratégica, oferecem benefícios que vão além da proteção patrimonial: agregam previsibilidade financeira, segurança jurídica e maior credibilidade nas relações internacionais. Por exemplo, a contratação estratégica de um Seguro Internacional (Incoterm CIF) permite que a PME proteja sua margem de lucro contra sinistros e cumpra plenamente o contrato de venda, elevando sua confiabilidade perante o comprador estrangeiro e garantindo o fluxo de caixa mesmo em caso de perdas no trajeto. Contudo, a baixa adesão de pequenas e médias empresas, muitas vezes motivada por percepções equivocadas de custo ou pela falta de informação, revela uma lacuna que compromete a eficiência da cadeia.

Dessa forma, conclui-se que os objetivos iniciais foram alcançados: demonstrou-se que o seguro de cargas não deve ser visto apenas como obrigação legal ou custo adicional, mas como ferramenta de gestão de riscos capaz de fortalecer a posição do Brasil no comércio internacional de soja. Além disso, a análise sugere que políticas públicas voltadas à melhoria da infraestrutura logística e programas de capacitação sobre *Incoterms* e seguros poderiam ampliar a adesão a práticas mais seguras e competitivas.

Por fim, sugere-se que pesquisas futuras aprofundem a análise comparativa de custos entre diferentes tipos de seguros e investiguem como a digitalização e as inovações tecnológicas no setor securitário podem favorecer o acesso das pequenas e médias empresas a soluções mais flexíveis e personalizadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKAD SEGUROS. **Lâmina Produto Seguro Transporte Nacional**. São Paulo, 2024. Disponível em: https://akadseguros.com.br/content/uploads/2024/03/lamina-produto-seguro-transporte-nacional-akad.pdf. Acesso em: 11 maio 2025.

ANTAQ – AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS. **Relatório anual 2022-2023**. Brasília: ANTAQ, 2023. Disponível em: https://www.gov.br/antaq/pt-br/acesso-a-informacao/prestacao_de_contas/relatorio-de-gestao/relatorio_de_gestao_2023_pos_acordao.pdf. Acesso em: 11 maio 2025

ANTT – AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. **Manuais de Fiscalização**. Brasília: ANTT, 2022. Disponível em: https://www.gov.br/antt/pt-br/assuntos/fiscalizacao-e-multas/manuais-de-fiscalizacao. Acesso em: 14 maio 2025.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos:** logística empresarial. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BET, F. A responsabilidade civil ambiental do transportador de cargas e o dano moral ambiental. **Revista Aracê,** v. 6, n. 2, p. 3240-3250, 2024. Disponível em: https://periodicos.newsciencepubl.com/arace/article/download/904/1303. Acesso em: 16 maio 2025.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 73, de 21 de novembro de 1966**. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Seguros Privados. Diário Oficial da União, Brasília, 22 nov. 1966. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del0073.htm. Acesso em: 20 maio 2025.

BRASIL. **Lei nº 11.442, de 05 de janeiro de 2007**. Dispõe sobre o transporte rodoviário de cargas por conta de terceiros e mediante remuneração. Diário Oficial da União, Brasília, 8 jan. 2007. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11442.htm. Acesso em: 14 maio 2025.

CCI CÂMARA DE COMÉRCIO INTERNACIONAL. **Incoterms 2020:** o guia completo. Paris: CCI, 2020. Disponível em: https://iccwbo.org/resources-for-business/incoterms-rules/incoterms-2020/. Acesso em: 15 maio 2025.

CARVALHO, G. G. S.; BRASILEIRO, J. A. Os impactos dos gargalos da infraestrutura logística nas exportações de soja do Estado do Paraná. **Caderno PAIC,** Curitiba, v. 15, n. 1, p. 171–184, 2014. Disponível em: https://cadernopaic.fae.edu/cadernopaic/article/view/58. Acesso em: 28 abr. 2025.

CNA/Cepea. **Sumário Executivo PIB do Agronegócio – 4º Trimestre de 2024**. CNA/Cepea, 2024. Disponível em: https://www.cnabrasil.org.br/publicacoes/sumario-executivo-pib-do-agronegocio-4o-trimestre-de-2024. Acesso em: 17 set. 2025.

CNT – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Pesquisa CNT de Rodovias 2022**. Brasília: CNT, 2022. Disponível em: https://cnt.org.br/documento/6b24f1b4-9081-485d-835d-c8aafac2b708. Acesso em: 15 maio 2025.

COMPRE RURAL. **Transporte rodoviário é responsável por quase 15% de perdas nas safras de grãos**. 16 maio 2023. Disponível em: https://www.comprerural.com. Acesso em: 20 maio 2025.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos – Safra 2023/2024**. Brasília: CONAB, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/informacoes-agropecuarias/safras. Acesso em: 02 set. 2025.

FETRABENS – FEDERAÇÃO DAS ASSOCIAÇÕES DE CAMINHONEIROS. **Sudeste tem 74% dos roubos de carga no País — estado de SP é campeão de casos**. São Paulo: Fetrabens, 2023. Disponível em: https://fetrabens.com.br/noticia/sudeste-tem-74por-cento-dos-roubos-de-carga-no-pais%3B-estado-de-sp-e-o-campeao-de-casos. Acesso em: 10 set. 2025

FREITAS, W. R. S.; JABBOUR, C. J. C. **Utilizando estudo de caso(s) como estratégia de pesquisa qualitativa**: boas práticas e sugestões. 2011. Disponível em: https://www3.ufpe.br/moinhojuridico/images/ppgd/8.12a%20 estudo%20de%20caso.pdf. Acesso em: 21 mar. 2025.

GAZZONI, D. L. **Soja**: uma oportunidade para o Brasil. Londrina: Embrapa Soja, 2012. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/946594/1/catalogoSojaGO2012FINAL.pdf. Acesso em: 14 maio 2025.

GENEBRA SEGUROS. **Tudo sobre seguro de transporte**. São Paulo: Genebra Seguros, 2023. Disponível em: https://www.genebraseguros.com.br/tudo-sobre-seguro-de-transporte/. Acesso em: 16 maio 2025.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. **Evolução e importância da soja no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2014. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/990000/1/Oagronegociodasojanoscontextosmundialebrasileiro.pdf. Acesso em: 14 maio 2025.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Infraestrutura de transporte e desenvolvimento: diagnóstico e propostas para o Brasil**. Texto para Discussão nº 1931. Brasília: IPEA, 2013. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/server/api/core/bitstreams/f7abf3d3-72bc-4ca3-846b-520510e5d253/content?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 12 set. 2025.

KAWANO, B. R.; MORES, G. V.; SILVA, R. F.; CUGNASCA, C. E**.** Estratégias para resolução dos principais desafios da logística de produtos agrícolas exportados pelo Brasil. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 10, n. 1, p. 71–88, 2015. DOI: https://doi.org/10.25070/rea.v10i1.197. Acesso em: 10 set. 2025

MAPA Ministério da Agricultura e Pecuária – MAPA, 2024 **Exportações do agronegócio fecham 2023 com US$ 166,55 bilhões em vendas**. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/exportacoes-do-agronegocio-fecham-2023-com-us-166-55-bilhoes-em-vendas. Acesso em: 17 set. 2025.

MONTEIRO, M. G.; BRISOLA, M. V.; LEITÃO, F. O.; SILVA, W. H. Limitações e problemas no transporte da soja no Brasil. **Revista GEPEC**, v. 25, n. 1, p. 261–283,

2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/348352538_Limitacoes_e_Problemas_no_Transporte_da_Soja_no_Brasil. Acesso em: 20 maio 2025.

OLIVEIRA, E. Palestra: **Descomplicando o Seguro de Carga**. Fatec Itapetininga, 25 out. 2023.

OLIVEIRA, G. H. M.; ALMEIDA, D. R. Análise comparativa das emissões de CO_2 nos modais de transporte no Brasil. **Revista Transportes**, v. 28, n. 1, p. 44-52, 2020. Disponível em: https://www.revistatransportes.org.br/anpet/article/view/2415. Acesso em: 15 maio 2025.

OLIVEIRA, J. A.; SILVEIRA, M. R. Logística de exportação da soja brasileira. **Revista Espacios**, v. 38, n. 7, p. 21, 2017. Disponível em: https://www.revistaespacios.com/a17v38n07/a17v38n07p21.pdf. Acesso em: 14 maio 2025.

REVISTA COBERTURA. **O papel do seguro de transporte e do gerenciamento de riscos no agronegócio**. 4 ago. 2023. Disponível em: https://www.revistacobertura.com.br/versao-texto/o-papel-do-seguro-de-transporte-e-do-gerenciamento-no-agronegocio/. Acesso em: 24 abr. 2025.

SILVA, D. J. et al. **A importância da soja para o agronegócio brasileiro**. In: Congresso Nacional De Pesquisa E Ensino Em Ciências Agrárias (CONAPECA), 2021. Anais [...]. Recife: CONAPECA, 2021. Disponível em: https://atenaeditora.com.br/catalogo/dowload-post/74908. Acesso em: 14 maio 2025.

SOBEL. Intermodal 2024: integração entre diferentes modos de transporte amplia eficiência e reduz custos. Sobel Logística, 2024. Disponível em: https://www.sobelnet.com/intermodal-2024-integracao-entre-diferentes-modos-de-transporte-amplia-eficiencia-e-reduz-custos/. Acesso em: 15 maio 2025.

SUSEP – SUPERINTENDÊNCIA DE SEGUROS PRIVADOS. **Relatórios e Estatísticas do Setor de Seguros**. Rio de Janeiro: SUSEP, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/susep. Acesso em: 20 maio 2025.

UFRJ LIGA NAVAL. **O transporte hidroviário no Brasil.** Publicado em 4 de março de 2021. Disponível em: https://liganaval.poli.ufrj.br. Acesso em: 20 maio 2025.

YIN, R. K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

A CADEIA DE SUPRIMENTOS NO *E-COMMERCE* DE PRODUTOS NATURA: ESTRATÉGIAS PARA A LINHA DE HIDRATANTES *TODODIA*
THE SUPPLY CHAIN IN NATURA'S *E-COMMERCE* OF PRODUCTS*:* STRATEGIES FOR THE *TODODIA* MOISTURIZER LINE

Juliane Novacow Batista[1]
Lucas Henrique Leme de Campos[2]
Stefany Almeida da Silva[3]
Helder Boccaletti[4]

RESUMO: Este artigo tem como objetivo analisar a eficiência da cadeia de suprimentos do *e-commerce* da Natura, com foco na comercialização dos hidratantes da linha *Tododia*. A pesquisa busca compreender como as estratégias logísticas adotadas pela empresa, incluindo práticas sustentáveis e ecológicas, impactam seu desempenho operacional e sua percepção no mercado digital. Utilizando uma abordagem qualitativa, o estudo examina processos como roteirização de entregas, gestão de estoques e estratégias de marketing verde, destacando a valorização dos colaboradores e a sustentabilidade como elementos estratégicos em sua potencial influência no desempenho operacional da empresa. A pesquisa também aborda aspectos relacionados à logística integrada, sustentabilidade corporativa e a influência das práticas de marketing verde na percepção dos consumidores, contribuindo para o aprimoramento das estratégias logísticas sustentáveis na indústria de cosméticos. Os resultados sugerem que a articulação entre logística verde e marketing sustentável demonstra uma correlação com a performance operacional, atendendo aos objetivos propostos.
Palavras-chave: Concorrentes; Gestão Eficaz; Logística; Marketing Verde; Sustentabilidade.

ABSTRACT: This article aims to analyze the efficiency of *Natura*'s e-commerce supply chain, focusing on the commercialization of moisturizers from the *Tododia* line. The research seeks to understand how the logistical strategies adopted by the company, including sustainable and ecological practices, impact its operational performance and its perception in the digital market. Using a qualitative approach, the study examines processes such as delivery routing, inventory management, and green marketing strategies, highlighting employee appreciation and sustainability as key factors for success in the e-commerce of cosmetics. The research also addresses aspects related to integrated logistics, corporate sustainability, and the influence of green marketing practices on consumer perception, contributing to the improvement of sustainable logistical strategies in the cosmetics industry. The results confirm that the synergy between green logistics and sustainable marketing contributes to the consolidation of *Natura* as an innovative brand committed to sustainability, strengthens consumer trust, enhances corporate reputation, and positions the company as a benchmark in the digital cosmetics sector.
Keywords: Competitors; Effective Management; Logistics; Green Marketing; Sustainability.

1 INTRODUÇÃO

Formando em Comércio Exterior- Fatec Itapetininga-junovacow@gmail.com[1]
Formando em Comércio Exterior- Fatec Itapetininga-lucascamposlucas167@gmail.com[2]
Formando em Comércio Exterior- Fatec Itapetininga-steefanyalmeeida@gmail.com[3]
Orientador: Prof. Esp. Helder Boccaletti - Exterior- Fatec Itapetininga-helder@fatecitapetininga.edu.br[4]

A gestão da cadeia de suprimentos (SCM), é gerenciada pelas empresas com base nas tendências do mercado e *feedback* de clientes sobre os produtos que desejam e quando e como querem recebê-los, esses dados integrados permitem otimizar as operações da SCM, envolvendo Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), fornecedores, produção e todas as etapas da logística, até a entrega ao consumidor final, incluindo a última milha. Para que esse processo seja o mais eficiente possível, cada parceiro ou "elo" da cadeia deve estar integrado a um sistema de SCM bem coordenado e responsivo (SAP, 2025).

A crescente relevância da cadeia de suprimentos no comércio eletrônico, em função do significativo crescimento das vendas *on-line* devido à pandemia da Covid, faz com que empresas busquem aliar eficiência logística a práticas sustentáveis, como é o caso da Natura. Em 2024, o setor de cosméticos teve um crescimento de cerca de 81% em comparação ao período anterior à crise sanitária. Desde então, o *e-commerce* sustenta esse avanço, ainda que não na mesma velocidade. O ano de 2023 foi o segundo em que o volume total ficou acima dos R$ 200 bilhões (FECOMERCIOSP, 2024).

Do ponto de vista social, este artigo busca evidenciar a valorização de práticas sustentáveis e de responsabilidade corporativa para o bem-estar dos consumidores, funcionários e da sociedade. Para a Natura, a missão da empresa é promover o bem-estar com uma relação harmoniosa e bem-sucedida junto com a natureza da qual está inserida, satisfazendo a relação com os clientes (Natura, 2023).

Este artigo busca analisar a eficiência na cadeia de suprimentos no *e-commerce* de hidratantes da linha *Tododia* da Natura, seus processos logísticos ecológicos, o reconhecimento e a valorização de seus colaboradores, envolvendo as estratégias conduzidas pela empresa na integração entre o marketing verde e a gestão de pessoas, diferenciais competitivos da empresa.

A compreensão e o aprimoramento na gestão da cadeia de suprimentos no *e-commerce* na linha de hidratantes *Tododia* da Natura, ao compartilhar informações sobre práticas logísticas sustentáveis, estratégias de marketing verde, eficiência operacional em relação à percepção ao consumidor, permitem identificar oportunidades através da logística verde e uma atuação alinhada com a sustentabilidade e a valorização dos colaboradores.

A análise da eficiência da cadeia de suprimentos no *e-commerce* de hidratantes da linha Natura, em especial na análise dos processos logísticos ecológicos (verdes)

e o reconhecimento global obtido pela empresa, integrando estratégias de marketing verde e a gestão ecológica, incluindo roteirização de entregas, prazos e controle de estoques, buscam valorizar a sustentabilidade e benefícios ambientais satisfazendo as necessidades dos consumidores e a valorização dos colaboradores.

2 METODOLOGIA

A metodologia adotada neste estudo visa compreender as práticas de logística sustentável implementadas pela Natura em sua operação de *e-commerce*, especificamente na linha de hidratantes *Tododia* no período de 2018 a 2024 e seus impactos sobre a competitividade. A pesquisa é classificada como exploratória e descritiva, pois busca desenvolver hipóteses e ideias para posterior averiguação, conforme destacado por Gil (2018).

Foi realizado um levantamento bibliográfico para fundamentar teoricamente a pesquisa, com base em autores que abordam estratégias e ações relacionadas à sustentabilidade na cadeia de suprimentos. Assim, do ponto de vista dos procedimentos técnicos, foi utilizada a pesquisa bibliográfica e documental, sendo a abordagem da pesquisa de natureza qualitativa, com o objetivo de enriquecer os resultados. Segundo Sousa, Oliveira e Alves (2021), a pesquisa qualitativa se caracteriza pelo foco na interpretação dos fenômenos relevantes ao estudo.

A pesquisa documental concentrou-se na análise de relatórios institucionais, publicações corporativas e documentos técnicos disponibilizados pela própria Natura, enquanto a pesquisa bibliográfica foi realizada a partir de livros, artigos científicos, dissertações, teses e publicações institucionais relacionados à logística, cadeia de suprimentos e ao *e-commerce* (Yin, 2015).

Foram utilizadas fontes oficiais e acadêmicas como base de dados, assegurando a confiabilidade das informações. A análise dos dados incluiu a interpretação de tabelas, gráficos e comparações que evidenciassem tendências relevantes para o estudo, relacionando os resultados obtidos por meio de diferentes fontes documentais para estabelecer conexões significativas A busca foi realizada principalmente no Google Scholar e em *sites* institucionais, utilizando palavras-chave como “cadeia de suprimentos”, “*e-commerce*”, “logística verde” e “sustentabilidade”. A seleção dos materiais seguiu critérios de inclusão baseados em relevância temática e temporalidade (2018–2024).

No entanto, as informações coletadas foram sistematizadas e analisadas de forma comparativa, permitindo identificar as práticas de logística sustentável implementadas pela Natura em sua operação de *e-commerce*, especificamente na linha de hidratantes *Tododia* em termos de custos, eficiência operacional e sustentabilidade. Por fim, como ferramenta de análise estratégica, foi utilizada a matriz SWOT, que possibilita identificar forças e fraquezas internas, além de oportunidades e ameaças externas relacionadas à eficiência da cadeia de suprimentos, práticas de logística verde e integração da sustentabilidade às operações de *e-commerce* (Gil, 2018).

3 DESENVOLVIMENTO

A expansão do comércio eletrônico de cosméticos representa uma transformação significativa nos padrões de consumo e na gestão da cadeia de suprimentos, exigindo que as empresas adotem estratégias logísticas capazes de garantir rapidez e sustentabilidade, conciliando eficiência operacional com responsabilidade socioambiental.

Uma logística sustentável agrega valor às organizações ao atender as demandas do mercado e as exigências ambientais, constituindo-se como um diferencial competitivo, aproximando-se do conceito de logística verde, definido por Leite (2017), como o conjunto de práticas que visam reduzir os impactos ambientais das operações, por meio do uso racional de recursos, da redução de resíduos e da implementação de transportes mais limpos.

A Natura se destaca nesse contexto, especialmente com a linha *Tododia*, um exemplo de compromisso empresarial com a sustentabilidade. Segundo Natura (2023), suas iniciativas demonstram a integração de práticas ecológicas à cadeia de suprimentos, reforçando o alinhamento entre inovação e responsabilidade socioambiental. A gestão eficiente da cadeia de suprimentos é decisiva para a sustentabilidade do setor de cosméticos, sobretudo quando associada a estratégias de marketing verde e responsabilidade social (Rocha, 2015).

Para Leite (2017), a Natura adota soluções inovadoras, como programas de logística reversa e centros de distribuição com foco em eficiência ambiental, práticas que encontram na roteirização de entregas e a gestão de estoques otimizados como essenciais na redução da pegada de carbono.

Além disso, a sustentabilidade logística não se limita ao viés ambiental, mas valoriza aspectos sociais, ao promover o engajamento de colaboradores e fortalecer a cultura organizacional (Rocha, 2015).

De acordo com Rocha (2015), o marketing verde emerge como ferramenta estratégica na comunicação das ações sustentáveis, consolidando a imagem da *Natura* no ambiente digital. A integração entre práticas ambientais e comunicação corporativa amplia a vantagem competitiva, fortalecendo a confiança do consumidor.

Nesse cenário, as práticas de logística sustentável, conforme Garrido (2022), proporcionam ganhos econômicos ao reduzir custos e aumentar a eficiência, além de gerar diferenciação no mercado. Rocha (2015), afirma que a sinergia entre logística verde e marketing sustentável potencializa a valorização da marca e fortalece o posicionamento estratégico da empresa no comércio eletrônico.

3.1 LOGÍSTICA E LOGÍSTICA REVERSA

A logística é um processo de organização e coordenação de etapas para que o produto inicial ou serviço do ponto de origem chegue corretamente ao destino ou seja até o consumidor final, de forma eficiente e eficaz, a fim de prover melhor nível de rentabilidade nos serviços de distribuição aos clientes e consumidores, através de planejamento, organização e controle efetivo para as atividades de movimentação e armazenagem que visam facilitar o fluxo de produto (Ballou, 2006).

Conforme Ballou (2006), trata-se de toda a movimentação do produto desde o armazenamento da matéria-prima até a entrega ao cliente, tratando da área fundamental para a eficiência e eficácia das operações comerciais, conduzindo a uma enorme importância agregando ao valor do produto e dos serviços essenciais para a satisfação do consumidor.

A logística reversa permite ao consumidor devolver o produto à empresa após o uso, permitindo que o fabricante realize o descarte de forma adequada. Trata-se de uma relação entre consumidores e organizações a respeito da responsabilidade para a gestão ambiental e sua sustentabilidade, impulsionado pela Política Nacional de Resíduos Sólidos. De acordo com o artigo 33 da lei nº 12.305/2010, são estabelecidas as obrigações dos atores envolvidos na implementação de sistemas de logística reversa, que visam ao retorno dos produtos após uso e consumo (Brasil, 2010).

> Segundo a nova visão de sustentabilidade, o objetivo é estruturar um sistema de logística reversa – em consonância com o que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos – que colete e dê a destinação adequada a um volume equivalente a 50% dos resíduos gerados pelas embalagens dos produtos *Natura* no Brasil até 2020. Os propósitos também estão alinhados a outra ambição 2020, que prevê a incorporação de materiais reciclados pós-consumo nas formulações de embalagens (ao menos 10% da massa total de embalagens do portfólio Natura) (Static Natura, 2025).

Segundo Leite (2017), o processo de logística reversa se divide em:

- Pós-venda: refere-se à devolução de produtos ou embalagens ainda no ambiente comercial ou industrial, em casos de falhas na produção, problemas de estoque ou *recall* de lotes específicos. Esses itens, quando retornam à indústria, podem ser reaproveitados por meio de reprocessamento ou reciclagem, contribuindo para a redução de perdas e para a sustentabilidade de forma que recursos não utilizados sejam reintegrados à cadeia produtiva;
- Pós-consumo: envolve o retorno da embalagem após o uso pelo consumidor final, através de coleta seletiva, pontos de entrega voluntária (PEVs), as cooperativas de catadores cujos sistemas desempenham papel fundamental na recuperação da sucata (CNI, 2022). Esse ciclo gera benefícios ambientais, econômicos e sociais, reduz a extração de recursos naturais e promove a inclusão de trabalhadores no processo produtivo, além de reforçar o conceito de Economia Circular (CNI, 2023).

> Como explica Talocchi, responsável pelo Núcleo de Materiais Reciclados Pós-Consumo da Natura, um dos grandes desafios da iniciativa é assegurar, em um mercado complexo e ainda informal e com um ambiente institucional em consolidação, o cumprimento de objetivos variados, que vão desde o atendimento a requisitos regulatórios e o cumprimento de metas ambientais agressivas até a inclusão social e a geração de oportunidades de negócios (Static Natura, 2025).

3.2 PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS

Entende-se por práticas sustentáveis as ações que visam suprir as necessidades presentes sem comprometer os recursos naturais e o bem-estar das gerações futuras, buscando preservar o meio ambiente e garantir o uso responsável dos recursos disponíveis, segundo Matrone (2025).

Existem várias ações que buscam as práticas sustentáveis para a empresa e a Natura exerce cinco dessas práticas de acordo com o próprio *site* oficial da empresa Natura (2025): conservação dos recursos naturais, gestão de resíduos responsável, engajamento com a comunidade, sustentabilidade social e projetos de sustentabilidade: visão 2050.

O conceito de empresa sustentável faz com que grandes marcas busquem se destacar não apenas por sua lucratividade, mas pelo impacto positivo que geram no planeta e na sociedade. É o que acontece com a Natura, reconhecida como uma das empresas mais sustentáveis do mundo pela *GlobeScan*, uma consultoria internacional especializada em ESG *(Environmental, Social and Governance*) (Natura, 2025).

3.2.1 Sustentabilidade

Segundo Matrone (2025), sustentabilidade é o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem suas próprias necessidades. A sustentabilidade dentro da *Natura* se compromete com a Visão 2030, também conhecida como Compromisso com a Vida de acordo com os objetivos da ODS que conta com uma série de compromissos e ações como crises climáticas e proteger a Amazônia, garantir igualdade e inclusão, e mudar os negócios para circularidade e regeneração. Disponibilizando diversidade e apoio a sociedade e sua biodiversidade (Natura, 2025).

De acordo com o *site* da Organização das Nações Unidas (ONU, 2025), os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável ODS são um compromisso global com o objetivo de erradicação da pobreza, à proteção do meio ambiente e do clima, trazendo a garantia de paz e prosperidade para todos os povos. Essas metas orientam como base para a implementação da Agenda 2030 no Brasil.

3.3 GESTÃO DO *E-COMMERCE* E SUSTENTABILIDADE

O *e-commerce* ou comércio eletrônico, forma de comercialização realizada *on-line*, permite que empresas ofereçam e que seus consumidores comprem produtos ou serviços de forma rápida, prática em plataformas digitais. Para Garrido (2022), comércio eletrônico envolve qualquer transação comercial que envolva a cadeia de valor dos processos de negócio através de um ambiente eletrônico, ou seja, o *e-commerce* refere-se a transações comerciais realizadas eletronicamente entre empresas e consumidores ou entre organizações.

O foco na sustentabilidade envolve a preocupação com o meio ambiente reforçando a necessidade de preservação dos recursos naturais e contribui na

qualidade da saúde social, proteção dos animais e preservação da natureza, além de reduzir impactos significativos no futuro (Garrido, 2022).

3.3.1 A Gestão Sustentável no *E-Commerce* de Cosméticos

A integração de práticas sustentáveis no *e-commerce* de cosméticos é fundamental para que empresas como a Natura respondam às demandas de mercados, cada vez mais atentos à responsabilidade socioambiental. Segundo Goto (2012), a logística verde busca reduzir impactos ambientais por meio do uso de embalagens recicláveis, adoção de transportes que reduzam a emissão de gases de efeito estufa e a implementação de estratégias de armazenamento baseadas em fontes renováveis de energia, como a solar. Dessa forma, a logística verde minimiza os efeitos nocivos ao meio ambiente e promove uma cadeia de suprimentos mais eficiente e competitiva, ao otimizar recursos e reduzir custos operacionais.

Rocha (2015), enfatiza que práticas sustentáveis na cadeia de suprimentos na distribuição de cosméticos, contribuem para a preservação da biodiversidade e fortalecem ações de Economia Circular. O gerenciamento eficiente dessa cadeia possibilita atender às expectativas de consumidores que valorizam marcas comprometidas com a sustentabilidade, fortalecendo a reputação e a fidelização.

Goto (2012), ressalta que a integração sustentável deve considerar o planejamento da operação logística como um todo, incluindo roteirização de entregas, controle de estoques, incorporação de tecnologias sustentáveis e iniciativas de conscientização de colaboradores sobre a importância da sustentabilidade.

A implementação dessas práticas enfrenta os custos elevados de tecnologias sustentáveis, a necessidade de adaptar operações às demandas do comércio eletrônico, a exigência por maior rapidez nas entregas e a manutenção da competitividade. Para Leite (2017), a incorporação de práticas de logística verde requer planejamento detalhado e alinhamento com inovações tecnológicas capazes de assegurar a eficiência operacional e sustentabilidade econômica, contribuindo para o desenvolvimento sustentável e na consolidação de vantagens competitivas em um mercado cada vez mais digital e consciente.

O conceito de logística sustentável também se relaciona ao marketing verde, entendido como a comunicação transparente das práticas ambientais adotadas pelas empresas. Para Rocha (2015), o marketing verde transmite confiança e reforça o

posicionamento da marca, influenciando positivamente a decisão de compra de consumidores que buscam produtos com menor impacto ambiental. A Natura, ao implementar a logística reversa e utilizar embalagens recicláveis na linha *Tododia*, evidencia sua responsabilidade socioambiental e atende às expectativas do público digital, alinhando práticas logísticas a estratégias de marketing sustentável.

Portanto, a adoção de uma logística verde integrada a um marketing sustentável revela-se essencial para que empresas de cosméticos, como a Natura, mantenham sua reputação de marca responsável. Essas iniciativas reduzem os impactos ambientais, promovem benefícios sociais e ampliam o valor percebido pelos consumidores, ao equilibrar desempenho econômico e responsabilidade socioambiental em um modelo de negócios inovador e competitivo.

3.3.2 *Greenwashing*

O termo *greenwashing* aparece desde 2007 e, gradualmente, passou a integrar em discussões sobre produtos significando "maquiagem verde" em sua tradução. Refere-se a situações em que as empresas, organizações não governamentais (ONGs) ou até órgãos governamentais divulgam ações ambientalmente responsáveis, e, possuem atuação neutra aos interesses e bens ambientais (Andreoli; Batista, 2020).

3.4 ESG

De acordo com o *site* Pacto Global da ONU – Rede Brasil (2025), o termo em ESG, refere-se às práticas adotadas por organizações que buscam gerenciar seus impactos ambientais, sociais e de governança. Essas práticas são adotadas para compreendem sua influência na sociedade buscando minimizar os impactos negativos, potencializar os positivos e solucionar prejuízos provocados.

A empresa Natura possui esse indicador denominado como Compromisso com a Vida 2030 tendo como base o relatório integrado, guiado pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, conforme pode ser observado na figura 1 abaixo (Natura, 2024). Essa figura consegue identificar vários ODS citados sendo eles com o objetivo a impactos ambientais, igualdade de gênero, indústrias e inovação, energia acessível e limpa, erradicação da pobreza integrantes do Programa de ESG da empresa.

Figura 1 – Compromisso com a Vida 2030 - Natura

Compromisso com a Vida 2030

Subpilar	Indicadores	Prazo	ODS*	Natura &Co América Latina - 2024	Natura &Co - 2024
Transição Climática	Alcançar **emissões líquidas zero** (Net Zero) em linha com a trajetória de 1,5°C até 2030 e **entregar metas baseadas na ciência** para os Escopos 1, 2 e 3.	2050 América Latina 2050 Natura &Co	7, 9, 12, 13	Superamos a meta de médio prazo prevista para 2030 validada pela SBTi (-43%) para os Escopos 1 e 2. Avançamos na redução das emissões do Escopo 3 com a implementação de carretas à biometano (mais 90% de redução vs carreta a diesel), além do aumento de 5 p.p. no uso de plástico reciclado (18,2%).	A Avon International eliminou o uso de celofane em embalagens de fragrâncias, substituindo-o por duas etiquetas simplificadas, com redução estimada de 13% nas emissões.
	Reduzir 90% das emissões em instalações próprias (Escopos 1 e 2).	2030 América Latina	7, 9, 12, 13	-43%	-
	Reduzir 42% das emissões na cadeia de valor (Escopo 3), engajando fornecedores e consumidores.	2030 América Latina	7, 12, 13	-28%	-
	Seguir compensando **100% das emissões remanescentes** da Natura, adquirindo pelo menos **50% desses créditos em projetos na Amazônia,** prioritariamente das comunidades agroextrativistas .	2030 América Latina	12, 13, 15	46%	-
Proteger a Amazônia	Contribuir para a proteção e/ou regeneração de **3 milhões de hectares** da Floresta Amazônica (de 2 milhões em 2020).	2030 América Latina	2, 6, 15	2,2 milhões de hectares[1]	-
	Estender nossa parceria para **45 comunidades agroextrativistas** (de 34 em 2020).	2030 América Latina	15, 17	45 comunidades	-
	Contribuir para a bioeconomia por meio da inovação, chegando a **55 bioingredientes** da sociobiodiversidade amazônica (de 39 em 2020).	2030 América Latina	9, 15	46 ingredientes	-
	Aumentar em **quatro vezes** as compras de insumos da sociobioeconomia amazônica (em relação a 2020).	2030 América Latina	9	R$ 37,20 milhões	-
	Dobrar os recursos compartilhados com nossas comunidades (em relação a 2020).	2030 América Latina	2, 15	R$ 48,51 milhões	-
	Engajar **20 milhões de pessoas** por ano em ações ligadas à Causa Amazônia Viva.	2030 América Latina	12, 13	Cerca de 54 milhões de interações. O resultado refere-se ao engajamento total que soma número de pessoas alcançadas e interações com as comunicações e/ou ações divulgadas e que se referem ao tema da Amazônia. Ou seja, o total de interações com pessoas que de alguma maneira tiveram contato com esse tema por meio dos nossos canais, eventos, experiências e a partir daí ampliaram seu repertório sobre a Amazônia.	-

Indicadores com metas e prazos específicos para a América Latina.

[1] Arredondamento referente a 2,16 milhões de hectares conservados e/ou regenerados.

* Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas.

Fonte: Natura, 2024.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 NATURA

A Natura é um dos maiores fabricantes de cosméticos no Brasil com participação comercial em vários países pelo seu compromisso com a sustentabilidade e cuidado ao consumidor, trazendo uma variedade de produtos desde cosméticos, cuidados pessoais e produtos de beleza (Natura, 2021).

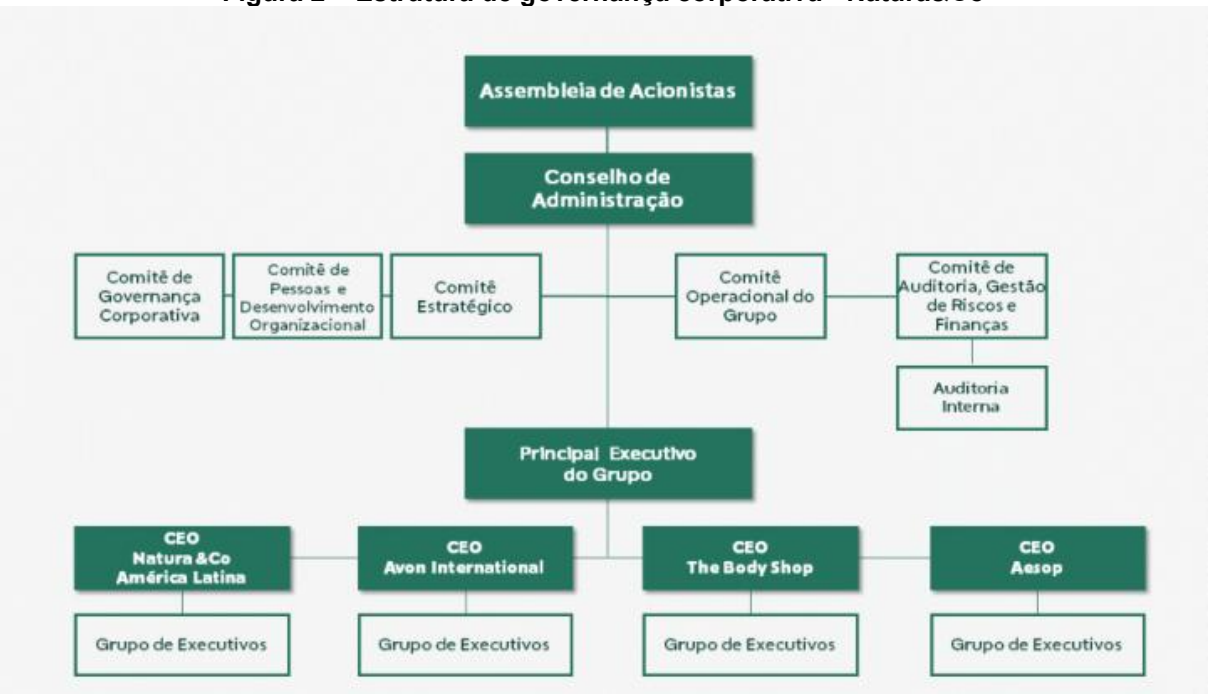
De acordo com o site da Natura (2021), atualmente a empresa está presente em sete países da América Latina, além da França, Estados Unidos e Malásia, buscando um crescimento contínuo até os dias de hoje. A empresa tem como foco de buscar o bem-estar para os seus consumidores, principalmente para o público feminino. Produzindo sua trajetória desde 1969 em São Paulo, unificando o mundo dos produtos cosméticos e as relações entre o público e o consumidor.

4.1.1 Estrutura da Empresa

A Natura segue a estrutura pelo Comitê do Conselho de Administração e da Diretoria de Governança Corporativa aos cuidados do Instituto Brasileiro de Governança Corporativa (IBGC). Essa estrutura é um conjunto de práticas, regras e princípios que orienta como as organizações são monitoradas, visando gerar um valor sustentável e equilibrar os seus interesses e a sociedade. Baseando-se em cinco princípios: integridade, transparência, equidade, responsabilização e sustentabilidade (IBGC, 2025)

A empresa foi criada em 1998 ainda como empresa de capital fechado. Esta estrutura de governança corporativa tem evoluído desde 2005 e atualmente está organizada conforme pode ser observado na figura 2 abaixo (Natura&Co, 2025):

Figura 2 – Estrutura de governança corporativa - Natura&Co



Fonte: Natura&Co, 2025.

4.1.2 Linha Natura Tododia

Segundo a Natura (2025), a linha *Tododia* sabonetes, cremes hidratantes, *body splash* e desodorantes, tem como propósito promover o autocuidado diário, incentivando a valorização da beleza, os pequenos momentos e sensações do dia a dia, por meio de produtos que estimulam o toque e o bem-estar. Assim como outros produtos da empresa, destaca-se também pela preocupação com o uso de matéria-prima reciclada ou de origem renovável em suas embalagens.

A linha *Tododia* da Natura demonstra também o compromisso da empresa com a sustentabilidade, priorizando a responsabilidade socioambiental na elaboração de seus produtos, sendo propósito da marca promover o autocuidado diário de forma consciente, ao mesmo tempo utilizar matérias-primas de origem renovável e embalagens recicladas, o que evidencia a preocupação com a preservação ambiental e a minimização de impactos ao longo da cadeia produtiva (Natura, 2021; Garrido, 2022).

No âmbito da sustentabilidade, a Natura adota a *Visão 2030* – Compromisso com a Vida, alinha suas práticas às metas da Organização das Nações Unidas, que envolvem a proteção da Amazônia, o enfrentamento das crises climáticas, bem como a inclusão e a circularidade nos negócios (Natura, 2021), norteando ações desde a seleção de matérias-primas até o transporte e o descarte de resíduos, com vistas à redução da pegada ambiental (Garrido, 2022).

Aspectos sustentáveis da linha *Tododia* envolvem o uso de embalagens recicladas, a mitigação no consumo de recursos naturais na produção e processos que reduzem a demanda energética, contribuindo para uma cadeia de suprimentos mais ecológica (Natura, 2021; Garrido, 2022). Além disso, evidencia-se a integração entre sustentabilidade e responsabilidade social, por meio da valorização de colaboradores e da promoção de ações socioambientais em toda a cadeia de valor do produto (Garrido, 2022).

Essas iniciativas fortalecem o posicionamento da marca, são estratégias que visam moldar a percepção dos consumidores, conforme as práticas de Marketing Verde. Dessa forma, a linha *Tododia* não representa apenas um portfólio de produtos voltados ao autocuidado, mas configura-se como exemplo de aplicação prática dos valores de sustentabilidade da Natura, ao promover impacto socioambiental positivo e estimular a fidelização de seu público (Natura, 2021; Garrido, 2022)

4.1.3 Concorrentes alvo

A Natura possui grandes concorrentes no mercado em relação à sua linha de produtos, segmentação do público-alvo e a sobreposição do mercado com marcas tradicionais como: Grupo Boticário (O Boticário, Eudora, Quem Disse Berenice, Vult), Grupo Sílvio Santos (Jequiti), e Grupo Natura&Co (Avon, The Body Shop, Aesop) entre outros (Natura, 2025).

Todavia, a Natura tem como característica de sua marca o compromisso com a sustentabilidade e responsabilidade social, através de seus seis valores como destaque: relação entre os consumidores e funcionários, aperfeiçoamento em seus produtos futuros, verdade e transparência do produto, diversidade, liberdade isentando qualquer tipo de preconceito e manipulação e principalmente o compromisso de evolução empresa na margem da sustentabilidade (Natura, 2025).

4.1.4 Estratégias Logísticas e o Marketing Verde na Natura

Segundo Rocha (2015), o marketing verde envolve ações voltadas à promoção de produtos e serviços que atendam às necessidades do consumidor ao mesmo tempo em que minimizam impactos ambientais, promovendo relações mais responsáveis e conscientes com o meio ambiente.

Na *Natura*, observa-se a integração de práticas sustentáveis em sua cadeia de suprimentos e na comunicação com o mercado, refletindo um compromisso contínuo de responsabilidade socioambiental, ao utilizar embalagens recicláveis por meio da logística reversa, transporte com menor emissão de carbono, centros de distribuição sustentáveis e comunicação transparente de suas iniciativas ambientais, fortalecendo a marca e consolidando a confiança do consumidor (Rocha, 2015; Natura, 2025).

Quanto ao marketing verde, a Natura foca na criação de valor econômico associado à redução de impactos ambientais, conforme destaca Rocha (2015), a importância de promover mudanças nos hábitos de consumo por meio de ofertas alinhadas à sustentabilidade, incluindo o compromisso com a proteção da biodiversidade, a utilização de matérias-primas de origem renovável, a redução da pegada ecológica ao longo de toda a cadeia produtiva e a promoção de produtos que incentivam o consumo consciente (Rocha, 2015; Natura, 2025).

Segundo relatório da Natura (2025), a empresa tem como objetivo central dentro da logística reversa, a busca pelo engajamento e colaboração dos consumidores na reciclagem pós-consumo. De forma sustentável e alinhada aos seus valores socioambientais, a Natura reforça sua imagem de marca responsável por incentivar o consumidor sobre a logística reversa, conforme demonstrado na figura 3 extraída do *site* oficial da Natura (Natura, 2023):

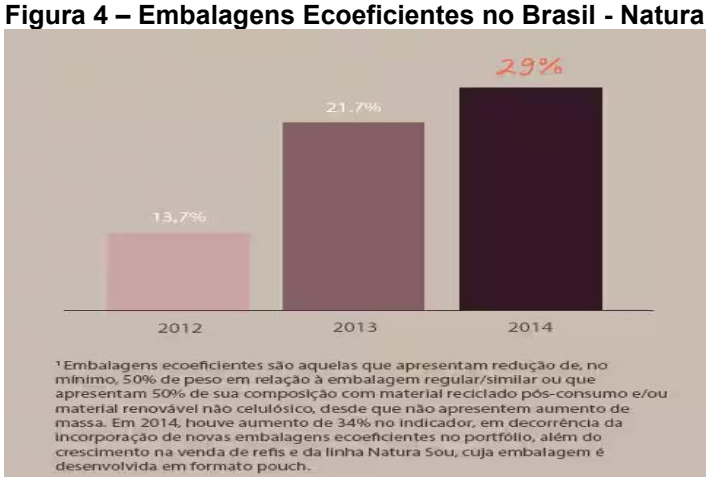
Figura 3 – Logística Reversa - Natura

Fonte: Natura, 2023.

Sob a ótica de sua cadeia de suprimentos, a organização aplica a logística verde como elemento estratégico, planejando processos que minimizam os impactos ambientais e aumentam a eficiência operacional. Segundo Leite (2017), a logística verde envolve o uso de embalagens recicláveis, a adoção de modais de transporte de menor emissão de gases de efeito estufa, o aproveitamento de fontes de energia renovável, como solar, em centros de distribuição, e a prática da logística reversa, garantindo que produtos e embalagens retornem à cadeia para reciclagem ou reaproveitamento, reforçando sua imagem de responsabilidade socioambiental (Leite, 2017).

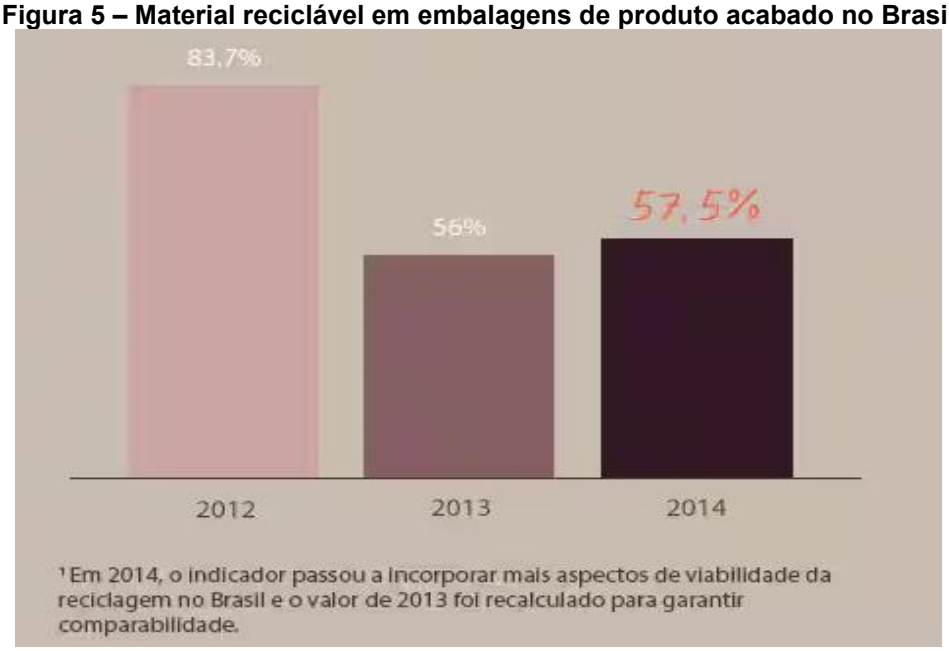
As figuras 4 e 5 abaixo apontam dados sobre as embalagens no início do processo de logística reversa, demonstrando sua importância desde 2012 (Static Natura, 2014):

Figura 4 – Embalagens Ecoeficientes no Brasil - Natura



Fonte: Static Natura, 2014.

Figura 5 – Material reciclável em embalagens de produto acabado no Brasil



Fonte: Natura, 2023.

A integração de logística sustentável e marketing verde constitui prática essencial para a Natura, permite que a empresa atenda às exigências de consumidores cada vez mais conscientes, fortalece sua imagem institucional e a fidelidade de seus consumidores e se posicione como referência em sustentabilidade e inovação no setor de cosméticos. Tais práticas demonstram que eficiência operacional e compromisso ambiental podem ser conciliados, consolidando a empresa como uma marca socialmente responsável e competitiva em mercados digitais e físicos (Rocha, 2015).

4.1.5 Lacunas nas Práticas de Logísticas Sustentáveis e no Marketing Verde

Uma lacuna importante refere-se à compreensão detalhada de como o uso da logística verde influencia a percepção dos consumidores e fortalece a imagem de sustentabilidade da marca. Embora a Natura adote ações como embalagens recicláveis e logística reversa, é importante avaliar com maior precisão o impacto dessas práticas na decisão de compra e no reconhecimento da marca, especialmente no contexto do comércio eletrônico, a fim de evidenciar a valorização de práticas sustentáveis e de responsabilidade corporativa na contribuição para o bem-estar dos consumidores, funcionários e da sociedade como um todo.

Outra lacuna identificada refere-se à mensuração do impacto efetivo das ações de marketing verde e sustentabilidade na cadeia de suprimentos, incluindo logística

reversa e controle de estoques, áreas em que ainda há pouco entendimento sobre seus efeitos concretos na redução de impactos ambientais e na satisfação do consumidor. Como destacado, as estratégias de marketing verde impactam no aumento de confiança e fortalecem sua marca entre o meio social e ambiental, sugerindo possíveis influências sobre a decisão de compra ao consumidor, o que indica a necessidade de estudos que relacionem esses efeitos de forma mais quantitativa e sistemática.

A contribuição do estudo consiste em preencher essas lacunas ao analisar como as práticas logísticas ecológicas e as estratégias de marketing verde são implementadas na linha de hidratantes *Tododia*, avaliando sua eficácia na percepção do consumidor e na sustentabilidade do negócio. Dessa forma, espera-se fornecer subsídios que apoiem a elaboração de modelos de gestão mais sustentáveis e eficazes, contribuindo para o avanço acadêmico e para práticas empresariais mais responsáveis.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise evidencia que a Natura incorpora práticas logísticas sustentáveis e estratégias de marketing verde de forma integrada à sua cadeia de suprimentos, sobretudo no âmbito do comércio eletrônico. As iniciativas da empresa incluem o uso de embalagens recicláveis, a implementação de programas de logística reversa, a adoção de centros de distribuição com foco em eficiência energética e a utilização de transportes com menor emissão de carbono. Tais medidas confirmam o compromisso da organização em alinhar inovação com responsabilidade socioambiental, reforçando sua imagem de marca sustentável no mercado digital (Natura, 2023; Leite (2017).

Os resultados também mostram que essas práticas não se limitaram ao viés ambiental, mas incorporam aspectos sociais e culturais, como o engajamento de colaboradores e a valorização da biodiversidade brasileira, fortalecendo a cultura organizacional da empresa. Esse alinhamento reflete a perspectiva de Rocha (2015), para quem o marketing verde pressupõe a geração de valor econômico e social por meio da redução de impactos ambientais e da oferta de produtos sustentáveis.

Do ponto de vista da logística verde, verifica-se que a gestão eficiente dos processos de distribuição, estoque e transporte reduz custos e aumenta a eficiência

operacional, corroborando com Garrido (2022), sobre a relevância da sustentabilidade como diferencial competitivo. A adoção de práticas de roteirização de entregas e o uso racional de recursos mostram-se essenciais para a redução da pegada de carbono, fortalecendo a posição da *Natura* como referência em logística sustentável.

No campo da comunicação, constata-se que o marketing verde é utilizado como ferramenta estratégica para ampliar a vantagem competitiva da marca. Rocha (2015), destaca que o marketing verde envolve a promoção de produtos que atendam às necessidades dos consumidores ao mesmo tempo em que minimizam impactos ambientais, conceito refletido nas campanhas da Natura. Além disso, Matrone (2025), reforça que a transparência e a autenticidade das iniciativas sustentáveis são decisivas para a credibilidade corporativa, aspecto que se mostrou evidente na forma como a empresa comunicou suas ações ambientais.

Assim, os resultados sugerem uma correlação positiva entre a sinergia da logística verde e o marketing sustentável e a performance operacional da empresa. Essa integração fortalece a confiança do consumidor, amplia a reputação corporativa e posiciona a empresa como referência no setor de cosméticos digitais, evidenciando que eficiência operacional e responsabilidade socioambiental podem ser conciliadas de maneira eficaz.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREOLI, T. P.; BATISTA, L. L. Possíveis Ações Regulatórias do Greenwashing e suas Diferentes Influências na Avaliação de Marca e no Julgamento dos Consumidores. **Revista Brasileira de Marketing**, v. 19, n. 1, p. 29-52, 2020. Disponível em: https://periodicos.uninove.br/remark/article/view/14755> Acesso em 03 nov. 2025;

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimento:** Planejamento, organização e logística empresarial. 5. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BRASIL. Lei Nº 12.305/2010. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 147, art. 33, 3 ago. 2010. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 10 de maio 2025;

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA**. Resíduos sólidos**. Portal da Indústria, 2023. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/cni/canais/industria-sustentavel/temas-de-atuacao/residuos-solidos/>. Acesso em: 13 nov. 2025;

CNI. Agenda de Redução do Custo-Brasil – Relatório v16-09-2024. Brasília: CNI, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mdic/pt-br/composicao/se/cndi/gts/tematicos/gt-cb/documentos/relatorio___se_cndi___agenda_de_reducao_do_custo_brasil_v16-09-2024_posgt_cb.pdf> Acesso em: 13 nov. 2025;

CNI. Informe Conjuntural: 3º trimestre de 2024. Brasília: CNI, jul./set. 2024. Disponível em:<https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/d2/b2/d2b207e9-f966-4c83-882c-857d56e7a0cf/informe_conjuntural_3o_trimestre_de_2024.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2025;

FECOMERCIOSP. **E-commerce sustenta crescimento pós-pandemia e deve registrar vendas recordes em 2024, calcula FecomercioSP**. 24 de out. 2024; Disponível em: <https://www.fecomercio.com.br/noticia/e-commerce-sustenta-crescimento-pos-pandemia-e-deve-registrar-vendas-recordes-em-2024-calcula-fecomerciosp> Acesso em: 10 de abr. 2025;

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 6. Ed. São Paulo: Atlas, 2018.

GOTO, A. K. **A importância do sistema de gestão ambiental para o desenvolvimento de cadeia de suprimentos verde automotiva**. 2012. 226 f. Tese (Mestrado e Doutorado em Administração) – Universidade Nove de Julho – UNINOVE, São Paulo. Disponível em: <https://bibliotecatede.uninove.br/ bitstream/tede/697/1/B_Andre%20Kenreo%20Goto.pdf> Acesso em: 20 mai. 2025;

IBGC. **Governança Corporativa** Disponível em: <https://www.ibgc.org.br/ conhecimento/governanca-corporativa> Acesso em: 13 de mai. 2025;

LEITE, P. R. **Logística reversa:** meio ambiente e competitividade. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2017.

MATRONE, C. A. **Práticas Sustentáveis:** Os Princípios do ESG para o Futuro das Empresas. Dialética: São Paulo 2025. ISBN: 9786527054139

NATURA. **Nossa história** 2021 Disponível em: <https://www.natura.com.br/a-natura-nossa-historia> Acesso em: 03 abr. 2025;

NATURA. **Logística Reversa** 2023 Disponível em: <https://www.natura.com.br/c/logistica-reversa> Acesso em: 13 mai. 2025;

NATURA. **Sustentabilidade** 2024 Disponível em: <https://www.natura.com.br/sustentabilidade> Acesso em: 20 mai. 2025;

NATURA. **Empresa sustentável:** porque a Natura está entre as maiores. 18 de fev. 2025. Disponível em: <https://www.natura.com.br/blog/mais-natura/natura-e-uma-das-empresas-mais-sustentaveis-do-mundo> Acesso em: 13 mai. 2025;

NATURA&CO. **Bem-Estar Bem** 2023 Disponível em: <https://www.naturaeco.com/pt-br/marcas/bem-estar-bem/#:~:text=Desde%201969%20a%20raz%C3%A3o%20de, outros%20e%20com%20a%20natureza> Acesso em: 03 abr. 2025;

NATURA&CO. **Relatórios Integrado.** 2024. Disponível em: <https://www.naturaeco.com/pt-br/marcas/bem-estar-bem/#:~:text=Desde%201969%20a%20raz%C3%A3o%20de,outros%20e%20com%20a%20natureza> Acesso em: 10 mai. 2025;

NATURA&CO. **Estrutura de governança corporativa.** 2025. Disponível em: <https://ri.naturaeco.com/governanca-corporativa/estrutura-de-governanca-corporativa/> Acesso em: 13 mai. 2025;

ONU. **Sobre o nosso trabalho para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br> Acesso em: 20 de mai. 2025;

ROCHA, M. (2015). **Marketing estratégico**. Marcos Rocha (Autor e Organizador), Dennis Reade, Jeferson Mola, Sérgio Ignácio - São Paulo: Saraiva.

SAP. **O que é gestão da cadeia de suprimentos (SCM) e por que ela é importante?** 2025. <https://www.sap.com/brazil/products/scm/what-is-supply-chain-management.html#:~:text=Defini%C3%A7%C3%A3o%20de%20gest%C3%A3o%20da%20cadeia,%2C%20armazenamento%2C%20expedi%C3%A7%C3%A3o%20e%20distribui%C3%A7%C3%A3o> Acesso em: 10 abr. 2025;

SOUSA, M. F.; OLIVEIRA, J. S.; ALVES, R. S. A Pesquisa Bibliográfica: Princípios e Fundamentos. **Cadernos da FUCAMP**, v. 20, n. 2, p. 135–150, 2021. Disponível em: https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/cadernos/article/view/2336> Acesso em 05 nov. 2025

STATIC NATURA. **Gestão de Pessoas.** 2014. Disponível em: <https://static.natura.com.br/static/relatorio/8_5_residuos_2.html> Acesso em: 17 mai. 2025;

STATIC NATURA. **A caminho da logística reversa**. 2025. Disponível em: <https://static.natura.com.br/static/relatorio/8_5_residuos_2.html> Acesso em: 13 mai. 2025;

YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

EDUCAÇÃO FINANCEIRA, MATEMÁTICA E PROJETO DE VIDA: UMA EXPERIÊNCIA INTERDISCIPLINAR COM ESTUDANTES DO ENSINO FUNDAMENTAL

FINANCIAL EDUCATION, MATHEMATICS AND LIFE PROJECT: AN INTERDISCIPLINARY EXPERIENCE WITH ELEMENTARY SCHOOL STUDENTS

Andréa Oliveira da Silva[1]

RESUMO: A educação contemporânea exige que os estudantes desenvolvam análise crítica, tomada de decisões conscientes e planejamento de futuro. Nesse contexto, a Educação Financeira tem papel essencial, indo além dos cálculos, o objetivo é contribuir na compreensão das dinâmicas socioeconômicas e no fortalecimento da autonomia, utilizando práticas com os estudantes proporcionando um melhor aprendizado. A Educação Financeira no Ensino Fundamental ainda é frequentemente abordada de forma restrita, sem explorar seu potencial formativo crítico. A integração da Educação Financeira à Matemática e ao Projeto de Vida amplia habilidades cognitivas e socioemocionais, favorecendo a ética, criticidade e planejamento. Essa abordagem interdisciplinar favorece uma aprendizagem que conecta o conhecimento escolar às situações reais do cotidiano, promovendo a formação de cidadãos conscientes e preparados para lidar com desafios econômicos e sociais. Nesse processo, o papel do professor é central, atuando como mediador, orientador e agente transformador, capaz de fomentar a reflexão, a autonomia e o protagonismo dos alunos em sua trajetória pessoal e coletiva.
Palavras-chave: Educação Crítica; Práticas Docentes; Socioemocionais; Reflexão; Responsabilidade

ABSTRACT: Contemporary education requires students to develop critical analysis, conscious decision-making, and future planning. In this context, Financial Education plays an essential role, going beyond calculations, the objective is to contribute to the understanding of socioeconomic dynamics and the strengthening of autonomy, using practices with students providing better learning. Financial Education in Elementary School is still often approached in a restricted way, without exploring its critical formative potential. The integration of Financial Education with Mathematics and the Life Project expands cognitive and socio-emotional skills, favoring ethics, criticality and planning. This interdisciplinary approach favors learning that connects school knowledge to real everyday situations, promoting the formation of citizens who are aware and prepared to deal with economic and social challenges. In this process, the role of the teacher is central, acting as a mediator, advisor and transforming agent, capable of fostering reflection, autonomy and protagonism of students in their personal and collective trajectory.
Keywords: Critical Education; Teaching Practices; Socio-emotional; Reflection; Responsibility.

Mestranda - Universidade Metropolitana de Santos - Unimes - profandreaoliveira77@gmail.com [1]

1 INTRODUÇÃO

A educação atual enfrenta uma série de desafios complexos, exigindo que os alunos desenvolvam a habilidade de analisar informações de maneira crítica, tomar decisões informadas e traçar planos para o seu futuro. Nesse cenário, a Educação Financeira desempenha um papel fundamental, não se limitando apenas a cálculos e economias, mas servindo como uma ferramenta para entender as dinâmicas socioeconômicas e promover a autonomia. A Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018) incluiu a Educação Financeira como um eixo transversal, ligando-a a competências gerais como pensamento crítico, responsabilidade e autonomia, além de enfatizar a relevância do Projeto de Vida como um espaço para reflexão sobre objetivos pessoais, sociais e profissionais.

Embora sua relevância seja amplamente reconhecida, a Educação Financeira no Ensino Fundamental muitas vezes é tratada de maneira dispersa e superficial, restringindo-se a elementos técnicos e negligenciando seu potencial de desenvolvimento crítico. Para Freire (2007), a educação é um ato político e ensinar sem considerar o contexto social dificulta a formação de indivíduos críticos e autônomos. Saviani (2008) acrescenta que a apropriação do conhecimento sistematizado deve viabilizar a mudança social, relacionando teoria e prática.

O currículo, conforme afirmado por Santos (2010), não é imparcial, pois incorpora valores culturais e políticos. Young (2014) complementa que o acesso ao “conhecimento poderoso” permite compreender estruturas sociais complexas e agir de forma reflexiva na realidade. Assim, a união da Educação Financeira com a Matemática e o Projeto de Vida cria oportunidades para aprimorar habilidades cognitivas e socioemocionais, promovendo o pensamento crítico, a ética e a habilidade de planejar o futuro de maneira responsável.

A função do educador é igualmente crucial. Para Pimenta (2002), o docente reflexivo precisa examinar de maneira crítica as condições institucionais e políticas, ligando saberes à prática pedagógica para facilitar aprendizagens relevantes. Essa atitude é fundamental para a realização de experiências interdisciplinares que integrem Educação Financeira, Matemática e Projeto de Vida, proporcionando aos alunos recursos para compreender e agir no contexto social.

2 METODOLOGIA

2.1 TIPO DE PESQUISA

O estudo utilizou metodologia qualitativa, com caráter participativo, buscando compreender como práticas interdisciplinares afetam a aprendizagem dos alunos. De acordo com Bogdan e Biklen (2003), a pesquisa qualitativa examina significados, processos e contextos, sendo adequada à investigação educativa em escolas. A abordagem participativa permitiu a interação direta entre pesquisadores e estudantes, favorecendo a observação, a documentação e a análise das práticas pedagógicas.

2.2 CONTEXTO E PARTICIPANTES

A pesquisa foi realizada, no primeiro e segundo semestre do ano de 2024, em uma escola particular de Ensino Fundamental situada na região litorânea de São Paulo. A classe escolhida foi composta por 28 alunos do 7º ano, com idades variando entre 12 e 13 anos, apresentando uma diversidade socioeconômica e cultural. A composição da escola abrange estudantes provenientes de famílias com rendimentos que variam de um a três salários mínimos, evidenciando desafios frequentes no cenário educacional do Brasil, como restrições no acesso a tecnologias e discrepâncias no suporte familiar à educação.

2.3 PLANEJAMENTO E DURAÇÃO DAS ATIVIDADES

A vivência interdisciplinar ocorreu ao longo de dez semanas, com reuniões semanais de 90 minutos. As atividades foram organizadas em oficinas temáticas, conectando Educação Financeira, Matemática e Projeto de Vida. O planejamento buscou unir teoria e prática, incentivando uma reflexão crítica e uma aprendizagem relevante.

As atividades incluíram:

- Avaliação reflexiva sobre questões financeiras do dia a dia: debate acerca dos gastos familiares, marketing e consumo responsável.
- Matematização aplicada a situações do cotidiano: cálculo de juros simples e compostos, aplicação de descontos, análise da inflação e gestão do orçamento familiar.

- Criação de projetos de pesquisa: análise de tópicos relacionados a investimentos, economia, planejamento de aquisições e efeitos sociais do consumo.
- Desenvolvimento de estratégias de ação, tanto pessoais quanto em grupo: organização financeira e estabelecimento de objetivos para o Projeto de Vida.
- Atividades de simulação e discussão: criação de cenários de endividamento, análise de empréstimos e tomadas de decisões sobre investimentos, acompanhadas de uma reflexão analítica.
- Emprego de dispositivos digitais e elementos visuais: elaboração de planilhas, gráficos e apresentações com o intuito de analisar informações financeiras.

2.4 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Para entender a absorção do saber e a formação do pensamento crítico, foram empregadas diversas ferramentas, durante o primeiro e segundo semestre letivo do ano de 2024:

- **Observação ativa**: documentação organizada das ações, comprometimento e interações dos estudantes ao longo das atividades.
- **Diários reflexivos dos alunos**: anotações pessoais sobre o que aprenderam, os desafios enfrentados e as percepções adquiridas.
- **Relatórios sobre as atividades**: avaliação das produções, incluindo tabelas, gráficos e planos de vida.
- **Entrevistas semiestruturadas**: diálogos com estudantes para explorar em maior profundidade suas percepções sobre a vivência.
- **Autoanálise e retorno em grupo**: análise das aquisições de conhecimento e consideração sobre decisões, abordagens e entendimento dos temas.

2.5 ANÁLISE DE DADOS

A pesquisa qualitativa foi realizada por meio da triangulação de fontes, assegurando, assim, a validade e a credibilidade dos resultados. As informações foram agrupadas em categorias temáticas que abordam:

- Promoção do raciocínio crítico na Educação Financeira;
- Utilização do pensamento matemático em contextos do dia a dia;
- Elaboração e análise do Projeto de Vida;
- Atitude ética, social e cidadã nas escolhas financeiras;
- Função do educador reflexivo na condução das atividades.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 A INTERDISCIPLINARIDADE NO ENSINO FUNDAMENTAL

A interdisciplinaridade vai além da simples sobreposição de conteúdos de diversas áreas; ela tem como objetivo integrar conhecimentos, contextualizar o aprendizado e criar significados para os alunos (PÉREZ GÓMEZ apud MERCÊS; MEDEIROS, 2024). Em relação à Educação Financeira, a abordagem interdisciplinar possibilita a aplicação de conceitos matemáticos, como porcentagem, juros e unidades de tempo em situações cotidianas reais, estimulando uma análise crítica sobre questões de consumo, gestão financeira e investimentos. Ademais, essa abordagem contribui para o desenvolvimento de habilidades socioemocionais, como responsabilidade, ética e empatia, fundamentais para a elaboração do Projeto de Vida. Ao relacionar conhecimentos matemáticos com escolhas financeiras e organização pessoal, os alunos aprimoram suas capacidades cognitivas e socioemocionais de maneira interligada.

3.2 CURRÍCULO E EDUCAÇÃO CRÍTICA

De acordo com Santos (2010), o currículo não possui neutralidade, pois expressa escolhas culturais, políticas e sociais sobre quais saberes são considerados importantes. Assim, deve ser visto como um campo de disputa e construção de significados. Para Young (2014), o acesso a conhecimentos significativos possibilita compreender estruturas sociais intricadas, transformando os estudantes em indivíduos críticos aptos a atuar na realidade. Nesse sentido, a Educação Financeira crítica precisa ultrapassar a simples divulgação de métodos, estimulando os alunos a investigar sistemas financeiros, reconhecer desigualdades e adotar escolhas éticas e

responsáveis. A conexão com a Matemática possibilita que os princípios se tornem práticos, aplicáveis e relevantes para o dia a dia.

3.3 EDUCAÇÃO FINANCEIRA E MATEMÁTICA

A Educação Financeira deve ser compreendida como prática social que fomente o pensamento crítico, a autonomia e a análise ética (APPLE; GANDIN, 2011). Ao se conectar com a Matemática, torna-se possível aplicar o raciocínio lógico para compreender conceitos como juros, inflação, dívidas e investimentos, reforçando a habilidade de fazer escolhas informadas. Freire (2007) defende que a educação precisa ser um agente de transformação, indo além da reprodução de conteúdo. Dessa maneira, ao abordar a Matemática de forma integrada à Educação Financeira, os alunos compreendem como suas decisões impactam tanto sua vida pessoal quanto social, favorecendo um Projeto de Vida mais consciente.

3.4 PROJETO DE VIDA

O Projeto de Vida, articulado com a Educação Financeira e a Matemática, constitui uma abordagem para o planejamento pessoal e social, incentivando a reflexão sobre objetivos, métodos e consequências das escolhas. Para Freire (2007), a educação deve favorecer a autonomia, a criticidade e a capacidade de ação social. Nesse sentido, a combinação desses eixos possibilita aos estudantes projetarem seu futuro com base em princípios éticos, sociais e econômicos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO CRÍTICO

Os alunos começaram a perceber as conexões entre o consumo, a propaganda e as decisões financeiras. Muitos foram capazes de analisar as informações apresentadas nos anúncios, realizar comparações de preços e ponderar sobre suas opções de compra, demonstrando a adoção de uma visão crítica (APPLE; GANDIN, 2011).

Uma atividade proposta envolveu a distribuição de panfletos promocionais para os estudantes, que recriaram o processo de compras dentro de um orçamento restrito. Durante essa experiência, discutiram as consequências de promoções e ofertas, além de explorarem abordagens mais éticas e responsáveis em relação ao consumo.

4.2 APLICAÇÃO DO RACIOCÍNIO MATEMÁTICO

A Matemática deixou de ser percebida somente como um tema teórico e passou a se tornar um instrumento para a análise da vida diária. O cálculo de juros simples e compostos, a inflação e os descontos foram utilizados em cenários práticos, como na organização de despesas e na elaboração de previsões financeiras.

Notou-se um avanço na capacidade dos estudantes em lidar com dificuldades complexas: calcularam o custo total de produtos financiados, reconheceram os riscos de endividamento e analisaram opções de investimento.

4.3 PLANEJAMENTO DO PROJETO DE VIDA

Os estudantes desenvolveram projetos de vida que levam em conta objetivos pessoais, profissionais e financeiros. Esse exercício promoveu uma análise das suas prioridades, valores éticos e o efeito social de suas escolhas, em consonância com a visão de Freire (2007) acerca da educação libertadora.

As iniciativas contemplaram simulações profissionais, organização de estudos e elaboração de táticas financeiras para atingir metas futuras, favorecendo a conexão entre saberes matemáticos, financeiros e éticos.

4.4 PAPEL DO PROFESSOR REFLEXIVO

O papel do educador foi fundamental para facilitar, discutir e direcionar as atividades. Segundo Pimenta (2002), o educador reflexivo desempenha a função de mediador, examinando as condições sociais e institucionais, e promovendo a reflexão crítica entre os alunos. Ele conduziu debates, levantou questionamentos e organizou simulações, assegurando que as aprendizagens fossem relevantes e ligadas à realidade social.

4.5 ANÁLISES CRÍTICAS E INTERDISCIPLINARIDADE

A conexão entre Educação Financeira, Matemática e Projeto de Vida possibilitou que os estudantes compreendessem as interações intricadas entre o saber teórico e a experiência do dia a dia. Essa abordagem interdisciplinar favoreceu uma aprendizagem mais coesa, desenvolvendo habilidades cognitivas, socioemocionais e éticas (SANTOS, 2010; YOUNG, 2014).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A abordagem pedagógica que uniu Educação Financeira, Matemática e Projeto de Vida no Ensino Fundamental provou ser extremamente eficaz para o aprimoramento de habilidades cognitivas, socioemocionais e éticas entre os alunos. Ao combinar conceitos matemáticos com a avaliação financeira e o planejamento pessoal, essa proposta favorece aprendizagens relevantes, situadas no contexto e conectadas à realidade social dos estudantes.

5.1 FORMAÇÃO DE CIDADÃOS CRÍTICOS E AUTÔNOMOS

Os alunos começaram a reconhecer a relevância da análise crítica em relação a dados financeiros e econômicos, adquirindo a capacidade de fazer escolhas informadas. Essa abordagem educacional está alinhada com Freire (2007), que destaca a educação como um meio de libertação e mudança social, e com Apple e Gandin (2011), que apoiam a ideia de empoderamento dos indivíduos por meio de uma educação crítica.

A elaboração do Projeto de Vida favoreceu uma análise ética e social acerca das decisões, tanto individuais quanto coletivas, destacando que o planejamento financeiro vai além de táticas pessoais, envolvendo também a responsabilidade social e a prática da cidadania.

5.2 IMPLICAÇÕES PARA O CURRÍCULO

A vivência enfatiza a relevância de um currículo que integre diversas disciplinas de forma crítica, permitindo a interligação entre conhecimentos teóricos e práticos,

além de relacionar os conteúdos a problemas reais enfrentados pelos alunos. Segundo Santos (2010), o currículo deve espelhar valores culturais e sociais, capacitando os estudantes a entenderem as estruturas sociais e a participarem de maneira consciente. Young (2014) acrescenta que a obtenção de conhecimentos significativos é fundamental para o desenvolvimento de uma formação crítica e cidadã.

A integração da Educação Financeira com a Matemática e o Projeto de Vida resulta em um currículo significativo, contextual e dinâmico, favorecendo um aprendizado completo e preparando os alunos para os desafios da realidade atual.

5.3 DESDOBRAMENTOS PARA POLÍTICAS PÚBLICAS

Os achados da pesquisa sugerem que as diretrizes educacionais precisam promover abordagens pedagógicas interdisciplinares e reflexivas, incorporando a Educação Financeira desde as séries iniciais do Ensino Fundamental. A BNCC (BRASIL, 2018) já destaca a importância da Educação Financeira e do Planejamento de Vida, sendo, portanto, fundamental que as instituições de ensino contam com respaldo institucional, capacitação para os educadores e materiais didáticos apropriados para efetivar essas práticas de maneira eficaz. Adicionalmente, a vivência aponta que aplicar recursos em tecnologias de ensino, materiais adaptados à realidade e capacitação contínua dos docentes pode amplificar os efeitos dessas ações, promovendo a democratização do acesso ao saber e a inclusão social.

A função do educador reflexivo é fundamental para o êxito de iniciativas interdisciplinares. Pimenta (2002) salienta que os docentes precisam examinar de forma crítica o ambiente educacional, facilitando uma construção do saber que seja significativa e emancipadora. A formação contínua dos professores deve abranger a educação financeira, abordagens interdisciplinares, a utilização de recursos digitais e métodos de reflexão crítica, promovendo a atuação do educador como um agente de mudança.

5.4 LIMITAÇÕES E PESQUISAS FUTURAS

Apesar de a experiência ter mostrado resultados benéficos, restrições como a quantidade limitada de participantes e o tempo curto do projeto evidenciam a necessidade de investigações a longo prazo. Estudos futuros podem examinar:

- A ampliação para diversos ambientes educacionais.
- A análise dos efeitos duradouros nas decisões financeiras e na organização da vida.
- A análise de abordagens educacionais que integram diferentes disciplinas.
- A elaboração de métricas para avaliação da aprendizagem crítica no contexto da Educação Financeira.

Em resumo, a combinação de Educação Financeira, Matemática e Projeto de Vida desempenha um papel fundamental na formação holística dos estudantes, desenvolvendo habilidades cognitivas, socioemocionais e éticas. A prática demonstra que, ao conectar teoria à prática, saber acadêmico e contexto social, a escola realiza sua função de espaço para formação crítica, reflexiva e cidadã, capacitando os alunos a lidarem com os desafios atuais de maneira consciente e responsável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APPLE, M. W.; GANDIN, L. A. **O mapeamento da educação crítica.** Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa.** São Paulo: Paz e Terra, 2007.

GIROUX, H. A. **Professores como intelectuais: rumo a uma pedagogia crítica da aprendizagem.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

LIBÂNEO, J. C. **Democratização da escola pública: a pedagogia crítico-social dos conteúdos.** São Paulo: Loyola, 1985.

MERCÊS, S. S.; MEDEIROS, R. B. **As teorias do currículo nos documentos educacionais brasileiros.** Revista Espaço do Currículo, v. 17, n. 1, e23797, 2024.

PIMENTA, S. G. **O professor reflexivo: construindo uma crítica à prática educativa.** São Paulo: Cortez, 2002.

PÉREZ GÓMEZ, A. I. **A cultura escolar na sociedade da informação.** In: GIMENO SACRISTÁN, J.; GÓMEZ PÉREZ, A. I. Compreender e transformar o ensino. Porto Alegre: Artmed, s/d. (Citado em MERCÊS; MEDEIROS, 2024)

RIBEIRO, V. M. (Org.). **Educação básica no Brasil: a prioridade e os desafios.** São Paulo: Cortez, 2016.

SANTOS, A. R. J. **Currículo e educação: conceitos e questões no contexto educacional.** Apresentação de Trabalho/Conferência, 2010. Disponível em: https://lagarto.ufs.br/uploads/content_attach/path/11339/curriculo_e_educacao_0.pdf . Acesso em: jun. 2024.

SAVIANI, D. **Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações.** 10. ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2008.

YOUNG, M. **Teoria do currículo: o que é e por que é importante.** Outros Temas, Cad. Pesqui., v. 44, n. 151, 2014. Disponível em: https://doi.org/10.1590/198053142851.

ESTUDO DO COMPORTAMENTO METALOGRÁFICO DO ARAME ER 316L DEPOSITADO POR MANUFATURA ADITIVA A ARCO (MADA)
STUDY OF THE METALLOGRAPHIC BEHAVIOR OF ER 316L WIRE DEPOSITED BY WIRE ARC ADDITIVE MANUFACTURING (WAAM)

André Luiz Coelho[1]
Romilda de Jesus Santos[2]
Walter Borges Rocha[3]
Edgar de Souza Dutra[4]
Pedro Luan Ferreira da Chagas[5]

RESUMO: A manufatura aditiva por deposição a arco (MADA), emerge como uma alternativa inovadora para a fabricação de componentes metálicos, contudo, os ciclos térmicos inerentes ao processo, impõem desafios ao controle microestrutural. Este artigo tem como objetivo, caracterizar metalurgicamente as amostras do aço inoxidável ER 316L fabricadas por MADA. A metodologia envolveu a deposição controlada por processo GMAW robotizado e a subsequente caracterização macro e microestrutural, onde foram analisadas de forma qualitativa e descritiva. Os resultados revelaram, na análise macroestrutural, uma conformidade satisfatória entre as camadas depositadas, livres de defeitos críticos como porosidades, trincas ou inclusões. As análises microestruturais, evidenciaram uma microestrutura ferrítica-austenítica com distintas morfologias de ferrita (vermicular e colunar), contrastando com a estrutura puramente austenítica do material convencional.
Palavras-chave: Aço Inoxidável; ER 316L; MADA; Manufatura aditiva.

ABSTRACT: Additive manufacturing by arc deposition (MADA) is emerging as an innovative alternative for the manufacture of metal components. However, the thermal cycles inherent to the process pose challenges for microstructural control. This article aims to metallurgically characterize samples of ER 316L stainless steel manufactured by MADA. The methodology involved controlled deposition by a robotic GMAW process and subsequent macro and microstructural characterization, which were analyzed qualitatively and descriptively. The results revealed, in the macrostructural analysis, satisfactory conformity between the deposited layers, free of critical defects such as porosity, cracks, or inclusions. The microstructural analyses showed a ferritic-austenitic microstructure with distinct ferrite morphologies (vermicular and columnar), contrasting with the purely austenitic structure of the conventional material.
Keywords: Additive Manufacturing; ER316L; Stainless Steel; WAAM.

1 INTRODUÇÃO

A Manufatura Aditiva por Deposição a Arco (MADA), ou *Wire and Arc Additive*

Tecnólogo em Mecânica: Processos de Soldagem – Fatec Itaquera - E-mail: andrecoelhofatec2015@gmail.com[1]
Tecnólogo em Mecânica: Processos de Soldagem – Fatec Itaquera - E-mail: romildasantos.ps@gmail.com[2]
Tecnólogo em Mecânica: Processos de Soldagem – Fatec Itaquera - E-mail: walterborgesrocha@outlook.com[3]
Mestre em Processos Industriais – Fatec SP e Fatec Itaquera - E-mail: edgar.dutra@fatec.sp.gov.br [4]
Cursando Tecnologia em Mecânica: Processos de Soldagem – Fatec Itaquera E-mail: pedro_lchagas@icloud.com[5]

Manufacturing (WAAM), vem se consolidando como uma tecnologia promissora para a produção de componentes metálicos de médio e grande porte, oferecendo vantagens como a redução de desperdício de matéria-prima e a capacidade de produzir geometrias complexas. Contudo, a natureza do processo, que envolve aporte térmico cíclico e elevadas taxas de resfriamento, resulta em gradientes de temperatura acentuados que influenciam diretamente a formação microestrutural e, por conseguinte, o desempenho mecânico das peças.

No caso do arame em aço inoxidável austenítico classificado como ER 316L, tradicionalmente caracterizado por uma matriz monofásica austenítica, os ciclos térmicos do processo MADA podem induzir transformações de fase, como a precipitação de ferrita delta (δ) em diferentes morfologias. Essa heterogeneidade estrutural impacta diretamente propriedades como resistência mecânica, dureza e ductilidade, podendo introduzir anisotropia e variações locais de desempenho. A caracterização detalhada dessas microestruturas é, portanto, essencial para compreender o comportamento do material e otimizar os parâmetros de deposição. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi analisar a macroestrutura e microestrutura, provenientes do processo MADA utilizando o arame em aço inoxidável, apresentando classificação ER 316L, verificando a correspondência entre os resultados obtidos e os modos de solidificação previstos para esta liga sob condições de resfriamento rápido.

2 METODOLOGIA

2.1 MATERIAIS

2.1.1 Substrato

O substrato utilizado para o presente estudo, foi o aço inoxidável austenítico AISI 304L, cuja composição química e propriedades mecânicas seguem a norma ASTM A240/A240M – 02a (2012) conforme demonstradas respectivamente nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 - Composição química do aço AISI 304 L

Designação	Tipo	C	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	N
S30403	304 L	0,03 máx.	2 máx.	0,045 máx.	0,03 máx.	0,75 máx.	18 - 20	8 - 12,5	0,1 máx.

Fonte: Adaptado do ASTM A 240/A 240M – 02a (2012).

Tabela 2 - Propriedades mecânicas do aço AISI 304 L

Designação / Tipo	S30403 / 304 L
Resistência a Tração	70 Ksi min. / 485 MPa min.
Limite de Escoamento	25 Ksi min. / 170 MPa min.
Alongamento	40% min.
Dureza Brinell	201 máx.
Dureza Rockwell B	92 máx.

Fonte: Adaptado do A 240/A 240M – 02a (2012).

2.1.2 Consumível

Como material de adição, foi empregado o arame maciço conforme classificação ER 316L e especificação do código ASME BPVC II.C 5.9 (2023), apresentando composição química conforme Tabela 3 e propriedades mecânicas demonstradas na Tabela 4. O presente consumível faz parte da classe dos aços inoxidáveis austeníticos.

Tabela 3 - Composição química do ER 316 L

Designação	Classificação	Mo	C	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	Cu
S31683	ER 316 L	2 - 3	0,3 máx.	1 - 2,5	0,3 máx.	0,3 máx.	0,3 - 0,65	18 - 20	11 - 14	0,75 máx.

Fonte: Adaptado de ASME BPVC.II.C SFA 5.9 (2023).

Tabela 4 - Propriedades mecânicas do ER 316 L

AWS / ISO	E316 L – XX, E19 12 3 LX
Resistência a Tração	70 Ksi min. / 490 MPa min.
Alongamento	30% min.

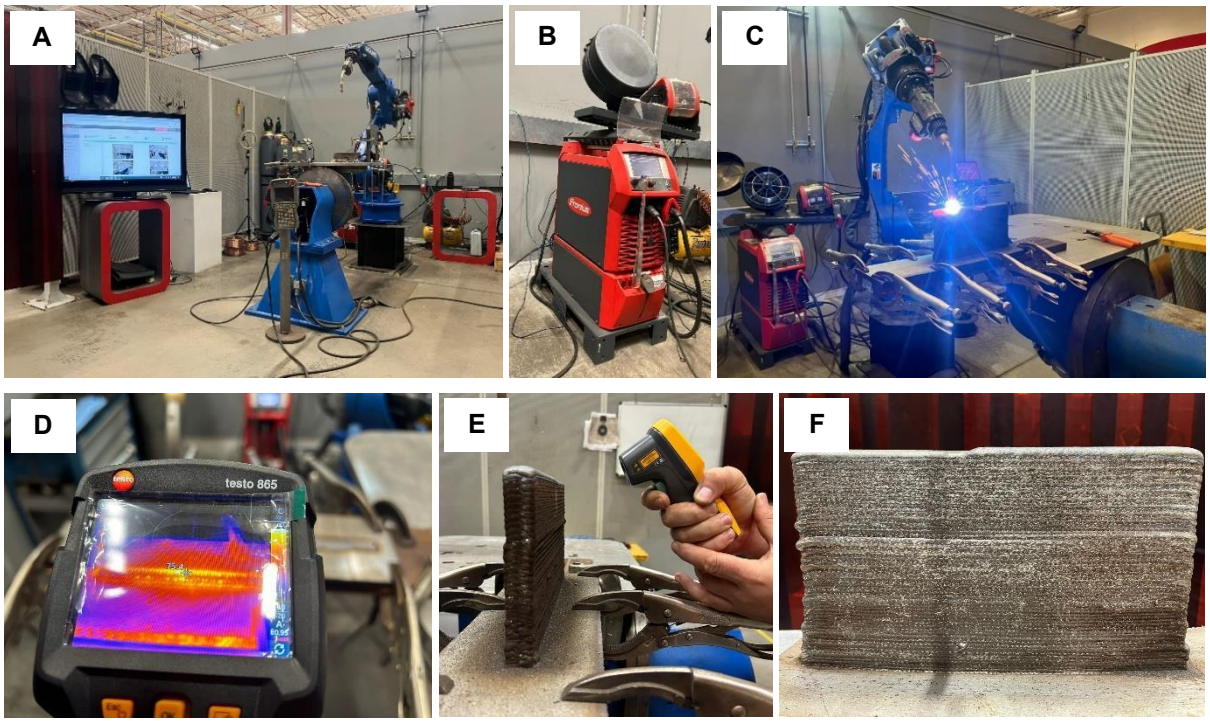
Fonte: Adaptado de ASME BPVC.II.C SFA 5.9 (2023).

2.2 EQUIPAMENTOS E PROCESSO

2.2.1 Sistema de soldagem

A deposição do consumível, foi realizada pelo processo GMAW (*Gas Metal Arc Welding*) com um robô industrial *Motoman Yaskawa* AR2010 (Figura 1-A). A fonte de soldagem utilizada foi uma *Fronius Transpuls Sinergic* 4000 (Figura 1-B). O gás de proteção consistiu em uma mistura de 98% Ar + 2% O_2, com vazão de 15 L/min. Os parâmetros médios de soldagem com a corrente de 215 A, tensão de 25 V e velocidade de soldagem de 30 cm/min, foram ajustados para o regime de transferência spray, e pausas programadas entre os passes foram adotadas para controlar o aporte térmico (Figura 1-C), mantendo a temperatura de interpasses abaixo de 300 °C, monitorada por uma câmera termográfica e termômetro ótico da Fluke (Figuras 1 D e E, respectivamente). Após a deposição na forma de bloco como material base (Figura 1-F), corpos de prova foram seccionados para análises metalográficas.

Figura 1 – Corpo de prova finalizado após deposição por MADA

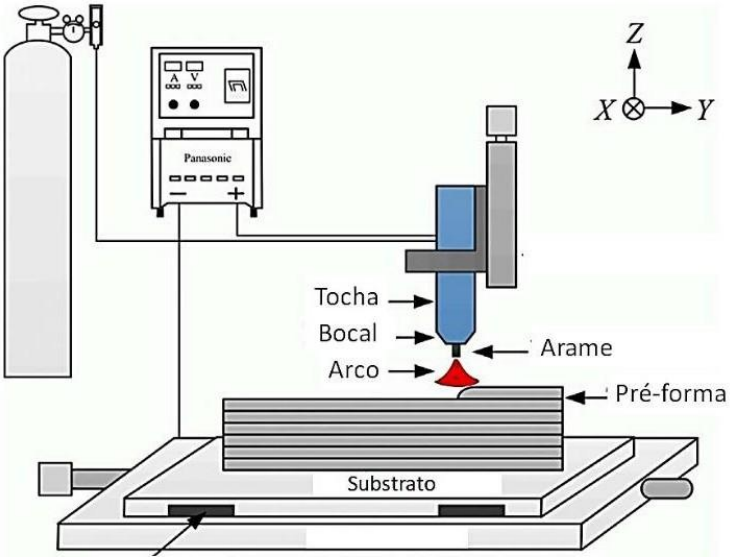


Fonte: Autores (2025).

A velocidade de alimentação do arame e a tensão de arco foram ajustadas

conforme especificação preliminar de procedimento de soldagem (EPS), garantindo deposição estável e repetível, prática que, conforme Wu *et al*. (2019), melhora a estabilidade do arco e reduz a incidência de porosidades em ligas inoxidáveis. A configuração do sistema utilizada no presente estudo, seguiu o esquema de montagem do sistema utilizado por Xiong J, Li Y, Li R, Yin Z. (2018) conforme demonstrado na Figura 2.

Figura 2 – Processo de soldagem GMAW/MADA



Fonte: Adaptado de Xiong J, Li Y, Li R, Yin Z. (2018).

Os parâmetros de soldagem foram ajustados para o regime de transferência metálica spray, condição que proporciona cordões uniformes e com menor formação de respingos. De acordo com DebRoy *et al*. (2018), essa configuração é a mais adequada para aplicações que exigem qualidade superficial e controle metalúrgico rigoroso. Como modificação do procedimento tradicional de GMAW, foram inseridas pausas programadas entre passes sucessivos, com o objetivo de reduzir o aporte térmico acumulado. Esse tipo de adaptação, relatado por Li *et al*. (2022), é eficaz na mitigação de tensões residuais e no controle de microestruturas heterogêneas. O controle térmico foi monitorado por câmera termográfica digital Fluke, assegurando que a temperatura de interpasses descrita anteriormente.

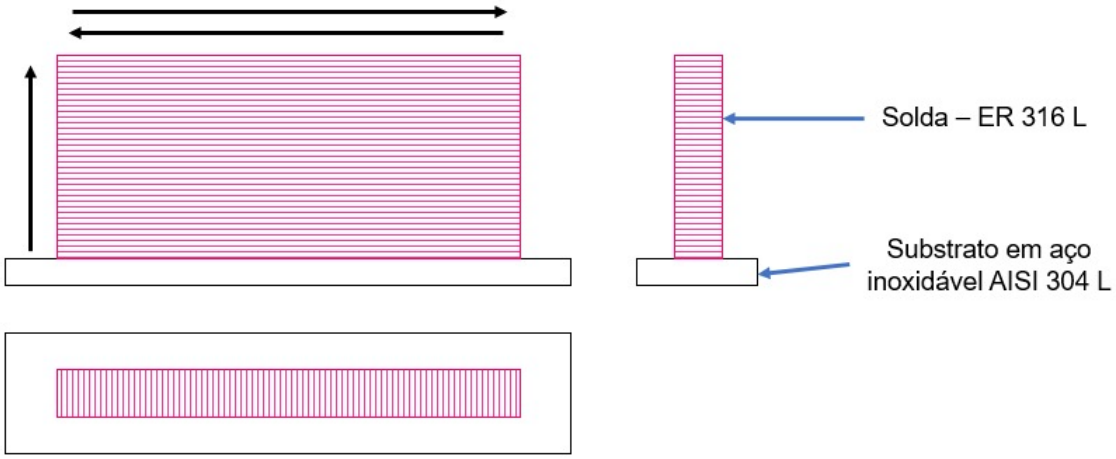
Essa adaptação foi fundamental para assegurar microestruturas mais homogêneas e evitar a precipitação indesejada de fases secundárias, fenômeno descrito por Wang *et al*. (2020) como um dos principais desafios da soldagem de aços inoxidáveis pelo processo GMAW.

2.3 PRODUÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

2.3.1 Preparação da soldagem robotizada

O plano de soldagem demonstrado abaixo na Figura 3, contém as informações necessárias sobre o corpo de prova proposto para a execução de soldas de produção neste estudo, a partir dos dados constantes da uma especificação de procedimento de soldagem.

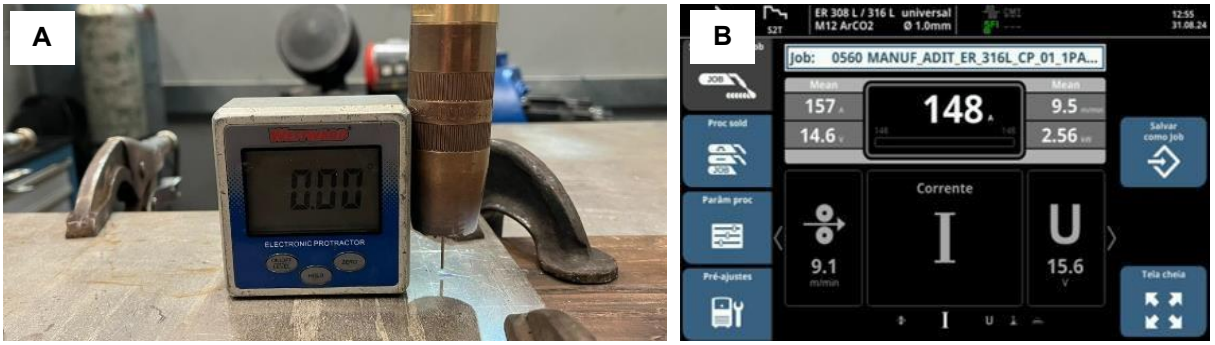
Figura 3 - Progressão de fabricação do corpo de prova



Fonte: Autores (2025).

O processo de preparação do corpo de prova para soldagem foi iniciado utilizando o robô. Após a etapa de preparo, foi conferido o ângulo referente ao bico de contato da máquina de solda junto ao substrato, conforme ilustrado na Figura 4-A, a fim de garantir condições adequadas para a soldagem foi seguido a parametrização conforme Figura 4-B.

Figura 4 - Preparação do corpo de prova

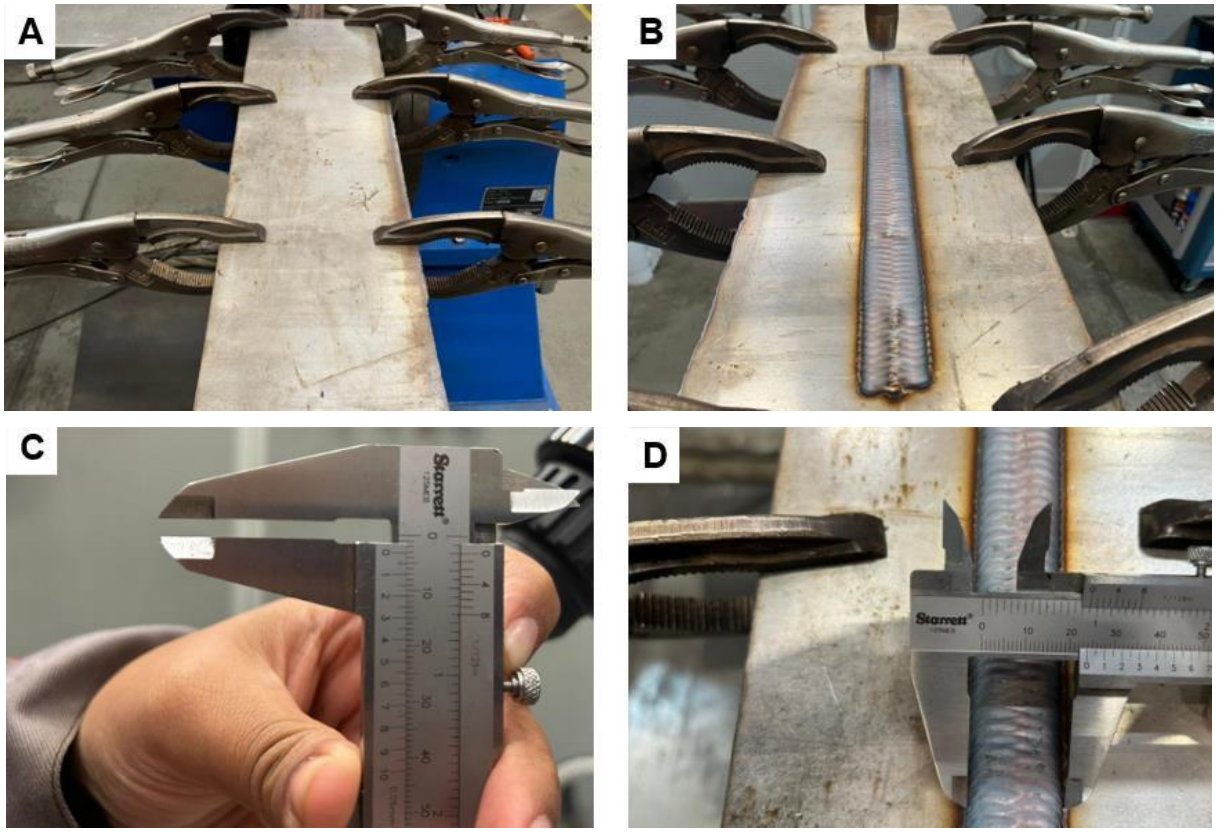


Fonte: Autores (2025).

Em seguida foi realizado o primeiro passe de soldagem, no qual foram conferidas as medições como altura do reforço, largura do cordão e demais variáveis

operacionais, conforme apresentado na Figura 5 e detalhe A (substrato pronto para ser soldado, detalhe B (primeiro passe de solda), detalhe C (medição da altura do reforço) e detalhe D (medição da largura do reforço).

Figura 5 - Sequência de soldagem do corpo de prova



Fonte: Autores (2024).

Após a parametrização que foi utilizada conforme catálogo do fabricante para esta aplicação, o processo de soldagem foi conduzido com a deposição do material ER 316 L camada a camada, no sentido longitudinal ao substrato, com pausas programadas para controle do aporte térmico entre os passes, garantindo a integridade metalúrgica do cordão de solda.

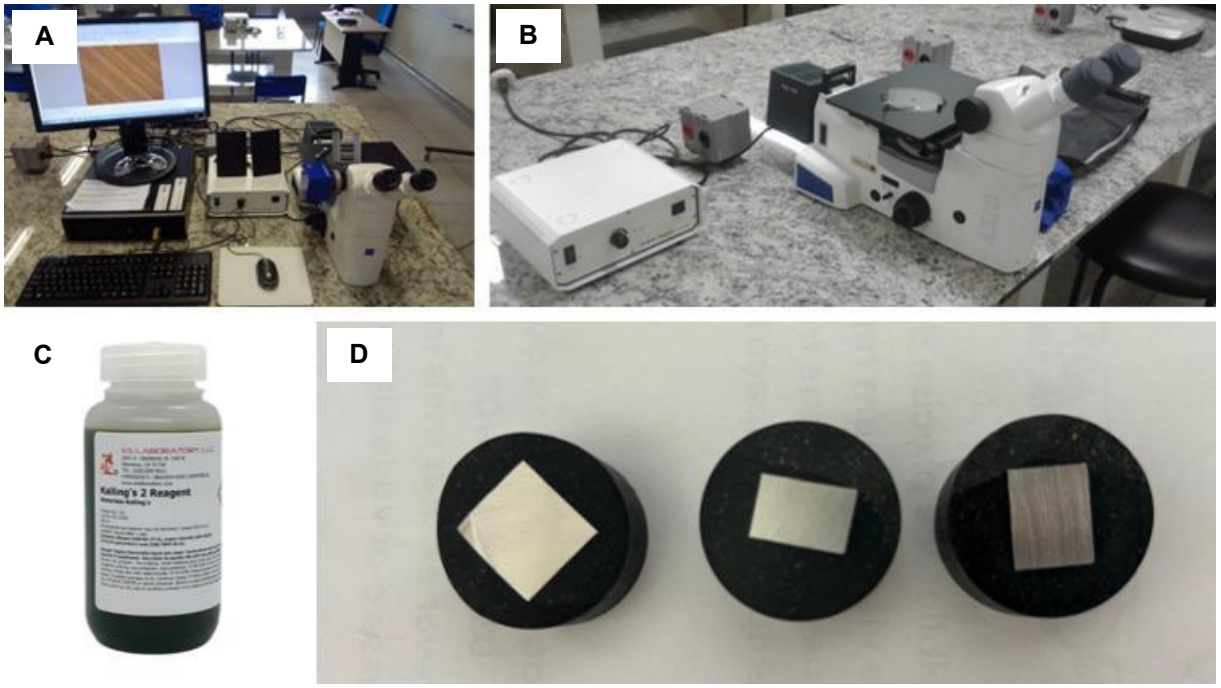
2.3.2 Preparação e caracterizações das amostras

Para a caracterização microestrutural, as amostras foram embutidas conforme (Figura 6 - D), lixadas e polidas, seguindo a norma NBR 13284. O ataque químico foi

realizado com a solução Kalling (Figura 6 - C) para revelar a microestrutura, que foi analisada em um microscópio óptico ZEISS Axion 10. A macroestrutura foi avaliada em um estereoscópio ZEISS Axion conforme (Figura 6 – A e B). A

composição química foi verificada por espectrometria de energia dispersiva (EDS), com equipamento utilizando tubo de raio X com anodo de Rh que opera entre 5 – 50 kV e 1 – 1000 mA.

Figura 6 – Microscópio, amostras embutidas



Fonte: Autores (2025).

2.3.3 Caracterizações macroestruturais e microestruturais

As caracterizações dos corpos de prova para as análises metalográficas, foram realizadas de acordo com os seguintes tópicos:

- Preparo das amostras: realizado conforme NBR 13284 (1995), incluindo embutimento em resina, lixamento e polimento em pasta de alumina;
- Ataque químico: solução Kalling, aplicada para revelação da microestrutura;
- Macroestrutura: avaliada em estereoscópio ZEISS modelo Axion, para análise de continuidade e possíveis descontinuidades de deposição;
- Microestrutura: observada em microscópio óptico ZEISS Axion 10.

2.3.4 Critérios de análise

As análises foram comparadas com referenciais normativos e literaturas especializadas dos autores Callister e Rethwisch (2018); Jeong *et al*. (2021) e Wang

et al. (2020), avaliando a influência dos parâmetros do processo GMAW/MADA na formação de microestruturas heterogêneas e na homogeneidade da macroestrutura.

2.3.5 Tratamento e análise dos dados

As análises macro e microestruturais, foram realizadas de forma qualitativa, observacional e comparativa às referências normativas e literaturas técnicas, não sendo aplicados métodos estatísticos devido à natureza descritiva do estudo.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 METALOGRAFIA

3.1.1 Micrografias

A análise micrográfica consiste no estudo detalhado da microestrutura de metais e ligas, geralmente obtida por microscopia óptica ou eletrônica, após preparação metalográfica adequada. Esse procedimento inclui etapas de lixamento, polimento e ataque químico, que revelam as fases presentes, o tamanho de grão e os efeitos térmicos da soldagem sobre o material de base e a zona afetada pelo calor (ZAC).

Segundo Callister e Rethwisch (2019), a micrografia é fundamental para compreender a relação entre microestrutura e propriedades mecânicas dos metais, visto que o tamanho de grão, a morfologia das fases e a presença de precipitados influenciam diretamente a resistência e a ductilidade.

De acordo com Chiaverini (2017), em soldagem, a micrografia permite identificar transformações metalúrgicas ocorridas no cordão e na ZAC, como a formação de martensita, ferrita, perlita ou bainita, a depender da composição química e da taxa de resfriamento. Além disso, possibilita a avaliação de descontinuidades microscópicas, como inclusões não metálicas e microtrincas.

Pesquisas recentes destacam o uso de micrografias para análise de revestimentos duros aplicados em aços de baixo carbono, nos quais o amanteigamento atua como camada intermediária para minimizar tensões residuais e refinar a microestrutura da interface soldada (Silva *et al*., 2020).

3.1.2 Macrografias

A análise macrográfica, por sua vez, é aplicada para avaliar a estrutura em escala maior, normalmente visível a olho nu ou com baixo aumento microscópico. O exame macrográfico é realizado por meio de cortes transversais da junta soldada, submetidos a ataque químico adequado, permitindo a visualização do perfil do cordão, da penetração, da fusão e de defeitos internos.

De acordo com Totten (2018), a macrografia é um método essencial para inspecionar a homogeneidade do cordão, verificar a ocorrência de falta de fusão, porosidade, trincas e identificar a profundidade de penetração, parâmetros críticos na qualificação de procedimentos de soldagem.

No contexto da soldagem, a análise macrográfica fornece informações sobre a geometria do cordão e a adequação dos parâmetros utilizados, possibilitando o controle de variáveis como corrente, tensão, velocidade de avanço e aporte térmico (Marques; Modenesi; Bracarense; 2019).

Estudos recentes reforçam que a macrografia é amplamente utilizada na indústria para a qualificação de soldadores e procedimentos, sendo recomendada em normas como a AWS D1.1 (2025), que estabelece critérios de aceitação para descontinuidades observáveis em cortes macrográficos de juntas soldadas (American Welding Society (2025).

3.1.3 A importância das micrografias e macrografias na soldagem

A aplicação conjunta de micrografias e macrografias fornece uma visão completa da qualidade do processo de soldagem. Enquanto as macrografias permitem avaliar a geometria e integridade geral do cordão, as micrografias revelam os mecanismos metalúrgicos que controlam o desempenho mecânico do material.

Segundo Souza *et al*. (2021), a correlação entre análises macro e micrográficas possibilita identificar não apenas defeitos visíveis, mas também as causas

metalúrgicas subjacentes, como segregações, crescimentos de grão e transformações de fase. Esse conjunto de análises é, portanto, indispensável tanto para a pesquisa acadêmica quanto para a indústria, na garantia da confiabilidade estrutural de componentes soldados.

3.2 NORMAS TÉCNICAS E PROCEDIMENTOS APLICÁVEIS

A realização das análises macro e micrográficas em soldagem é orientada por normas técnicas reconhecidas internacionalmente. A AWS D1.1 (2025) estabelece critérios para avaliação de juntas soldadas por inspeção macrográfica, enquanto a ASTM E3-11 (reaprovada em 2017) descreve os procedimentos de preparação metalográfica para exames micrográficos.

Além disso, a literatura especializada ressalta a importância da normalização no preparo das amostras, a fim de assegurar resultados comparáveis e reprodutíveis (Silva; Oliveira; Gomes, 2019).

A solidificação de aços inoxidáveis austeníticos é fortemente influenciada pela composição química e pela velocidade de resfriamento. Segundo Modenesi (2001), a solidificação pode ocorrer com a formação de austenita primária (Modo A ou AF) ou ferrita primária (Modo FA ou F).

Em processos de soldagem e MADA, as altas taxas de resfriamento favorecem a solidificação com ferrita primária, que se transforma parcialmente em austenita durante o resfriamento. Dependendo da taxa de resfriamento e do gradiente térmico, a ferrita remanescente pode apresentar diferentes morfologias, como vermicular ou lamelar (colunar), impactando diretamente as propriedades mecânicas do material.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

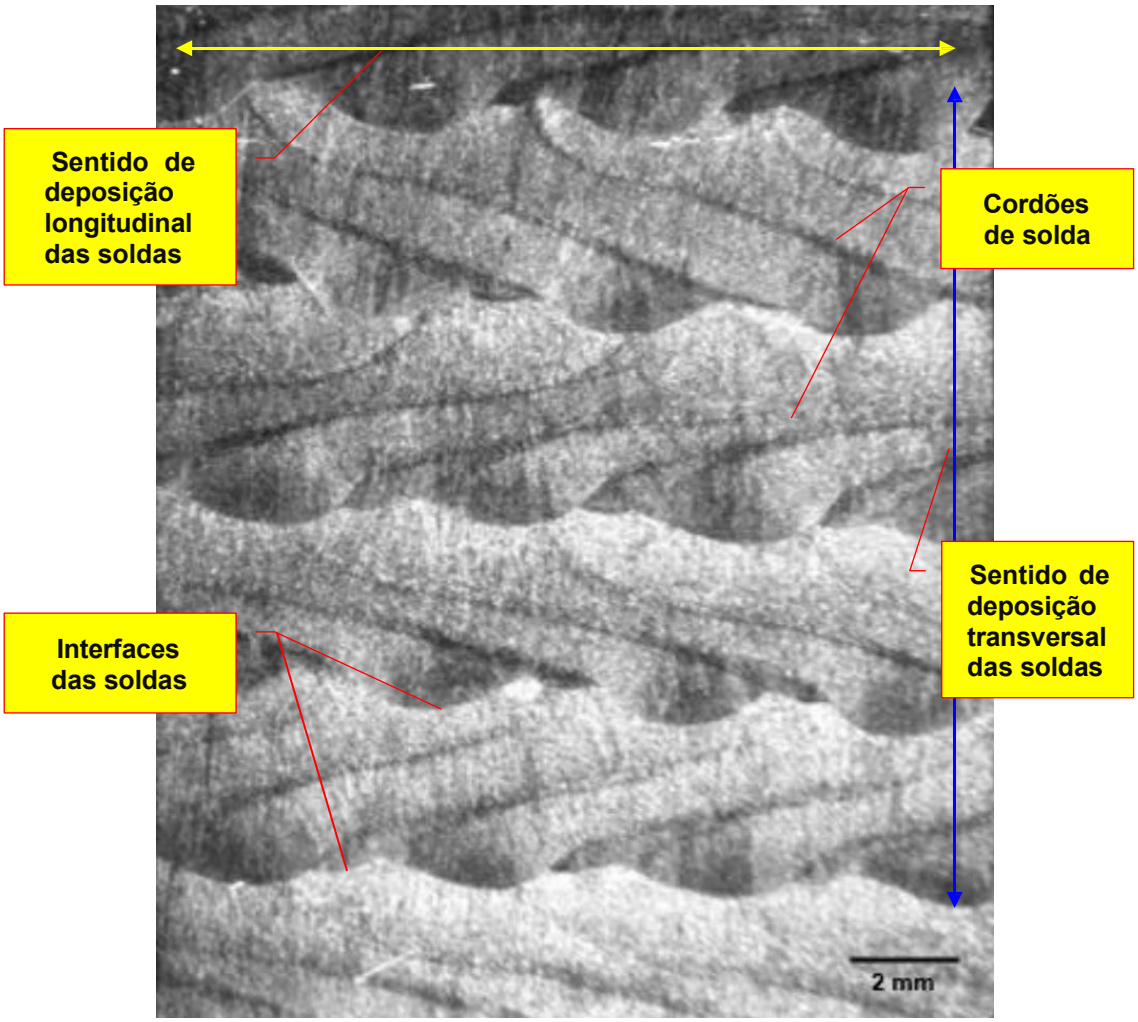
4.1 ANÁLISES METALOGRÁFICAS

4.1.1 Análise macroestrutural

A análise macroestrutural revelou uma deposição homogênea, com sobreposição adequada entre as camadas e ausência de defeitos críticos como trincas, porosidade ou falta de fusão, confirmando a integridade do corpo de prova. A

Figura 7 exibe a estrutura em camadas característica do processo MADA, demonstrando um perfil de solidificação no sentido longitudinal e transversal. A macrografia apresentou-se uniforme e sem a presença de descontinuidades como trincas, falta de fusão ou falta de penetração, o que conferiu qualidade na deposição conforme critérios estabelecidos pelo AWS D1.1 (2025).

Figura 7 – Análise macrográfica da amostra central



3 **Fonte:** Autores (2025).

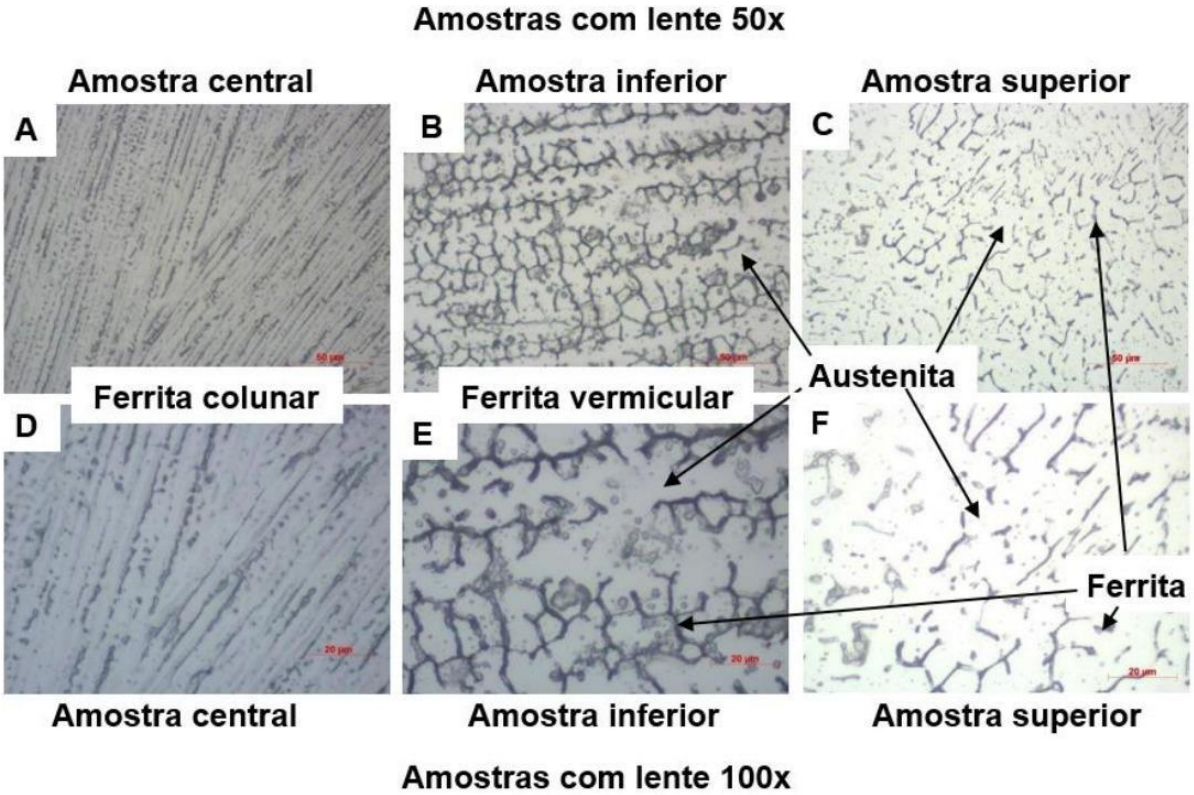
4.1.2 Análise macroestrutural

A caracterização microestrutural foi o ponto central da análise. As amostras revelaram uma microestrutura predominantemente ferrítica-austenítica, um resultado direto das elevadas taxas de resfriamento do processo MADA.

Foram identificadas morfologias de ferrita distintas ao longo da altura do corpo de prova, conforme visto na Figura 8. Na região inferior (próxima ao substrato), que sofreu resfriamento mais rápido, observou-se a presença de ferrita vermicular.

Na região central e superior, onde o calor acumulado reduziu a taxa de resfriamento, a microestrutura evoluiu para ferrita colunar (lamelar) e uma mistura de ferrita primária e austenita. Esta variação microestrutural é a principal causa da heterogeneidade das propriedades mecânicas.

Figura 8 – Estruturas de solidificação observadas nas amostras



Fonte: Autores (2025).

Os resultados deste estudo corroboram as observações de Li *et al*. (2022), onde o maior aporte térmico promove o crescimento de ferrita colunar no núcleo do cordão, favorecendo anisotropias e maior suscetibilidade a tensões residuais. Paralelamente, a ferrita vermicular encontrada na base das camadas indica transformação sob resfriamento acelerado, comportamento semelhante ao observado por Wang *et al*. (2020). Em conjunto, essas variações microestruturais evidenciadas no presente trabalho comprovam a forte influência dos ciclos térmicos da MADA sobre o comportamento metalúrgico do ER316L, podendo impactar diretamente suas propriedades mecânicas em condições de serviço.

A análise química via EDS, confirmou que a composição do material depositado estava de acordo com os padrões para o aço ER 316L, com teores de Cr, Ni e Mo dentro do esperado.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo demonstrou que a manufatura aditiva por deposição a arco (MADA), aplicada ao aço inoxidável ER316L, apresenta elevado potencial como

tecnologia sustentável e eficiente para a produção de componentes metálicos, proporcionando redução de desperdício, economia de material e flexibilidade na fabricação de geometrias complexas.

Entretanto, verificou-se que a microestrutura formada é heterogênea, marcada pela presença de ferrita em diferentes morfologias. Enquanto a ferrita colunar, observada no centro do cordão, indica maior suscetibilidade a anisotropia e trincas, a ferrita vermicular na base revela o efeito positivo do resfriamento acelerado, resultando em microestrutura mais refinada. Já a coexistência de ferrita e austenita no topo confirma o impacto do acúmulo de calor intercamadas na redução da homogeneidade estrutural. Essa variabilidade poderá ser refletida diretamente no desempenho mecânico, possibilitando maior dureza e resistência ao escoamento em corpos de prova longitudinais. Tais evidências reforçam que o controle dos ciclos térmicos e a otimização dos parâmetros de processo são aspectos determinantes para mitigar anisotropias e garantir a confiabilidade estrutural do material.

Conclui-se, portanto, que a MADA com ER316L é uma tecnologia promissora para aplicações industriais exigentes, desde que acompanhada de melhorias contínuas no monitoramento do aporte térmico e de maior compreensão da relação entre microestrutura e propriedades mecânicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CALLISTER, W. D.; RETHWISCH, D. G. **Ciência e engenharia de materiais: uma introdução.** 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2019.

CHIAVERINI, V. **Tecnologia mecânica.** 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2017.

COLPAERT, H. Metalografia dos productos siderúrgicos comuns. 2 ed. São Paulo. 2008

DEBROY, T. et al. A***dditive manufacturing of metallic components – process, structure and properties.*** Progress in Materials Science, v. 92, p. 112-224, 2018.

JEONG, J. et al. ***Metastable δ-ferrite and twinning-induced plasticity on the strain hardening behavior of directed energy deposition-processed 304L austenitic stainless steel.*** Additive Manufacturing, v. 47, p. 102363, 2021.

LI, J. et al. ***Influence of heat input on microstructure and mechanical properties of 316L stainless steel fabricated by wire arc additive manufacturing.*** Journal of Materials Processing Technology, v. 297, p. 117-123, 2022.

MARQUES, P. V.; MODENESI, P. J.; BRACARENSE, A. **Soldagem: fundamentos**

e tecnologia. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2019.

MODENESI, P. J. **Soldagem: fundamentos e tecnologia.** Belo Horizonte: UFMG, 2001.

SABOORI, A. et al. ***Microstructure and mechanical properties of AISI 316L produced by directed energy deposition-based additive manufacturing: a review.*** Applied Sciences, v. 10, 2020.

SELVI, V.; RAJASEKAR, E.; VISHVAKSENAN, S. ***Gas metal arc welding process – a review.*** Materials Today: Proceedings, v. 5, p. 2563-2570, 2018.

SILVA, J. A. et al. **Aplicação de micrografia na análise de revestimentos duros em aços carbono.** Revista Matéria, v. 25, n. 4, 2020.

SILVA, R. S.; OLIVEIRA, L. M.; GOMES, F. C. **Normalização de procedimentos metalográficos para ensaios em soldagem.** Revista Soldagem e Materiais, v. 11, n. 2,
p. 45-52, 2019.

SOUZA, R. M. et al. **Correlação entre macro e micrografia na análise de juntas soldadas.** Revista Brasileira de Soldagem, v. 10, n. 1, p. 21-31, 2021.
TOTTEN, G. E. Handbook of residual stress and deformation of steel. Materials Park: ASM International, 2018.

WANG, C. et al. **Study on microstructure and tensile properties of 316L stainless steel fabricated by CMT wire and arc additive manufacturing.** Materials Science and Engineering A, v. 796, 2020.

WU, B. et al. **A review of the wire arc additive manufacturing of metals: properties, defects and quality improvement.** Journal of Manufacturing Processes, v. 35, p. 127-146, 2018.

PIX GLOBAL: UMA PROPOSTA DE SISTEMA DE PAGAMENTO INSTANTÂNEO PARA O COMÉRCIO EXTERIOR.
PIX GLOBAL: A PROPOSAL FOR AN INSTANT PAYMENT SYSTEM FOR FOREIGN TRADE.

Edilaine Cristiana de Azevedo[1]
Luana dos Santos Gaen Tavuencas [2]
Cristiane de Oliveira Pirico [3]
Henrique Mitsuharu Demiya[4]

RESUMO: No contexto da globalização, as operações financeiras internacionais enfrentam desafios como prazos longos, custos elevados e riscos cambiais. A dependência de sistemas tradicionais, como o *Swift*[1], limita a agilidade e a eficiência do comércio exterior. Este estudo propõe a criação de um sistema global de pagamentos instantâneos, similar ao Pix[2], para modernizar essas transações. A proposta integra *blockchain*[3], *stablecoins*[4] e moedas digitais de bancos centrais (CBDCs), alinhadas a iniciativas como o projeto Nexus, do Banco de Compensações Internacionais (BIS). A metodologia exploratória e descritiva, com análise documental e bibliográfica, identifica problemas e soluções tecnológicas. Contratos inteligentes podem automatizar etapas burocráticas e anexar documentos de desembaraço aduaneiro, reduzindo intermediários e aumentando a segurança. Além de acelerar as operações e diminuir os custos, o modelo possui potencial inclusivo em países emergentes. A governança da Organização Mundial do Comércio (OMC) garantiria a harmonização regulatória. Os resultados indicam que a integração é tecnicamente viável e geopoliticamente relevante, considerando experiências como o *CIPS*[5] da China e o *Drex* [6]brasileiro. Apesar de desafios regulatórios e cibernéticos, *stablecoins* lastreadas e *contratos inteligentes* são alternativas estratégicas para modernizar o sistema monetário global, fortalecer a competitividade empresarial e ampliar a inclusão financeira.
Palavras-chave: *Blockchain*; OMC; Pagamentos Instantâneos; *Stablecoins.*

ABSTRACT: In the context of globalization, international financial transactions face challenges such as long timeframes, high costs, and exchange rate risks. Reliance on traditional systems, such as *Swift,* limits the agility and efficiency of foreign trade. This

---

[1] *Society for Worldwide Interbank Financial Telecommunication*: sistema global de comunicação financeira entre bancos.
[2] Sistema de pagamento instantâneo criado pelo Banco Central do Brasil, que permite transferências e pagamentos em segundos, disponível 24 horas por dia, todos os dias.
[3] *Blockchain* (cadeia de blocos): Tecnologia digital de registro descentralizado e criptografado, que armazena informações em blocos conectados de forma segura, transparente e imutável, utilizada para validar e registrar transações sem intermediários.
[4] *Stablecoin* (moeda estável): Criptomoeda atrelada a ativos de reserva, como moedas fiduciárias ou commodities, projetada para manter valor estável e reduzir a volatilidade típica das criptomoedas tradicionais.
[5] *CIPS* (*Cross-Border Interbank Payment System*): Sistema chinês de pagamentos interbancários internacionais em yuan, criado para agilizar transações transfronteiriças e reduzir a dependência do *Swift.*
[6] Drex: Moeda digital do Banco Central do Brasil, equivalente ao real, criada para facilitar transações financeiras de forma rápida e segura.

Comercio Exterior - Fatec Itapetininga - E-mail: Cristiane.pirico@fatec.sp.gov.br[1]
Comercio Exterior - Fatec Itapetininga - E-mail: edilaine.azevedo@fatec.sp.gov.br[2]
Comercio Exterior - Fatec Itapetininga - E-mail: luana.tavuencas@fatec.sp.gov.br[3]
Prof. Orientador Mestre - Fatec Itapetininga - E-mail: henrique.demiya@fatec.sp.gov.br[4]

study proposes the creation of a global instant payments system, similar to Pix, to modernize these transactions. The proposal integrates *blockchain, stablecoins*, and central bank digital currencies (CBDCs), aligned with initiatives such as the Nexus project, from the Bank for International Settlements (BIS). The exploratory and descriptive methodology, with document and bibliographic analysis, identifies problems and technological solutions. *Smart contracts* can automate bureaucratic steps and attach customs clearance documents, reducing intermediaries and increasing security. Besides accelerating operations and reducing costs, the model has inclusive potential in emerging countries. World Trade Organization (WTO) governance would ensure regulatory harmonization. The results indicate that integration is technically feasible and geopolitically relevant, considering experiences such as China's CIPS and Brazil's Drex. Despite regulatory and cyber challenges, backed *stablecoins* and *smart contracts* are strategic alternatives for modernizing the global monetary system, strengthening business competitiveness, and expanding financial inclusion.
Keywords: *Blockchain*; WTO; Instant Payments; *Stablecoins.*

1 INTRODUÇÃO

O comércio exterior contemporâneo está diretamente condicionado à velocidade, previsibilidade e segurança das transações financeiras internacionais. Apesar dos avanços recentes, persistem desafios significativos como custos elevados de intermediação, volatilidade cambial e lentidão na liquidação dos pagamentos, fatores que comprometem a competitividade das empresas, em especial de países emergentes.

No Brasil segundo o Banco Central do Brasil (2023), destaca-se que o Pix se consolidou como um dos sistemas de pagamento instantâneo mais abrangentes do mundo, trazendo eficiência, inclusão e acessibilidade ao sistema financeiro. Embora ainda restrito ao mercado, sua estrutura revela o potencial de soluções instantâneas para ampliar a integração financeira e reduzir barreiras de custo em operações transnacionais.

Em escala global, o Banco de Compensações Internacionais (BIS,2022) enfatiza que a digitalização dos fluxos monetários e o desenvolvimento de moedas digitais de bancos centrais (CBDCs) representam a próxima etapa da evolução dos sistemas financeiros. A instituição aponta que a interoperabilidade entre redes de pagamento nacionais e internacionais será decisiva para garantir maior eficiência, segurança e alcance das transações.

A Organização Mundial do Comércio (OMC, 2023), por sua vez, enfatiza que a digitalização financeira é vetor estratégico para reduzir barreiras comerciais e ampliar

a previsibilidade do comércio internacional. A entidade argumenta que a incorporação de tecnologias digitais em serviços financeiros, combinada a novos arranjos regulatórios multilaterais, pode beneficiar não apenas grandes corporações, mas também pequenas e médias empresas historicamente prejudicadas por elevados custos de transação.

Nesse contexto, a integração de sistemas de pagamento instantâneo com ferramentas como *blockchain*, *smart contrarcts* [7]e *stablecoins* lastreadas em reservas cambiais aparece como alternativa viável para modernizar a liquidação internacional. Tais instrumentos poderiam acelerar o desembaraço de operações, reduzir riscos e aumentar a transparência, ao mesmo tempo em que fortalecem a inclusão financeira global.

Assim, este trabalho busca refletir sobre a necessidade de um modelo internacional de pagamentos instantâneos, inspirado em experiências nacionais como o Pix, mas sob governança de instituições multilaterais. A construção de um arcabouço global que una soluções tecnológicas, estabilidade regulatória e coordenação institucional pode se tornar um dos elementos centrais para a modernização do comércio exterior.

2 METODOLOGIA

Este estudo adota uma abordagem metodológica voltada à análise da viabilidade e dos impactos da implementação de um sistema global de pagamentos instantâneos, similar ao Pix, no comércio internacional. A pesquisa é exploratória e descritiva, fundamentada em revisão bibliográfica e análise documental.

A perspectiva é qualitativa, seguindo o método indutivo, conforme Marconi e Lakatos (2017), partindo da observação para generalizações conceituais, e complementada por elementos do método dedutivo, usado para validar hipóteses teóricas. O estudo também emprega o método histórico, segundo Severino (2017), para compreender a evolução dos mecanismos de pagamento, e o método comparativo, conforme Sartori (1994), para examinar estratégias internacionais de implantação de sistemas de pagamento ágeis.

[7] *Smart Contracts* (contrato inteligente): Contratos digitais programados para serem executados automaticamente quando determinadas condições são atendidas, dispensando intermediários.

A pesquisa será conduzida por meio de levantamento bibliográfico sistemático e análise documental. A revisão seguirá as diretrizes de Kitchenham (2004) para Revisões Estruturadas da Literatura (RSL), garantindo seleção criteriosa das fontes. A análise documental basear-se-á em relatórios de instituições financeiras e publicações de entidades como o Banco de Compensações Internacionais (BIS), o Fundo Monetário Internacional (FMI) e o Banco Central do Brasil.

Os dados serão obtidos em bases acadêmicas reconhecidas — Scopus[8], Web of Science [9]e Google Scholar — utilizando palavras-chave controladas e operadores booleanos[10]. A interpretação seguirá a análise de conteúdo de Bardin (2011), organizada em categorias extraídas do material textual.

O objetivo é avaliar a viabilidade de um sistema global de pagamentos instantâneos, identificando desafios técnicos, regulatórios e econômicos, além de examinar como tal sistema pode ampliar a eficiência, segurança e compatibilidade das transações no comércio internacional.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo tem como objetivo discutir as transformações recentes no sistema financeiro global, com foco nas mudanças ocasionadas pela digitalização e pelo uso de tecnologias emergentes no comércio internacional. A partir da literatura consultada, busca-se analisar como a *blockchain*, os criptoativos, as moedas digitais oficiais e as *stablecoins* estão sendo incorporados às transações transfronteiriças, além de identificar os entraves regulatórios e as oportunidades abertas por essas inovações. Também serão examinadas propostas de organismos internacionais, como a criação de um “Pix Global”, e projetos multilaterais que pretendem interligar diferentes sistemas de pagamentos instantâneos.

3.1 TECNOLOGIA EM CRIPTOATIVOS

[8] Scopus é uma base de dados acadêmica internacional que reúne artigos, teses e pesquisas de diversas áreas.
[9] *Web of Science* (Rede de Ciência) é outra base de dados científica internacional utilizada para localizar informações confiáveis e avaliar a produção acadêmica.
[10] Operadores booleanos (AND, OR, NOT) são usados para refinar pesquisas acadêmicas, combinando ou excluindo termos

A tecnologia de criptoativos representa uma inovação disruptiva no sistema financeiro global, fundamentada na aplicação de criptografia avançada [11]e na descentralização[12] proporcionada pelo *blockchain*. O conceito de moeda digital remonta aos anos 1980, com iniciativas como a *Digicash* [13]de David Chaum, que buscavam garantir privacidade e anonimato nas transações financeiras por meio da criptografia (Scielo, 2020). No entanto, foi a criação do Bitcoin em 2008 por Satoshi Nakamoto que consolidou o uso do *blockchain* como infraestrutura tecnológica para criptoativos, permitindo transações seguras, transparentes e sem a necessidade de intermediários (PUC-Rio, 2022).

A partir dessa inovação, o *blockchain* passou a ser reconhecido como uma estrutura tecnológica revolucionária, por registrar transações em um livro-razão distribuído e imutável, o que garante integridade e rastreabilidade das informações. Essa descentralização, aliada à criptografia avançada, elimina a necessidade de confiança em autoridades centrais, como bancos ou governos, reforçando a segurança e a autonomia das operações. Para assegurar a validade das transações, são utilizados algoritmos de consenso, como o *Proof of Work (*PoW)[14], que conferem confiabilidade e resistência a fraudes na rede (Gomes, 2020).

Com base nessa infraestrutura, os criptoativos evoluíram para além das moedas digitais, impulsionando o desenvolvimento de novas aplicações como contratos inteligentes (*smart contracts* [15]), tokens não fungíveis (NFTs) [16]e sistemas de finanças descentralizadas (DeFi). Tais inovações têm ampliado o escopo da tecnologia, alcançando áreas como o setor financeiro, o jurídico e o artístico, com potencial para promover maior eficiência, transparência e inclusão. Contudo, ainda

---

[11] Criptografia: É uma prática que utiliza algoritmos codificados para proteger e ocultar informações transmitidas, permitindo que apenas pessoas autorizadas e com a chave correta consigam decifrá-las.
[12] Descentralização: Refere-se a um sistema que não depende de uma autoridade central, como um governo ou banco. No contexto do sistema financeiro, a descentralização permite transações diretas entre os usuários, sem a necessidade de intermediários.
[13] O Digicash foi uma das primeiras formas de dinheiro eletrônico anônimo, criada por David Chaum no início dos anos 90. O sistema utilizava criptografia de chave pública para permitir transações seguras e impossíveis de serem rastreadas.
[14] Proof of Work (PoW): É um algoritmo de consenso utilizado por redes de criptomoedas como o Bitcoin. Ele exige que os participantes (mineradores) realizem uma quantidade de trabalho computacional para validar transações e criar novos blocos. Esse processo garante a segurança da rede e evita fraudes.
[15] Um contrato inteligente (smart contract): É um código de computador autoexecutável que opera em uma blockchain. Ele automatiza, verifica e executa os termos de um acordo, garantindo que as regras sejam cumpridas de forma imutável e sem a necessidade de intermediários.
[16] Um token não fungível (NFT) é um tipo de ativo digital único e insubstituível. Cada NFT possui um identificador exclusivo que o distingue de outros tokens, sendo usado para representar a propriedade de itens digitais como obras de arte, colecionáveis e músicas.

existem obstáculos técnicos e regulatórios, como a escalabilidade das redes, o elevado consumo energético e a necessidade de marcos legais adequados para garantir a segurança e estabilidade dessas soluções emergentes (UFAL, 2020).

No cenário brasileiro, esse panorama também se reflete em um crescente interesse acadêmico e institucional pela tecnologia dos criptoativos. Universidades, centros de pesquisa e órgãos reguladores vêm se debruçando sobre os impactos econômicos, jurídicos e sociais dessas tecnologias, com o objetivo de criar um ambiente propício à inovação, mas que também garanta proteção aos usuários e ao sistema financeiro nacional. Assim, a articulação entre avanço tecnológico, fortalecimento da criptografia avançada com base na segurança digital, desenvolvimento de políticas públicas e educação digital torna-se essencial para que o Brasil acompanhe as transformações globais promovidas pelos criptoativos (Kenan, 2021).

3.1.1 TECNOLOGIA BLOCKCHAIN

A tecnologia *blockchain* caracteriza-se por ser um sistema digital que opera como um livro-razão descentralizado. Diferentemente dos softwares e bancos de dados convencionais, sua estrutura proporciona elevada segurança contra adulterações, pois qualquer modificação em um bloco requer a alteração simultânea de todos os blocos anteriores da cadeia, o que dificulta significativamente a manipulação de dados (Governo Digital, 2024). Cada bloco da cadeia contém um conjunto de informações conectadas por meio de algoritmos criptográficos, formando uma sequência cronológica segura (SEBRAE, 2021). Essa estrutura inviabiliza alterações nos dados sem o consenso da rede, o que assegura a integridade e a confiabilidade das informações (Amazon, 2024). Embora tenha sido inicialmente concebida como a base das criptomoedas, notadamente o Bitcoin, a *blockchain* expandiu seu campo de aplicação para áreas como finanças, saúde, logística e propriedade intelectual.

No âmbito corporativo, a *blockchain* representa uma inovação disruptiva nos modelos de negócios, ao permitir a troca segura e descentralizada de informações, reduzindo a necessidade de intermediários. Isso resulta em maior eficiência operacional e confiabilidade nos processos empresariais. Observa-se, atualmente, a adoção crescente da tecnologia em áreas como segurança da informação,

autenticação digital, registro de obras de arte e aplicações computacionais, demonstrando seu potencial transformador nas dinâmicas empresariais contemporâneas (Lima; Silva, 2022).

Embora a tecnologia *blockchain* apresente grande potencial de transformação digital, ela ainda enfrenta inúmeros desafios que dificultam sua adoção e aplicação em larga escala. Entre os principais entraves estão a limitação da escalabilidade, a ausência de interoperabilidade entre diferentes redes, as complexidades regulatórias e jurídicas, bem como a alta exigência técnica para sua implementação e manutenção.

3.1.2 FINANÇAS CENTRALIZADAS – PIX GLOBAL

Um caminho promissor para a evolução do Pix no âmbito do comércio exterior reside na aplicação da tecnologia *blockchain,* internamente ligada ao universo dos criptoativos. Nesse cenário, operam sob a arquitetura descentralizada do *blockchain,* caracterizando-se como parte das finanças descentralizadas (DeFi) devido à ausência de uma entidade centralizada responsável por sua regulação, normalização e fiscalização, como exemplo o Bitcoin.

Entretanto, a convergência entre moedas tradicionais e a tecnologia *blockchain* tem se intensificado, como demonstra o Real digital, denominado Drex . Esta iniciativa do Banco Central do Brasil representa a própria moeda nacional em um formato digital, utilizando a infraestrutura da *blockchain.* Diferentemente dos criptoativos convencionais, o Drex se insere no domínio das finanças centralizadas (ceFi), dada a existência de uma autoridade emissora e reguladora bem definida. Nesse contexto, emerge uma alternativa interessante para a concepção de um Pix Global: a criação de uma moeda digital transnacional, emitida e regulamentada por uma autoridade.

No âmbito da inovação tecnológica no setor financeiro, o Brasil tem avançado com a introdução do Drex, o Real Digital. O Drex representa a materialização digital da moeda brasileira, o Real, utilizando a infraestrutura da tecnologia *blockchain.* Sobretudo, ele opera como uma representação digital do Real, com a segurança e a emissão sob a responsabilidade do Banco Central do Brasil. Diferentemente dos criptoativos descentralizados, o Drex se enquadra no domínio das finanças centralizadas (CeFi), pois possui uma autoridade central que define suas regras, supervisiona suas transações e garante seu valor. Seu funcionamento se assemelha ao de um criptoativo em termos de infraestrutura tecnológica, permitindo transações

eficientes e potencialmente mais seguras. Contudo, seu principal discernimento reside na sua natureza como moeda oficial, com embasamento e regulação governamental, o que o diferencia fundamentalmente de criptomoedas como o Bitcoin. A implementação do Drex visa modernizar o sistema financeiro, reduzir custos de transação e promover a inovação em serviços financeiros digitais no Brasil.

3.2 ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DO COMERCIO

A Organização Mundial do Comércio (OMC), criada em 1995 e composta por 164 países-membros, regulamenta o comércio internacional, administrando acordos multilaterais, supervisionando políticas comerciais e resolvendo disputas, com base em não discriminação, previsibilidade, concorrência leal e tratamento diferenciado para países em desenvolvimento (BRASIL, 2025).

Nos últimos anos, a OMC enfrenta desafios com a transformação digital e a modernização dos mecanismos financeiros internacionais. As dificuldades na Rodada de Doha e tensões entre Estados Unidos e China evidenciam a complexidade de adaptar regras globais a novas realidades tecnológicas e econômicas (REUTERS, 2025).

Nesse cenário, surge a proposta de um sistema global de pagamentos instantâneos, inspirado no Pix do Banco Central do Brasil. Segundo Gabriel Galípolo, o Pix possui infraestrutura para internacionalização, desde que haja harmonização normativa e integração entre jurisdições financeiras (O GLOBO, 2025).

O “Pix Global” visa reduzir custos e prazos das operações internacionais, atualmente dependentes da rede Swift, com taxas de 2% a 5% e encargos bancários intermediários (CONDUITPAY, 2023).

A experiência chinesa com o CIPS mostra um modelo de liquidação instantânea, reduzindo dependência do Swift, fortalecendo a soberania monetária e promovendo o uso internacional do Renminbi (RMB) (STATRYS, 2024).

Portanto, um sistema global de pagamentos instantâneos sob a OMC permitiria participação equitativa, harmonização de regras e respeito a normas fiscais e cambiais, beneficiando especialmente pequenas e médias empresas e aumentando a eficiência e segurança das transações globais (CSIS, 2022).

3.2.1 STABLECOIN

A digitalização das finanças e a globalização das operações impulsionaram o desenvolvimento de stablecoins, criptomoedas de valor estável geralmente atreladas a moedas fiduciárias como o dólar. Uma proposta visa a que essas stablecoins sejam asseguradas por reservas externas dos Estados e administradas centralizadamente pela Organização Mundial do Comércio (OMC), conferindo maior credibilidade e proteção às transações transnacionais. Essa iniciativa é crucial, visto que o Banco de Compensações Internacionais (BIS) aponta que muitas stablecoins privadas ainda carecem de solidez e estabilidade, fragilizando seu uso como meio monetário (COINTELEGRAPH BRASIL, 2023). O emprego dessas reservas externas para lastrear os tokens configuraria uma inovação significativa para o setor financeiro global, reduzindo incertezas ligadas à oscilação de valor.

A coordenação central pela OMC, entidade tradicionalmente responsável por regular o comércio, representaria um avanço na governança global de ativos, embora exigisse uma revisão profunda de seu mandato e infraestrutura para supervisionar moedas digitais. Este modelo público-digital se distinguiria das stablecoins corporativas por minimizar a concentração de controle e garantir visibilidade através de pactos multilaterais. Além disso, a interligação do sistema com pagamentos instantâneos, como o Pix (que o Banco Central do Brasil já planeja expandir para operações transfronteiriças), e a tecnologia blockchain reforçam o potencial de criar uma malha de pagamentos internacionais ágil, acessível e de baixo custo (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2023).

No entanto, essa configuração promissora enfrenta obstáculos notáveis relacionados à legislação financeira, à autonomia cambial das nações e à necessidade de uma infraestrutura tecnológica compatível. A consolidação desse “Pix global”, aliado a stablecoins sob tutela da OMC, demanda harmonização normativa entre diferentes jurisdições e um reforço dos mecanismos de segurança cibernética, além da adoção de padrões uniformes para conectar os sistemas bancários nacionais.

Experimentos como o projeto mBridge, que testa liquidações internacionais instantâneas usando moedas digitais de bancos centrais (CBDCs), demonstram que a criação de um ambiente de pagamentos globais mais ágil e seguro é tecnicamente viável. Dessa forma, a iniciativa se destaca como uma alternativa estratégica para modernizar o arcabouço financeiro mundial, diminuir encargos e agilizar transferências transfronteiriças (BANCO DE PAGAMENTOS INTERNACIONAIS, 2023).

3.3 PIX GLOBAL: COMO VAI FUNCIONAR PARA LIQUIDAÇÃO DE EXPORTAÇÃO E IMPORTAÇÃO MUNDIAL.

O avanço dos sistemas de pagamento instantâneo tem transformado as transações financeiras globais, especialmente no comércio internacional. Inspirado pelo sucesso do Pix no Brasil, autoridades monetárias estudam sua adaptação para operações internacionais. Nesse sentido, o projeto Nexus, liderado pelo Banco de Compensações Internacionais (BIS) e com a colaboração de diversos bancos centrais (incluindo Malásia, Cingapura e Zona do Euro), visa justamente a integração de diferentes sistemas de pagamentos instantâneos para padronizar protocolos e desenvolver um modelo de liquidação instantânea transfronteiriça eficiente e seguro, seguindo princípios semelhantes aos do Pix (BANCO DE PAGAMENTOS INTERNACIONAIS, 2023).

Enquanto a iniciativa Nexus avança, empresas privadas já oferecem soluções de "Pix internacional" para importação e exportação. Plataformas como Braza Bank e PagBrasil permitem que pagamentos em reais sejam feitos para empresas estrangeiras, que recebem na moeda local com conversão instantânea e taxas reduzidas. Este modelo é vantajoso por eliminar intermediários, reduzir custos operacionais e diminuir riscos de fraude. Por outro lado, a China já possui sistemas consolidados como o Alipay e o WeChat Pay que, apesar de eficientes internamente, enfrentam mais barreiras regulatórias para uso internacional, ao contrário do Pix, que com o Nexus busca uma atuação global e integrada entre bancos centrais (BRAZA BANK, 2024; PAGBRASIL, 2024).

Esse cenário demonstra o potencial dos pagamentos instantâneos para redefinir o comércio internacional, tornando-o mais rápido, seguro e acessível. No entanto, a padronização de protocolos, a integração tecnológica entre países e as regulamentações cambiais continuam sendo desafios cruciais. O Brasil, com o Pix, e a China, com suas soluções internas, representam modelos de inovação: enquanto o sistema chinês é consolidado internamente, o Pix se posiciona para ser uma referência em conectividade financeira internacional, prometendo expandir as oportunidades de comércio exterior para empresas de todos os portes (REMESSA ONLINE, 2024).

3.3.1 FORMAS DE TRANSFERÊNCIA INTERNACIONAL COM PIX GLOBAL E BLOCKCHAIN

No comércio internacional, as transferências de recursos tradicionalmente incluem modalidades como transferências bancárias via Swift, cartas de crédito documentárias, cobranças documentárias e adiantamentos ligados às operações de exportação e importação. Esses mecanismos baseiam-se em quatro dimensões: tempo de liquidação, custos, segurança e mitigação dos riscos cambiais.

Com a introdução de um sistema de pagamento instantâneo transfronteiriço inspirado no modelo brasileiro do Pix e sustentado pela tecnologia blockchain, surge a possibilidade de novas modalidades de liquidação financeira internacional, entre as quais:

1. Transferência instantânea transfronteiriça – executada em tempo real, sem intermediários bancários, validada de forma descentralizada pela blockchain e liquidada com stablecoins reguladas ou moedas digitais de bancos centrais (CBDCs).

2. Liquidação condicional com contratos inteligentes (smart contracts) – semelhante às cartas de crédito, mas automatizada, liberando o pagamento apenas após o cumprimento das condições contratuais, como certificados de origem ou documentos fitossanitários registrados na rede.

3. Transferência com custódia digital (escrow) – valores permanecem bloqueados na blockchain até o cumprimento das obrigações comerciais, fortalecendo a segurança e a confiança entre as partes.

4. Transferência híbrida com conversão cambial automática – permite conversão imediata de moedas, de modo que o exportador receba em sua moeda local, ainda que o importador pague em outra divisa.

Nesse contexto, a Organização Mundial do Comércio (OMC) teria papel central como reguladora e normatizadora, definindo padrões multilaterais para garantir interoperabilidade tecnológica e jurídica, governança global com o FMI e o Banco de Compensações Internacionais (BIS), uso de registros imutáveis da blockchain como prova em disputas comerciais e integração de documentos aduaneiros e certificados internacionais ao sistema de pagamento.

Os impactos potenciais incluem: redução drástica do tempo de liquidação (de dias para segundos), diminuição dos custos operacionais pela eliminação de

intermediários, maior rastreabilidade e transparência garantidos pela blockchain e inclusão de pequenas e médias empresas no comércio internacional.

Assim, a adoção de um modelo de pagamentos instantâneos baseado em blockchain, sob a governança normativa da OMC, representaria um marco na modernização das práticas financeiras internacionais, promovendo eficiência, segurança e inclusão no comércio exterior contemporâneo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A digitalização do sistema financeiro global tem transformado a forma como as operações comerciais internacionais são conduzidas. Segundo o SEBRAE (2021) e a Amazon (2024), a blockchain oferece "segurança, clareza e rastreabilidade, permitindo a validação de informações sem a exigência de intermediários", o que fortalece a confiança e reduz custos.

Além disso, os criptoativos evoluíram de moedas virtuais para aplicações mais complexas, como contratos inteligentes e sistemas de finanças descentralizadas, conforme apontado pela UFAL (2020) e pela PUC-Rio (2022). Isso aumenta a agilidade e a segurança das transações. No Brasil, o Drex "une confiabilidade tecnológica à supervisão estatal, abrindo espaço para formatos globais que conciliem criatividade e fiscalização" de acordo com o Banco Central do Brasil (2024), demonstrando que a regulação integrada à inovação é essencial para criar soluções globais confiáveis.

Neste cenário, o Pix Global surge como uma alternativa ao sistema Swift, cuja estrutura "é marcada por despesas elevadas e prazos longos", segundo a ConduitPay (2023). Experiências como o Cross-Border Interbank Payment System (CIPS) mostram que sistemas de liquidação direta podem "diminuir a dependência de estruturas tradicionais e consolidar maior autonomia monetária", conforme a Statrys (2024), o que promove eficiência e maior inclusão financeira, especialmente para pequenas e médias empresas.

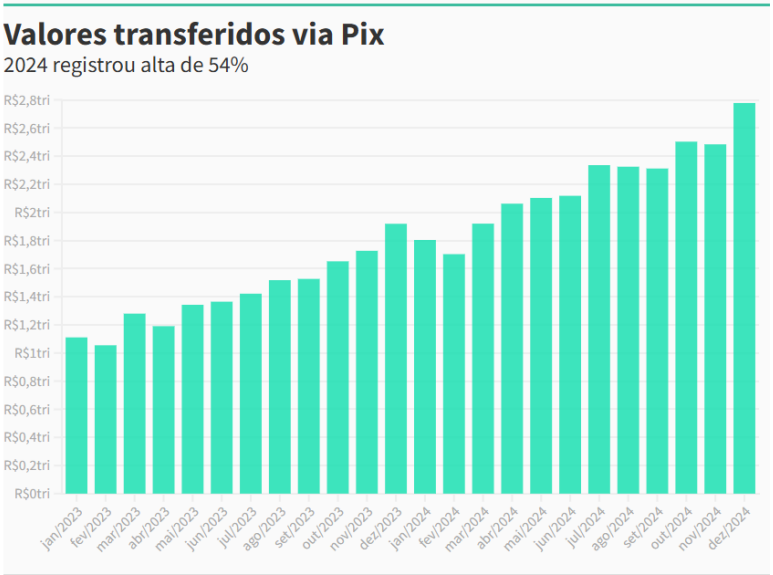
Para complementar essa eficiência, as stablecoins, que são vinculadas a moedas fiduciárias ou reservas soberanas, permitem "reduzir oscilações e aumentar a confiabilidade das movimentações internacionais", como indica o BIS (2023). No entanto, a eficácia dessas moedas depende de "regulação firme e mecanismos de interoperabilidade entre jurisdições".

Por fim, projetos multilaterais, como o Nexus, confirmam a viabilidade de interligar sistemas nacionais de quitação instantânea. Isso torna as operações "mais rápidas, seguras e acessíveis, favorecendo sobretudo pequenas e médias empresas", segundo o Banco de Pagamentos Internacionais (2023).

Em síntese, os resultados indicam que a convergência entre blockchain, criptoativos, stablecoins e sistemas de pagamento imediato é um caminho promissor para modernizar o sistema financeiro global, pois reduz custos, aumenta a eficiência e promove a inclusão financeira, especialmente quando há uma articulação entre inovação tecnológica, regulação e cooperação multilateral.

A Figura 1 ilustra a crescente utilização do Pix, apresentando os valores mensais transacionados entre janeiro de 2023 e dezembro de 2024. O gráfico demonstra um aumento constante no volume de transferências, que se intensifica no segundo semestre de 2024. Em comparação anual, o sistema registrou um crescimento de 54% no volume financeiro total em 2024, atingindo aproximadamente R$ 26,4 trilhões e consolidando-se como o principal meio de pagamento do país.

Figura 1- Valores Transferidos via Pix (Anual)

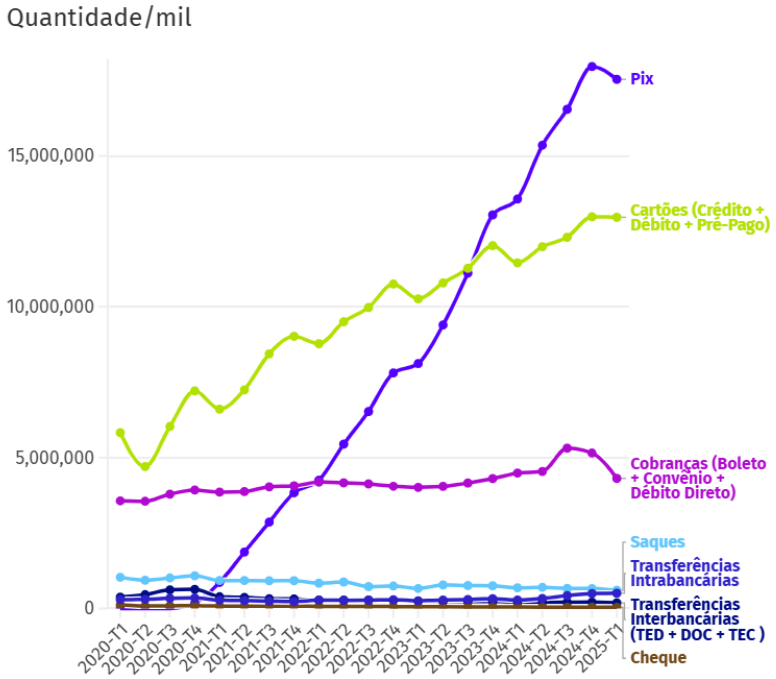


Fonte: Banco Central do Brasil (2024).

A Figura 2 evidencia o crescimento exponencial do Pix (linha roxa) em termos de quantidade de transações desde seu lançamento, em 2020. O sistema superou a soma de transações com Cartões (Crédito, Débito e Pré-Pago, linha amarela) no início de 2023, consolidando-se como o principal meio de pagamento do país. Em contrapartida, os demais instrumentos de pagamento, como Cobranças (Boletos e

Débito Direto) e Transferências Interbancárias Tradicionais (TED e DOC), apresentaram estabilidade ou leve queda no período, denotando a rápida e crescente preferência dos usuários pela praticidade e agilidade do sistema Pix.

Figura 2- Operações por meio de pagamento



Fonte: Banco Central do Brasil (2024).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do panorama de transformação digital nas operações comerciais internacionais, a incorporação de métodos de pagamentos instantâneos, como o Pix global, configura-se como alternativa relevante para atualizar e acelerar a liquidação de operações de importação e exportação. Diferente do consagrado sistema *Swift,* reconhecido por excesso de processos, tarifas elevadas e prazos demorados, o emprego de soluções tecnológicas apoiadas em *blockchain* e *stablecoins* garantidas por reservas cambiais internacionais proporcionaria maior confiabilidade, rastreabilidade e previsibilidade durante as transações. Sob a administração centralizada da Organização Mundial do Comércio (OMC), essa proposta poderia estruturar um ambiente financeiro internacional mais acessível, uniforme e menos vulnerável a assimetrias cambiais e obstáculos regulatórios, favorecendo

principalmente mercados emergentes e negócios de pequeno e médio porte (COINTELEGRAPH BRASIL, 2023).

Além disso, a convergência entre *stablecoins*, plataformas de pagamentos instantâneos e recursos de finanças descentralizadas (DeFi), supervisionadas por instituições multilaterais como a OMC (Organização Mundial do Comercio), potencializaria uma renovação estrutural no sistema monetário internacional. A substituição parcial ou complementar do *Swift* por protocolos digitais distribuídos permitiria liquidações quase imediatas de contratos comerciais globais, reduzindo despesas bancárias intermediárias e aprimorando a fluidez dos fluxos cambiais no comércio exterior. Questões relativas à autonomia monetária, conformidade legal e infraestrutura tecnológica ainda permanecem, mas iniciativas recentes como o projeto mBridge e os debates envolvendo moedas digitais de bancos centrais (CBDCs) demonstram que tal evolução é tecnicamente viável e geopoliticamente relevante.

Nesse contexto, a implementação de um sistema global de pagamentos instantâneos, integrado a stablecoins reguladas e soluções baseadas em blockchain, viabilizada por contratos inteligentes que automatizam procedimentos como liquidação e anexação de documentos aduaneiros, sob a supervisão de organismos internacionais como a OMC (Organização Mundial do Comercio), representa um avanço significativo para a democratização, digitalização e modernização das operações de comércio exterior, promovendo transações internacionais mais rápidas, seguras e transparentes (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2023).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMAZON WEB SERVICES (AWS). **O que é a tecnologia blockchain?** Disponível em: https://aws.amazon.com/pt/what-is/blockchain/?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 15 abr. 2025.

BANCO CENTRAL DO BRASIL (BCB). **BCB divulga nota sobre o sistema de pagamentos instantâneos (PIX)**. 2025. Disponível em: https://www.bcb.gov.br/en/pressdetail/2588/nota. Acesso em: 21 fev. 2025.

BANCO DO BRASIL. **Conta Internacional e SWIFT**. 2025. Disponível em: https://www.bb.com.br/site/japao/blog/conta-internacional-e-swift/. Acesso em: 21 fev. 2025.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Drex**: Perguntas e Respostas. Banco Central do Brasil. 2024. Disponível em:

https://www.google.com/search?q=https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/realdigitalperguntas. Acesso em: 07 maio. 2025.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Drex.** *Banco Central do Brasil*. 2024. Disponível em: https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/drex. Acesso em: 07 maio. 2025.

BANCO CENTRAL DO BRASIL (BCB). **O Papel do BC no Pix**. 2025. Disponível em: https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/papeldobcpix. Acesso em: 27 jan. 2025.

BANCO CENTRAL DO BRASIL (BCB). **Pix**. 2025. Disponível em: https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/pix. Acesso em: 07 mar. 2025.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Pix: avanços e perspectivas. Banco Central do Brasil**. 2023. Disponível em: https://www.bcb.gov.br. Acesso em: 12 maio 2025.

BANCO DE PAGAMENTOS INTERNACIONAIS**. Project mBridge: Connecting economies through CBDC. Bank for International Settlements.** 2023. Disponível em: https://www.bis.org/about/bisih/topics/cbdc/mbridge.htm. Acesso em: 12 maio 2025.

BIS INNOVATION HUB. **Project Nexus**. 2025. Disponível em: https://www.bis.org/about/bisih/topics/fmis/nexus.htm. Acesso em: 14 mar. 2025.

BRAZA BANK**. Pix internacional:** venda para brasileiros no exterior com menos taxas**.** 2024. Disponível em: https://www.brazabank.com.br/conteudo/pix-internacional-vender-para-brasileiros-no-exterior/. Acesso em: 05 maio 2025.

BRASIL. Governo Digital. **Blockchain**. Disponível em: https://www.gov.br/governodigital/pt-br/infraestrutura-nacional-de-dados/blockchain. Acesso em: 15 abr. 2025.

BRASIL. **Acordos Comerciais – OMC**. Portal Siscomex. 2025. Disponível em: https://www.gov.br/siscomex/pt-br/acordos-comerciais/omc. Acesso em: 08 maio 2025.

BRASIL. Ministério da Gestão e da Inovação em Serviços Públicos. **Blockchain**. Portal Gov.br. Disponível em: https://www.gov.br/governodigital/pt-br/infraestrutura-nacional-de-dados/blockchain.Acesso em: 5 maio 2025.

CAI, Qiang; SUN, Huayou; ZHAO, Guangjie; YU, Fangmin**. Application analysis on blockchain technology in cross-border payment. ResearchGate**. 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/340054952_Application_Analysis_on_Blockchain_Technology_in_Cross-border_Payment.Acesso em: 12 mar. 2025.

CNN Brasil. Pix cresce 54% e atinge recorde de transações em R$ 26 tri em 2024. São Paulo: CNN Brasil, 16 jan. 2025. Disponível em: https://www.cnnbrasil.com.br/economia/financas/pix-cresce-54-e-atinge-recorde-de-transacoes-em-r-26-tri-em-2024/.Acesso em: 2 nov. 2025.

CONDUITPAY. **Entendendo o sistema de pagamento SWIFT.** 2023. Disponível em: https://conduitpay.com/pt/guides/understanding-the-swift-payment-system. Acesso em: 05 maio 2025.

CONDUITPAY. **SWIFT Fees Explained**: **How Much Do International Payments Cost?.** 2023. Disponível em: https://conduitpay.io/blog/swift-fees-international-payments. Acesso em: 08 maio 2025.

CSIS (CENTER FOR STRATEGIC AND INTERNATIONAL STUDIES). **Sanctions, SWIFT, and China's Cross-Border Interbank Payments System.** 2022. Disponível em: https://www.csis.org/analysis/sanctions-swift-and-chinas-cross-border-interbank-payments-system. Acesso em: 05 maio 2025.

CSIS (CENTER FOR STRATEGIC AND INTERNATIONAL STUDIES). **The Future of Digital Payments and Cross-Border Systems**. 2022. Disponível em: https://www.csis.org/analysis/future-digital-payments-and-cross-border-systems. Acesso em: 08 maio 2025.

DOCK. **Pagamentos instantâneos: o que são, como funcionam e benefícios**. 2025. Disponível em: https://dock.tech/fluid/blog/tecnologia/pagamentos-instantaneos/. Acesso em: 07 mar. 2025.

Desigusxpro. **Sistema de pagamento SWIFT: SWIFT - características e história da criação**. 2025. Disponível em: https://biz.desigusxpro.com/pt/platejnaya-sistema-svift-swift-osobennosti-i-istoriya-sozdaniya.html. Acesso em: 21 fev. 2025.

EUROPEAN CENTRAL BANK (ECB). **The future of cross-border payments: instant, cheap, universal?.** 2025. Disponível em: https://www.ecb.europa.eu/press/financial-stability-publications/fsr/special/html/ecb.fsrart202205_02~1cc6b111b4.en.html. Acesso em: 31 mar. 2025.

FMI (FUNDO MONETÁRIO INTERNACIONA). **The Crypto Ecosystem and Financial Stability Challenges**. 2023. Disponível em: https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2023/04/07/The-Crypto-Ecosystem-and-Financial-Stability-Challenges-531982. Acesso em: 08 maio 2025.

GLOBO. **Nova regra do Pix: quais dados a Receita Federal terá acesso?.** 2025. Disponível em: https://oglobo.globo.com/economia/noticia/2025/01/14/nova-regra-do-pix-quais-dados-a-receita-federal-tera-acesso.ghtml. Acesso em: 27 jan. 2025.

GOMES, Vinícius José Ferrro. **Blockchain: um panorama científico e tecnológico.** 2020. 63 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Rede Nacional de Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia Para Inovação) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2020. Disponível em: https://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/6701. Acesso em 20 Ago. 2025.

GOVERNO DO BRASIL. Organização Mundial do Comércio (OMC). **Siscomex.** 2021. Disponível em: https://www.gov.br/siscomex/pt-br/acordos-comerciais/omc. Acesso em: 05 maio 2025.

GOVERNO DO BRASIL. **Acordos comerciais: perguntas frequentes**. Portal Siscomex. 2025. Disponível em: https://www.gov.br/siscomex/pt-br/informacoes/perguntas-frequentes/acordos-comerciais. Acesso em: 08 maio 2025.

ICC. **ICC digital initiatives that will equip business for the next century of global trade**. 2020. Disponível em: https://iccwbo.org/news-publications/news/icc-digital-initiatives-that-will-equip-business-for-the-next-century-of-global-trade/. Acesso em: 12 maio 2025.

KENAN, João Vinicius Fidelis. **Criptomoedas: evolução e características das pesquisas no Brasil.** 2021. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Contábeis) – Faculdade de Ciências Contábeis, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021.Disponível em: https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/33320. Acesso em: 20 Ago. 2025.

LIMA, Reynaldo Dezenre; SILVA, Marco Antonio Costa. **BLOCKCHAIN: conceito e aplicações**. 2022. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Administração) — Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Naviraí, 2022. Disponível em: https://repositorio.ufms.br/bitstream/123456789/5519/1/TCC%20Reynaldo%202022%20-%20BLOCKCHAIN%20-%20conceito%20e%20aplica%C3%A7%C3%B5es.pdf. Acesso em: 15 abr. 2025.

LINKEDIN. **Pix global': Sete bancos centrais farão teste com token para pagamentos instantâneos.** 2023. Disponível em: https://www.linkedin.com/posts/barretoalex_bc-abrir%C3%A1-protocolos-do-pix-para-todos-pa%C3%ADses-activity-6997208854971224064-R114. Acesso em: 05 maio 2025.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M**. Fundamentos de metodologia científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MIT SLOAN REVIEW BRASIL. **Leis de proteção de dados e blockchain: soluções da própria tecnologia (parte 1).** 2025. Disponível em: https://mitsloanreview.com.br/leis-de-protecao-de-dados-e-blockchain-solucoes-da-propria-tecnologia-parte/. Acesso em: 27 jan. 2025.

MORRO, Ana Carolina. Ranking mundial do Pix: a verdadeira posição do Brasil na modalidade pagamentos instantâneos. São Paulo: InvestNews, 07 mar. 2025. Disponível em: https://investnews.com.br/economia/ranking-mundial-do-pix-a-verdadeira-posicao-do-brasil-na-modalidade-pagamentos-instantaneos/.Acesso em: 02 nov. 2025.

O GLOBO. **Pix pode se integrar com sistemas de pagamentos internacionais, diz Galípolo**. O Globo, Economia, Rio de Janeiro, 06 fev. 2025. Disponível em: https://oglobo.globo.com/economia/noticia/2025/02/06/pix-pode-se-integrar-com-

sistemas-de-pagamentos-internacionais-diz-galipolo.ghtml. Acesso em: 08 maio 2025.

OINTELEGRAPH BRASIL. **Stablecoins 'não são reserva de valor segura', alerta BIS.** 2023. Disponível em: https://br.cointelegraph.com/news/stablecoins-not-safe-store-value-bis-bank-for-international-settlements. Acesso em: 05 maio 2025.

PAGBRASIL. **Pix Internacional: Pix para Brasileiros no Exterior.** 2024. Disponível em: https://www.pagbrasil.com/pt-br/pix-internacional/. Acesso em: 05 maio 2025.

PODER 360**. Galípolo: Pix pode ser usado como base para sistema de pagamentos global**. 2024. Disponível em: https://www.poder360.com.br/economia/galipolo-pix-pode-ser-usado-como-base-para-sistema-de-pagamentos-global/. Acesso em: 05 maio 2025.

PORTAL DO BITCOIN. **Projeto da IBM mostra uso prático da blockchain para exportação de café brasileiro**. Disponível em: https://portaldobitcoin.uol.com.br/projeto-da-ibm-mostra-uso-pratico-da-blockchain-para-exportacao-de-cafe-brasileiro/. Acesso em: 12 maio 2025.

PWC. **Stablecoins: what you need to know.** 2023. Disponível em: https://www.pwc.com/gx/en/issues/cryptocurrency/stablecoins.html. Acesso em: 08 maio 2025.

REMESSA ONLINE. **Pix internacional:** existe Pix em outros países?. 2024. Disponível em: https://www.remessaonline.com.br/blog/existe-pix-internacional/. Acesso em: 05 maio 2025.

RESEARCHGATE. **Application Analysis on Blockchain Technology in Cross-border Payment**. 2025. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/340054952_Application_Analysis_on_Blockchain_Technology_in_Cross-border_Payment. Acesso em: 12 mar. 2025.

REUTERS. **China ramps up global yuan push, seizing on retreating dollar.** 2025. Disponível em: https://www.reuters.com/world/china/china-ramps-up-global-yuan-push-seizing-retreating-dollar-2025-04-29/. Acesso em: 05 maio 2025.

REUTERS. **Global payment networks face overhaul amid geopolitical tensions**., 2025. Disponível em: https://www.reuters.com/markets/currencies/global-payment-networks-overhaul-2025. Acesso em: 08 maio 2025.

SARTORI, Giovanni**. Comparación y método comparativo**. In: SARTORI, Giovanni; MORLINO, Leonardo (orgs.). La comparación en las ciencias sociales. Madrid: Alianza Editorial, 1994. p. 29–50.

SCHOLAR GOOGLE. **Benefícios econômicos de um sistema global de pagamentos instantâneos**. 2025. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=benef%C3%ADcios+econ%C3%B4micos+de+um+sistema+

global+de+pagamentos+instant%C3%A2neos&btnG=#d=gs_qabs&t=1741710094940&u=%23p%3DAzEnQPJ5PPcJ. Acesso em: 11 mar. 2025.

SEBRAE. **A tecnologia blockchain e suas possíveis aplicações no comércio exterior**. Brasília, 2021. Disponível em: https://sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Arquivos/EBOOK%20Blockchain%20%281%29.pdf?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 15 abr. 2025.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 24. ed. São Paulo: Cortez, 2017

STATRYS. **What Is CIPS? A Guide to China's Cross-Border Payment System.** 2024. Disponível em: https://statrys.com/blog/what-is-cips-china. Acesso em: 05 maio 2025.

STATRYS. **What is CIPS: China's alternative to SWIFT**, 2024. Disponível em: https://statrys.com/blog/cips-china-payment-system. Acesso em: 08 maio 2025.

TECNOSPEED. **Pix no mundo: descubra como outros países estão adotando sistemas de pagamento instantâneo?** 2025. Disponível em: https://blog.tecnospeed.com.br/pix-no-mundo-descubra-como-outros-paises-estao-adotando-sistemas-de-pagamento-instantaneo/?hl=pt-BR. Acesso em: 11 mar. 2025.

YUNO. **Cross-border payments: desafios e soluções**. 2025. Disponível em: https://www.y.uno/pt-br/post/cross-border-payments-challenges-and-solutions. Acesso em: 12 mar. 2025.

PROJETO E AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE UM FORNO SOLAR DE BAIXO CUSTO
DESIGN AND PERFORMANCE EVALUATION OF A LOW-COST SOLAR OVEN

Lívia de Almeida Kampara[1]
Lorena Alves de Moraes[2]
Luiza Costa Santos[3]
Maria Clara Martins Quintino da Silva[4]
Janine Ameku Neves[5]

RESUMO: Este estudo apresenta um teste prático e avaliação de desempenho de um forno solar, como uma possibilidade sustentável para o preparo de alimentos, principalmente em regiões vulneráveis e com grande incidência solar. O projeto foi desenvolvido com materiais recicláveis e de baixo custo, oferecendo independência energética e alimentar para comunidades sem rede elétrica. Os testes foram realizados com biscoitos de maizena e bolo de limão, em um forno solar parabólico de base quadrada 25 x 25 cm, em dias com temperatura média de 28º C e 24º C. O tempo de cozimento foi de 80 minutos para os biscoitos e 210 minutos para o bolo, indicando a eficiência do forno em atingir temperaturas adequadas para o preparo de alimentos. O projeto está alinhado com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 2 e 7, respectivamente.
Palavras-chave: Forno fototérmico; Segurança alimentar; Sustentabilidade; Tecnologia acessível.

ABSTRACT: This study presents a practical test and performance evaluation of a solar oven as a sustainable option for food preparation, especially in vulnerable regions with high solar incidence. The project was developed using recyclable and low-cost materials, offering energy and food independence to communities without electricity. Tests were conducted with cornstarch cookies and lemon cake in a 25 x 25 cm square-based parabolic solar oven on days with average temperatures of 28°C and 24°C. The cooking time was 80 minutes for the cookies and 210 minutes for the fake, indicating the oven's efficiency in reaching suitable temperatures for food preparation. The project aligns with Sustainable Development Goals (SDGs) 2 and 7, respectively.
Keywords: Accessible technology; Food safety; Photothermal oven; Sustainability.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a matriz elétrica brasileira tem tido uma crescente demanda devido ao aumento da população, ocasionando o aumento da procura por fontes de energia que causam menos agressões ao meio ambiente. Segundo dados de 2025 da

3º Matemática – Etec Doutor Renato Cordeiro – E-mail: liviaakampara@gmail.com[1]
3º Matemática – Etec Doutor Renato Cordeiro – E-mail: lorenaalvesmoraes@yahoo.com[2]
3º Matemática – Etec Doutor Renato Cordeiro – E-mail: luizacost417@gmail.com[3]
3º Matemática – Etec Doutor Renato Cordeiro – E-mail: claramaria4195@gmail.com[4]
Docente – Etec Doutor Renato Cordeiro – E-mail: janine.neves@etec.sp.gov.br[5]

Empresa de Pesquisa Energética (EPE), o consumo de lenha nas residências apresentou queda, enquanto o consumo de GLP e de Gás Natural aumentou.

Com o desenvolvimento da indústria alimentícia, os fornos que utilizam lenha foram substituídos por modelos à base do gás liquefeito de petróleo (GLP). Isso ocorreu, pois a utilização da lenha era muito poluente e gerava níveis elevados de desmatamento. Segundo dados publicados pelo Sindigás (2025) “Para substituir um botijão comum de GLP, de 13 Kg, é necessário derrubar e queimar dez árvores, em média”. Importante destacar que o GLP também gera impactos ambientais negativos, como a liberação de gases do efeito estufa e o perigo de vazamento na etapa da extração, do transporte e consumo final, poluindo o ecossistema.

Adicionalmente, a pobreza financeira e também alimentícia, faz com que grande parte da população dos países subdesenvolvidos sofra com a falta de mantimentos, rede elétrica e eletrodomésticos, itens essenciais no preparo de alimentos. Sendo assim, a introdução de fornos solares para essa realidade é fundamental, uma vez que proporciona uma maior facilidade no cozimento e preparo de alimentos.

O aproveitamento de luz solar se torna uma boa opção por ser uma energia abundante, limpa e renovável, e tem uma das formas mais simples de conversão térmica. Na região noroeste do estado de São Paulo, assim como em outras regiões do Brasil, o nível de incidência solar é muito alto, o que torna uma região propícia para a utilização de fornos solares e gerar economia no consumo de produtos elétricos. Além disso, ao cozinhar alimentos com o forno solar tem-se benefícios não apenas ambientais e econômicos, como também que vão em direção aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Especificamente, a ODS 2, que busca garantir o acesso à energia barata, confiável, sustentável e renovável e a ODS 7, que visa acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhorar a nutrição.

Esse trabalho, tem como objetivo, avaliar o desempenho de um forno solar, construído com materiais de baixo custo, buscando diferentes alternativas para a redução do uso de combustíveis convencionais.

2 METODOLOGIA

O forno tem um formato parabólico, de base quadrada 25 x 25 cm, com estrutura revestida de papel alumínio, largura de 87 cm na superfície e altura diagonal de 59 cm. Suas dimensões compactas e o peso leve permitem o transporte e armazenamento com facilidade, tornando-se acessível a qualquer pessoa. Além da estrutura refletora, uma base de apoio em mdf e um recipiente de vidro esférico com uma borracha para vedação para ajudar no cozimento dos alimentos. Dentro deste recipiente, os alimentos são acondicionados em uma vasilha de alumínio preto, que absorve a energia térmica e a transfere para o alimento (Figura 1). Portanto, recomenda-se a utilização de alimentos com dimensões adequadas ao tamanho do recipiente de vidro para garantir um bom desempenho na cocção.

Figura 1 - Recipiente utilizado para o cozimento dos alimentos

Fonte: Elaboração das autoras (2025).

O funcionamento do forno é diretamente influenciado pelo clima e o posicionamento em que é utilizado para o total aproveitamento da radiação solar. O formato côncavo do forno adicionado ao revestimento de alumínio maximiza a reflexão da luz para o recipiente, aumentando a concentração da radiação no ponto focal da parábola.

3 REFERENCIALTEÓRICO

3.1 ENERGIA TÉRMICA

Os processos de transferência de energia térmica acontecem de três maneiras: condução, convecção e radiação. “A condução de calor ocorre, portanto, por meio de colisões atômicas e eletrônicas” (MOURA, 2010, p.13), sem que a matéria seja transportada. “A convecção é importante principalmente como mecanismo de transferência de energia entre uma superfície sólida e um líquido ou gás” (SOLIMANI, 2011, p.31), ou seja, é o transporte de calor por movimentos de fluidos, como água ou ar. Já a radiação térmica é o modo pelo qual um corpo, em função de sua temperatura, emite continuamente energia sob a forma de radiações de natureza eletromagnética (MOURA, 2010, p.13).

A energia utilizada no forno solar provém da irradiação emitida pelo Sol, que é concentrada no recipiente de vidro. Esse calor acumulado aquece o interior do forno, funcionando de modo semelhante a uma estufa: os raios solares entram, são convertidos em energia térmica e ficam retidos. Assim, os alimentos cozinham por condução e convecção, aproveitando o calor gerado pela radiação solar. Segundo Gomes, Souza e Souza (2016, p. 3), “a energia solar é considerada inesgotável, renovável e viável como fonte de energia, tendo como uma das formas mais simples de aproveitamento sua conversão térmica.”

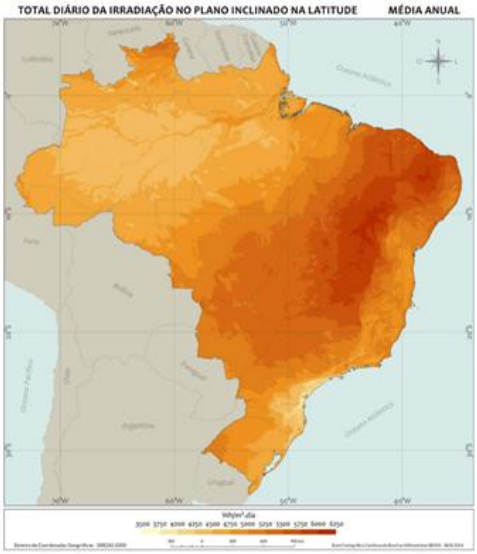
3.2 INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA

Em todo o mundo, as temperaturas sofrem grandes variações ao longo do ano, fator que interfere diretamente no uso de tecnologias como o forno solar. De acordo com Silva, *et. al.* (2025),

> Embora a tecnologia de cozimento solar tenha demonstrado um potencial significativo, sua ampla adoção enfrenta diversos desafios técnicos e práticos [...] Estes incluem desempenho inconsistente sob condições climáticas variáveis, capacidades limitadas de retenção de calor e a necessidade de adaptação a diferentes contextos geográficos (tradução nossa).

Contudo, segundo dados do Atlas brasileiro (Figura 2), o nível de incidência solar no Brasil é alto. Os registros de 2024 apontaram para o ano mais quente da série histórica, com temperatura média de 25,02 °C, ou seja, 0,79 °C acima da média de 1991-2020, que é de 24,23°C” (INMET, 2024).

Figura 2 - Total diário da irradiação no plano inclinado na latitude - Média anual



Fonte: Pereira *et al.*, 2017, p. 40.

Com os dados do gráfico, fica perceptível que a tecnologia sustentável é vantajosa no Brasil, devido à grande incidência solar no país.

3.3 TIPOS DE FORNO SOLAR

Diante das vantagens de regiões com grande incidência do sol, alguns modelos de forno solar são funcionais e acessíveis. Segundo estudos de Aquilanti *et al*. (2023), o fogão solar com a câmara de cozimento em formato de prisma de Newton, foi projetado para ser fácil de construir e usar, além de facilitar a movimentação e o transporte, para a fabricação, foram usados materiais comuns e de baixo custo.

Analisando outros modelos dessa tecnologia, Leal apresenta em sua pesquisa que, para a fabricação de um forno solar tipo caixa utiliza-se chapas de papelão e de metal, placas de vidro, isopor, papel de alumínio e tinta fosca preta. Além desses materiais serem, em sua maioria, reutilizáveis, eles também são de fácil acesso e apresentam bom desempenho. Com base nos dados do Estudo do forno solar tipo caixa na região do Maciço de Baturité, as temperaturas variam entre 60ºC e 80ºC em dias nublados (LEAL, 2019).

Pesquisando sobre diferentes tipos de fornos fototérmicos, trabalhos apontam maior eficiência para alguns modelos. De acordo com Lentswe *et al.* (2021), os fornos do

tipo parabólico demonstram melhor desempenho do que outros fornos solares, como os de caixa, visto que atingem maiores temperaturas em períodos menores. Essas temperaturas mais altas possibilitam a efetuação da maioria dos processos de cocção. Ademais, em conjunto com as elevadas temperaturas, os fornos de modelo parabólico também são de fácil produção e custos acessíveis, tornando-os mais uma opção prática e eficiente.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tendo em vista o funcionamento de um forno solar, conclui-se que ele se torna funcional apenas em regiões com alta incidência solar. Esta frase tem cara de conclusão

O forno solar utilizado foi feito com materiais totalmente reutilizáveis como papelão, papel alumínio e madeira. Para montagem de um fogão com formato parabólico e dimensões reais de 59 cm de diagonal (Figura 3.A), com a base quadrada de 25 cm (Figura 3.B) e 87 cm de comprimento (Figura 3.C e 3.D).

Figura 3 - Medidas de menções do forno de comprimento, diagonal, altura e lado da base

Fonte: Elaboração das autoras (2025).

As receitas escolhidas para testar a funcionalidade do forno foram biscoitos de maizena e bolo de limão. Para isso, foram utilizados os seguintes ingredientes e quantidades para o preparo dos biscoitos: 5 colheres de sopa de leite condensado, 5 colheres de sopa de amido de milho e 2 colheres de sopa de manteiga. Já para a

produção do bolo, foi utilizado: Massa pronta de bolo de limão, 1 ovo e 1 colher e ¹/² de manteiga.

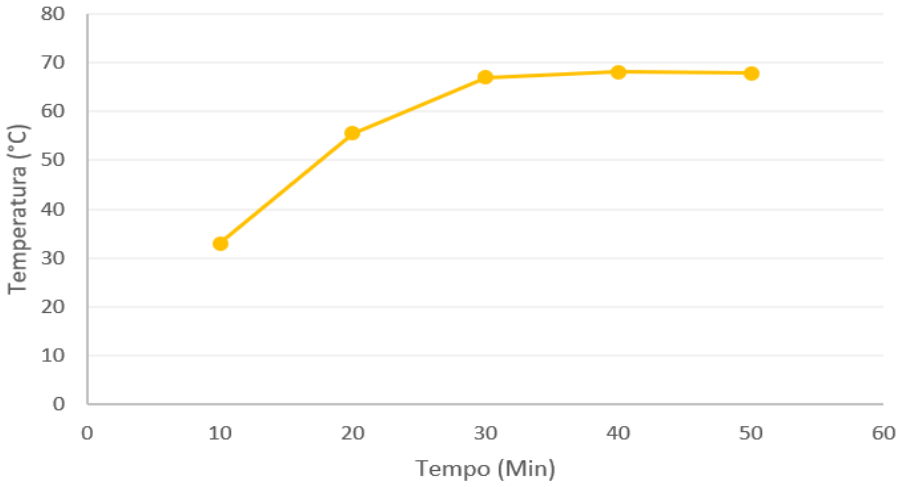
O primeiro teste ocorreu no dia 11 de setembro de 2025, tendo o inverno como estação vigente e a temperatura durante o experimento girou em torno dos 28° graus Celsius. A experiência foi executada das 10:30 às 11:50 da manhã, com o dia parcialmente nublado. Os biscoitos foram armazenados em uma estufa de vidro com vedação, dessa forma o vidro permite a refração da luz solar para seu interior, onde a luz é absorvida e convertida em calor, simulando o efeito estufa (Figura 4).

Figura 4 - Estrutura completa do forno e recipiente no momento do cozimento dos biscoitos

Fonte: Elaboração das autoras (2025).

Assim que os biscoitos foram colocados no forno, foram feitas medições de controle da temperatura de 20 em 20 minutos, até que atingissem o ponto ideal de cozimento, totalizando 80 minutos (Gráfico 1).

Gráfico 1 - Gráfico de temperatura durante o cozimento dos biscoitos (medidas a cada 20 minutos)



Fonte: Elaboração das autoras (2025).

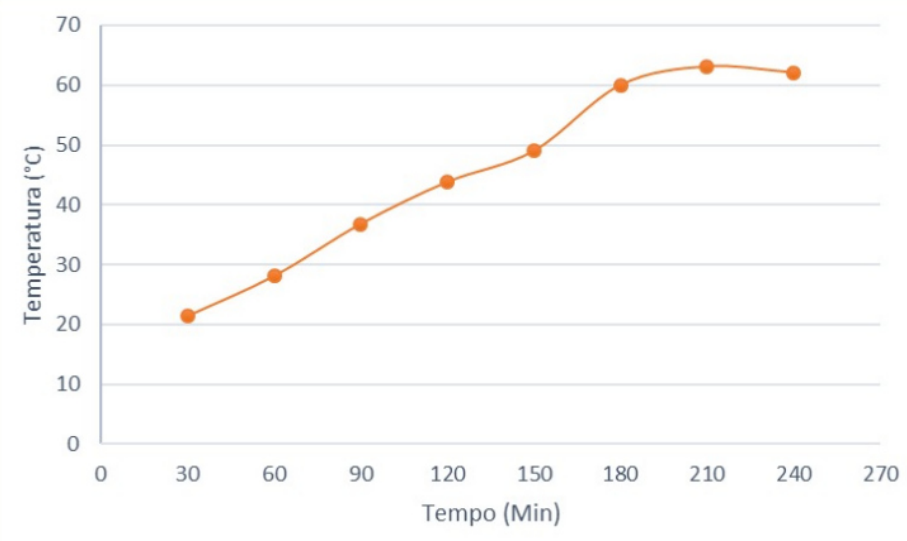
O segundo teste ocorreu no dia 15 de setembro de 2025, tendo o inverno como estação vigente e a temperatura durante o experimento girou em torno dos 24 graus Celsius. A experiência foi executada das 07:40 às 11:10 da manhã, com o dia parcialmente nublado. O bolo foi armazenado na estufa de vidro com vedação, assim como os biscoitos (Figura 5).

Figura 5 - Bolo durante o cozimento

Fonte: Elaboração das autoras (2025).

Assim que o bolo foi colocado no forno, foi feita a medição da temperatura de 30 em 30 minutos, até que atingissem o ponto ideal de cozimento, totalizando 210 minutos. Com as temperaturas obtidas durante essas medições foi feito o gráfico 2.

Gráfico 2 - Gráfico de temperatura durante o cozimento do bolo (medidas a cada 30 minutos)



Fonte: Elaboração das autoras (2025).

Com base nos resultados obtidos, em que as temperaturas máximas foram de 68,1 °C para os biscoitos e 63,1 °C para o bolo, observa-se que o forno solar parabólico apresentou desempenho satisfatório. Esses valores se aproximam dos dados encontrados por Vivek, Kumar e Patel (2023), que também analisou o desempenho de um fogão solar parabólico revestido com folhas de alumínio. Os autores registraram a temperatura máxima de 71,1 °C. A proximidade entre os resultados indica que o equipamento utilizado no experimento funciona dentro do esperado para esse tipo de tecnologia e possivelmente pode atingir temperaturas maiores em estações mais quentes.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo avaliar o desempenho de um forno solar parabólico construído com materiais recicláveis e de baixo custo. Os resultados

demonstraram que o equipamento foi capaz de atingir temperaturas adequadas para o cozimento de alimentos, mesmo em dias parcialmente nublados, cumprindo com o objetivo central da pesquisa.

Embora o forno tenha apresentado boa performance, observou-se que fatores meteorológicos e algumas características dos materiais influenciaram diretamente seu rendimento. Dias com alta nebulosidade, chuva ou umidade elevada reduz a incidência de radiação solar e compromete o aquecimento. Além disso, a fina camada de alumínio, apesar de refletir bem a luz, favorece a dispersão térmica, sinalizando oportunidades de melhoria para estudos futuros.

Ainda assim, os testes práticos evidenciaram que o formato parabólico, aliado ao uso de uma estufa de vidro, possibilitou a conversão rápida e eficiente da luz solar em calor permitindo o cozimento das bolachas e do bolo. Isso reforça a viabilidade do projeto e indica que ajustes simples, como o uso de materiais com maior capacidade de isolamento térmico ou a realização de experimentos em diferentes estações do ano, podem elevar ainda mais o desempenho do sistema.

Diante dos resultados, fica evidente que a adoção de fornos solares constitui uma alternativa viável, econômica e sustentável para o preparo de alimentos, contribuindo para a redução da dependência de combustíveis fósseis e oferecendo soluções especialmente relevantes para regiões de alta incidência solar e maior vulnerabilidade socioeconômica não apenas do Noroeste paulista, como também outras regiões do país. A utilização de materiais acessíveis e recicláveis reforça o potencial inclusivo da tecnologia, promovendo autonomia alimentar, uso consciente dos recursos naturais e práticas sustentáveis.

Assim, este estudo destaca a importância da divulgação e do aperfeiçoamento de tecnologias de baixo custo que ampliem o acesso a soluções ecologicamente responsáveis. A continuidade de pesquisas na área pode ampliar o alcance, a eficiência e a implementação de fornos solares em comunidades de baixa renda, fortalecendo seu papel como ferramenta prática, sustentável e socialmente transformadora.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AQUILANTI, A.; TOMASSETTI, S.; MUCCIOLI, M.; NICOLA, G. D. Design and experimental characterization of a solar cooker with a prismatic cooking chamber and adjustable panel reflectors. **Renewable Energy**, v. 202, p. 405–418, 1 jan. 2023. Diaponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960148122017232. Acesso em: 10 nov. 2025

ARAÚJO, J.C. **A CONTEXTUALIZAÇÃO DA TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR CONDUÇÃO E RADIAÇÃO**. 2010. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/4072/3/JCMAraujo.pdf. Acesso em: 18 set. 2025.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Atlas Solarimétrico do Brasil**. Recife: INPE, 2000. 61 p. Disponível em: https://cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Atlas_Solarimetrico_do_Brasil_2000.pdf. Acesso em: 14 set. 2025.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. **Ben Relatório Síntese 2025**: ano base 2024. INPE, 2025. 74 p. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-885/topico-767/BEN_S%C3%ADntese_2025_PT.pdf. Acesso em: 16 set. 2025.

Ano de 2024 é o mais quente no Brasil desde 1961. **Portal INMET**, 02 jan. 2025. Disponível em: https://portal.inmet.gov.br/noticias/2024-%C3%A9-o-ano-mais-quente-da-s%C3%A9rie-hist%C3%B3rica-no-brasil. Acesso em: 14 set. 2025.

GOMES, J. W.; DE SOUZA, L. G. M.; DE SOUZA, L. G. V. M. Fabricação e teste de desempenho de um forno solar tipo caixa utilizando materiais reciclados. **Revista E.T.C. Educação, tecnologia e cultura**, n. 14, jun. 2016. Disponível em:https://publicacoes.ifba.edu.br/etc/article/view/18. Acesso em: 11 jun. 2025.

LENTSWE K, MAWIRE A, OWUSU P, SHOBO A. **A review of parabolic solar cookers with thermal energy storage**. Heliyon. 2021 Oct 20;7(10):e08226. doi: 10.1016/j.heliyon.2021.e08226. PMID: 34746474; PMCID: PMC8554275. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34746474/. Acesso em: 10 nov. 2025.

LEAL, I. M. G.; CÁCERES, C. A. Estudo do forno solar tipo caixa na região do Maciço de Baturité. In: CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENGENHARIA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. Fortaleza: Gráfica e Editora IMPRECE, 2019.

p. 159-171. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/360710111_Estudo_do_forno_solar_tipo_caixa_na_regiao_do_Macico_de_Baturite. Acesso em: 18 set. 2025.

PEREIRA, E. B.; MARTINS, F. R; GONÇALVES, A. R.; COSTA, R. S.; LIMA, F. J. L.; RÜTHER, R.; ABREU, S. L.; TIEPOLO, G. M.; PEREIRA, S. V.; SOUZA, J. G. Atlas Brasileiro de Energia Solar. 2. Ed. São José dos Campos: INPE, 2017. 80 p. Disponível em: https://mtc-m21b.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m21b/2017/08.15.18.20/doc/thisInformationItemHomePage.html. Acesso em: 16 jun. 2025

SILVA, J.; SERRANO, L.; MARTINS, P.; FERREIRA, H.; VÁZ, P.; GUERRA, E. **A Case Study of a Solar Oven's Efficiency: An Experimental Approach**. Sustainability, 2025. v. 17, n. 2, p. 428. DOI: 10.3390/su17020428. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/17/2/428. Acesso em: 02 jun. 2025.

SINDIGÁS (Rio de Janeiro). **GLP**: Sobre o GLP. Disponível em: https://www.sindigas.org.br/?page_id=12. Acesso em: 16 jun. 2025.

SOLIMANI, M. R. **Estudo da transferência de calor e obtenção de dados de referência para simulação numérica do sistema de resfriamento de cilindros de trabalho da laminação a quente**. 2017. 98 p. Dissertação (Pós–Graduação em Engenharia Metalúrgica e de Minas) Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

VIVEK, M.; KUMAR, M.; PATEL, R. **Design and Analysis of Parabolic Solar Cooker**. Disponível em: https://books.aijr.org/index.php/press/catalog/book/161/chapter/2855. Acesso em: 10 nov. 2025.

SINFONIA DE *DRIVES*: MÚSICA COM ARDUINO, *FLOPPY DRIVES* E HDD
SYMPHONY OF DRIVES: MUSIC WITH ARDUINO, FLOPPY DRIVES, AND HDD

Fernando Parra Cano[1]
Maylon Pires Macedo[2]
Rodrigo Diniz[3]

RESUMO: Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um dispositivo musical experimental por meio da reutilização criativa de componentes eletrônicos obsoletos, como unidades de disquete, discos rígidos e alto-falantes, controlados por um microcontrolador Arduino UNO. O uso do Arduino possibilita projetos interativos de baixo custo, unindo tecnologias antigas a recursos modernos, incentivando o reaproveitamento de componentes e reduzindo o impacto ambiental. A proposta surge da preocupação com o descarte inadequado de lixo eletrônico e da necessidade de soluções sustentáveis que integrem tecnologia, arte e educação. Inspirado na cultura *Do It Yourself* (DIY) e na acessibilidade do Arduino, o projeto busca explorar novas formas de expressão musical por meio da manipulação de dispositivos eletromecânicos que, embora obsoletos, ainda possuem potencial funcional e criativo. A metodologia incluiu a separação de recursos físicos e digitais, montagem detalhada do sistema em *hardcase* e integração de *software* e *hardware* para controle via protocolo MIDI. Foram utilizados Arduino IDE, Java, Moppy Control GUI e Logic Pro X, que converteram arquivos MIDI em sinais compreendidos pelos componentes reaproveitados. As unidades de disquete atuaram como geradores de sons graves, os alto-falantes reproduziram melodias e harmonias, porém com limitação de polifonia, situação que foi contornada com a separação inteligente das vozes musicais entre os alto-falantes utilizados, e o HDD foi adaptado para sons percussivos. Uma fita de LED digital completou a experiência com efeitos visuais sincronizados. Os resultados demonstraram a viabilidade técnica e estética do projeto, evidenciando que é possível transformar sucata eletrônica em instrumentos musicais funcionais e criativos, aplicáveis em performances ou como ferramenta pedagógica em oficinas de música, tecnologia e sustentabilidade.
Palavras-chave: Áudio; Criatividade; Música experimental; Reutilização.

ABSTRACT: This work presents the development of an experimental musical device through the creative reuse of obsolete electronic components, such as floppy disk drives, hard disks, and speakers, controlled by an Arduino UNO microcontroller. The use of Arduino enables low-cost interactive projects, combining old technologies with modern resources, encouraging the reuse of components and reducing environmental impact. The proposal arises from the concern with the improper disposal of electronic waste and the need for sustainable solutions that integrate technology, art and education. Inspired by *the Do It Yourself* (DIY) culture and the accessibility of Arduino, the project seeks to explore new forms of musical expression through the manipulation of electromechanical devices that, although obsolete, still have functional and creative potential. The methodology included the separation of physical and digital resources, detailed assembly of the system in *hardcase* and integration of *software* and *hardware* for control via MIDI protocol. Arduino IDE, Java, Moppy Control GUI and Logic Pro X were used, which converted MIDI files into signals understood by the reused components. The floppy disk units acted as bass sound generators, the speakers

Análise e Desenvolvimento de Sistemas - Fatec Itapetininga - e-mail: fernando.cano@fatec.sp.gov.br [1]
Prof Dr. - Fatec Itapetininga - e-mail: maylon.macedo@fatec.sp.gov.br [2]
Prof Esp. - Fatec Itapetininga - e-mail: rodrigo.diniz@fatec.sp.gov.br [3]

reproduced melodies and harmonies, but with limited polyphony, a situation that was overcome with the intelligent separation of musical voices between the speakers used, and the HDD was adapted for percussive sounds. A digital LED strip completed the experience with synchronized visual effects. The results demonstrated the technical and aesthetic feasibility of the project, showing that it is possible to transform electronic scrap into functional and creative musical instruments, applicable in performances or as a pedagogical tool in music, technology and sustainability workshops.

Keywords: Audio; Creativity; Experimental music; Reuse.

1 INTRODUÇÃO

O descarte inadequado de equipamentos eletrônicos tem se tornado um problema ambiental crescente. Em 2019, foram geradas cerca de 53,6 milhões de toneladas de lixo eletrônico no mundo, com previsão de aumento para 74,7 milhões até 2030 (Forti *et al*., 2020). Muitos desses materiais, como unidades de *Floppy Disk Drives* (FDD), *Hard Drive Disk* (HDDs) e placas eletrônicas, tornam-se obsoletos rapidamente, apesar do potencial de reutilização.

A popularização do Arduino e o crescimento da cultura DIY têm viabilizado projetos interativos de baixo custo, inclusive na música experimental. A junção de tecnologias obsoletas com microcontroladores modernos permite novas formas de expressão artística, aliando inovação à prática do reaproveitamento. Iniciativas que reutilizam componentes antigos reduzem o impacto ambiental e desenvolvem habilidades em eletrônica, programação e design, com aplicações em contextos educativos e artísticos.

Entre essas alternativas, destaca-se o uso de unidades de FDD e HDDs como fontes sonoras. Quando controlados digitalmente, esses dispositivos produzem sons mecânicos organizáveis musicalmente. Com o uso de *softwares* como o Moppy e ambientes compatíveis com MIDI, é possível transformá-los em instrumentos experimentais.

Este trabalho propõe o desenvolvimento de um dispositivo musical utilizando componentes obsoletos como FDD e alto-falantes, controlados por um Arduino UNO. A proposta busca comprovar a viabilidade técnica e artística dessa abordagem, incentivando a reflexão sobre sustentabilidade, criatividade e inovação na música e na educação.

2 METODOLOGIA

A pesquisa abordada neste projeto, caracterizada como desenvolvimento experimental, objetiva a reutilização de *hardware* antigo de computador para a criação de um dispositivo musical controlado por Arduino.

Os materiais utilizados para o desenvolvimento deste projeto estão listados na Tabela 1.

Tabela 1 – Recursos utilizados no projeto

ID	PRODUTO	QUANTIDADE
01	Arduino UNO	1
02	Unidade de disquete	3
03	Alto-falante de 2,5” 3w 8 ohms	3
04	HDD Maxtor STM380815AS	1
05	Carregador USB 5V 1.5A	1
06	Fonte 5V 3A	1
07	Hardcase 60cm X 33cm X 12 cm	1
08	Kit com 120 *jumpers* para Arduino	1
09	Fita com adesivo autocolante 20mm X 3m	1
10	Caixa protetora em acrílico para Arduino UNO	1
11	Fita de led digital e controlador com sensor de som	1
12	Perfil de alumínio de sobrepor de 50 cm e canto de 90 graus para fita de led	1
13	Filtro de linha de energia com 5 tomadas e cabo de 1 metro	1
14	Kit espaguete termo retrátil	1
15	Cabo USB tipo A para tipo B	1
16	Microfone de cristal piezoelétrico	1
17	Amplificador 120w RMS X 2 canais TPA3116 D2	1

18	Fonte 12V 3A	1
19	Conector fêmea P4	2
20	Cabo P2 estéreo X borne 3 vias	1

Fonte: Elaboração pelos autores (2025).

Os *softwares* utilizados no desenvolvimento deste projeto estão listados na tabela 2.

Tabela 2 – *Softwares* utilizados no projeto

ID	*Software*	Desenvolvedor
01	Moppy Control GUI 2.1.0	Sam Archer
02	Java Runtime Environment 8	Oracle
03	Arduino IDE 2.3.6	Arduino
04	Logic Pro X 10.7.9	Apple

Fonte: Elaboração própria (2025).

A metodologia adotada neste trabalho está detalhada em etapas, a seguir:

2.1 SEPARAÇÃO DOS RECURSOS NECESSÁRIOS E MONTAGEM DO PROJETO

A primeira etapa da metodologia consiste na seleção do *hardware*, acessórios e demais recursos necessários, bem como a montagem do projeto.

2.1.1 Separação dos Recursos Necessários

Inicialmente foram definidos os recursos necessários, tendo sido escolhido primeiramente o *hardware* a ser utilizado como fonte sonora para reprodução das músicas, neste caso, três unidades de FDD, conforme a Figura 1, para simular instrumentos musicais mais graves, como baixo elétrico, três alto-falantes para simular outros instrumentos do arranjo musical e um HDD para simular instrumentos de percussão.

Figura 1 – Unidade de disquete aberta

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Em seguida, foi separada uma fonte de energia de 5V e 3A para os *drives* de disquete, tendo em vista que o consumo de energia de uma unidade de disquete pode variar entre 0,3 e 0,7 amperes.

Logo após, foi definido um amplificador de áudio a ser utilizado para amplificar o som da bobina de voz do HDD, tendo sido definido o modelo TPA3116 D2. Como fonte de energia do amplificador, foi definida uma fonte de 12V e 3A, considerando que o dispositivo opera entre 12V à 26V, para conexão à fonte, utilizou-se um conector do tipo fêmea P4 e para conexão auxiliar de áudio foi necessário um cabo P2 com borne 3 vias.

Após isso foi definido um Arduino UNO como microcontrolador a ser utilizado, tendo em vista que além de sua praticidade, também possui a quantidade de conexões necessárias para o projeto.

Em seguida, foi definida uma *hardcase* para montagem e acomodação do *hardware*.

Posteriormente, foi separada uma fita de led digital rítmica para obter efeitos de luz sincronizados com a música. Para alimentação do controlador da fita de led, foi separado um carregador USB 5V e 1.5A, e, para obter uma luz difusa da fita de led, utilizou-se um perfil de alumínio de sobrepor.

Também foram separados outros recursos como, filtro de linha para conexão das fontes de energia, *kit* com *jumpers* de Arduino, para conectar o *hardware* às portas adequadas do Arduino UNO, fita com adesivo autocolante para aderir as peças e acessórios à *hardcase*, caixa protetora em acrílico para Arduino UNO, *kit* de

espaguete termo retrátil para isolar emendas efetuadas em fios elétricos, cabo USB tipo A para tipo B para conexão do Arduino UNO ao computador e microfone de cristal piezoelétrico para possibilitar amplificação do som dos dispositivos de *hardware* para melhor usabilidade em performances ao vivo e gravações.

2.1.2 Montagem do Projeto

Primeiramente foram fixados recortes de fita com adesivo autocolante na região inferior das unidades de FDD, dos alto-falantes, do filtro de linha, da caixa protetora em acrílico para Arduino UNO, do amplificador de som, do perfil de alumínio de sobrepor e do microfone de cristal piezoelétrico.

Logo após, foram soldados fios finos nos terminais dos alto-falantes, conforme a figura 2.

Figura 2 – Alto-falante

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Em seguida, a fita led foi instalada no perfil de alumínio de sobrepor, tendo sido utilizado 50 cm de fita, em seguida, o filtro de linha foi fixado no canto direito da *hardcase*, o perfil de alumínio com a fita de led, tendo sido fixado no canto superior juntamente ao controlador da fita de led, e, a fita de led foi conectada ao controlador, e o controlador foi conectado ao carregador USB, conectado ao filtro de linha.

Após isso, os *drives* de disquete, os alto-falantes e o amplificador de som foram fixados e acomodados na *hardcase*.

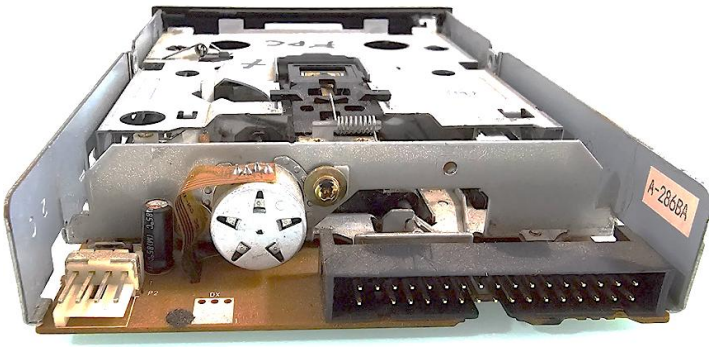
Na sequência, o Arduino foi instalado na caixa protetora e fixado na *hardcase*, ao lado esquerdo da primeira unidade de disquete.

Em seguida, foram conectados, em paralelo, três *jumpers* no terminal positivo de 5V de cada uma das três unidades de FDD, neste caso sendo o primeiro pino

dentre os quatro pinos de energia, e, três *jumpers* no terminal negativo de 5V de cada uma das três unidades de FDD, neste caso sendo o segundo pino dentre os quatro pinos de energia, após isso, foram conectados os cabos à fonte de 5V 3A, utilizando um conector fêmea P4, na devida polaridade. Para isolar os fios corretamente foi utilizado espaguete termo retrátil. Logo após, a fonte foi conectada ao filtro de linha e os cabos foram organizados na *hardcase*.

Após isso, em cada unidade de disquete foi conectado um *jumper* fêmea X fêmea nos pinos 11 e 12, fechando um circuito possibilitando a inicialização do *drive* quando receber energia. Na Figura 3, pode ser observado as conexões do FDD.

Figura 3 – Conexões do FDD



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Posteriormente, para cada *drive* de disquete foi conectado um *jumper* fêmea no pino de direção do motor de passo, pino 18, os *jumpers* foram conectados em paralelo juntamente à um *jumper* de pontas macho X macho, os fios foram isolados utilizando espaguete termo retrátil e o *jumper* de ponta macho foi conectado à porta digital 3 do Arduino UNO.

Na sequência, para cada *drive* de disquete foi conectado um *jumper* fêmea no pino *step*, pino 20, os *jumpers* foram conectados em paralelo juntamente a um *jumper* de pontas macho X macho, os fios foram isolados utilizando espaguete termo retrátil e o *jumper* de ponta macho foi conectado à porta digital 2 do Arduino UNO.

Após isso, em uma das unidades de FDD foi conectado um *jumper* do tipo fêmea no pino 19 e foi conectado com os fios dos terminais negativos dos alto-falantes em paralelo juntamente a um *jumper* macho X macho, os fios foram isolados utilizando espaguete termo retrátil e o *jumper* de ponta macho foi conectado à porta GND, *ground*, do Arduino UNO, conforme a Figura 4.

Figura 4 – Microcontrolador Arduino UNO

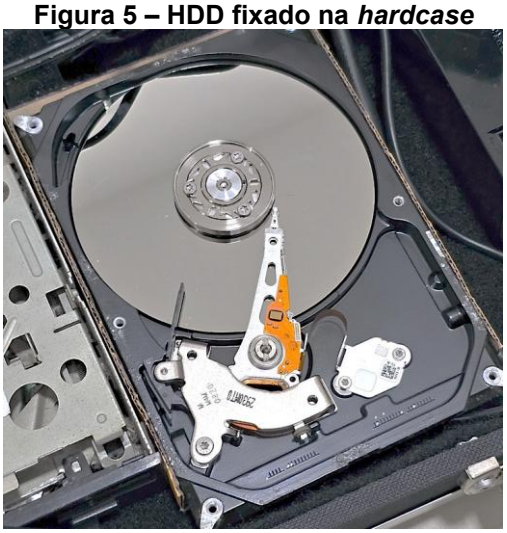
Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Logo após, para cada um dos três alto-falantes, em cada um dos polos positivos foi conectado um *jumper* macho X macho à cada fio soldado anteriormente e os fios foram isolados com espaguete termo retrátil, e, cada *jumper* de ponta macho foi conectada às portas pares digitais do Arduino, sendo a primeira conectada à porta 4, a segunda à porta 6 e a terceira à porta 8.

Em seguida, no conector de energia do amplificador de som, foi instalado um conector P4 fêmea conforme a polaridade indicada. Após isso, o cabo do conector auxiliar de áudio foi conectado ao borne de 3 vias do cabo P2 estéreo X borne 3 vias, seguindo a polaridade indicada. Depois disso, a fonte de 12V 3A foi conectada ao filtro de energia e ao cabo P4 do amplificador de som.

Na sequência, os parafusos de tipo torx do HDD foram retirados, e na sequência a tampa foi removida. Em seguida, foram soldados dois fios nos terminais do atuador do HDD. Em seguida, o HDD foi fixado na *hardcase* ao lado direito do terceiro *drive* de disquete e os fios dos terminais do atuador foram conectados à saída esquerda de alto-falante do amplificador de som, como pode ser visto na Figura 5.

Figura 5 – HDD fixado na *hardcase*



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Por fim, foi fixado o microfone de cristal piezoelétrico na *hardcase*.

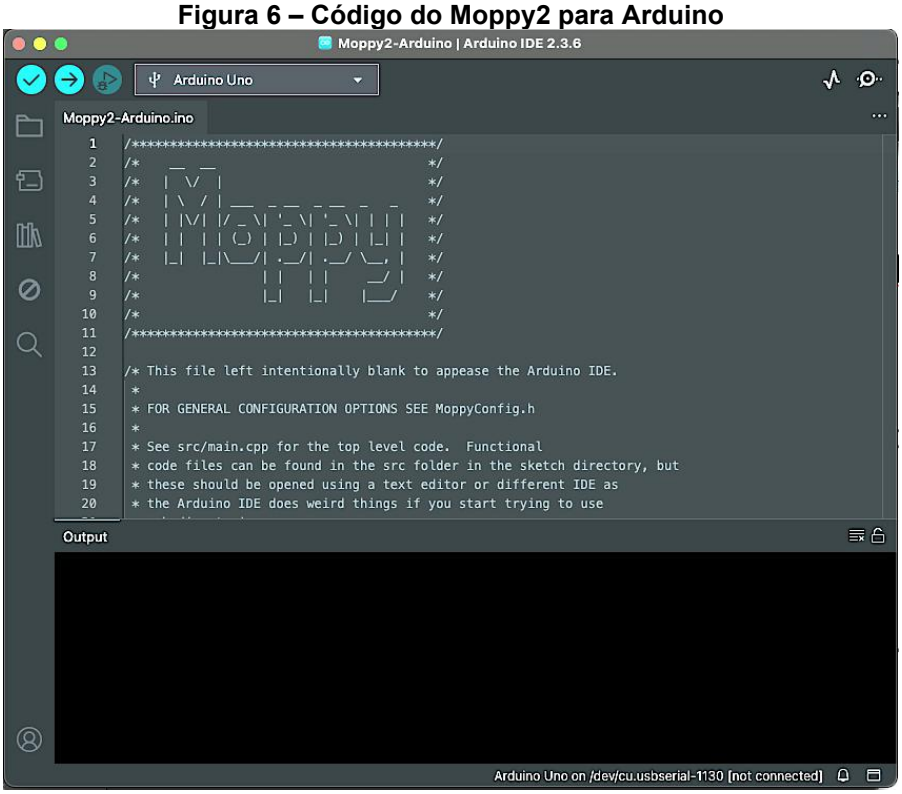
2.2 *SOFTWARES* UTILIZADOS

Inicialmente, foi efetuado o *download* e a instalação do *software* Arduino IDE 2.3.6. Após aberto o programa, foi instalada a biblioteca TimerOne, tendo sido selecionados os submenus *sketch*, incluir biblioteca e gerenciar bibliotecas.

Logo após, foi efetuado o *download* do arquivo compactado em formato zip contendo o *software* MoppyControlGUI-2.1.0 e também foi feito o *download* do arquivo zip que contém o código do Moppy para Arduino, Moppy2Microcontroller-2.1.1, no *website* GitHub.

Após isso, o arquivo Moppy2Microcontroller-2.1.1.zip foi descompactado e o arquivo Moppy2-Arduino.ino foi aberto no *software* Arduino IDE 2.3.6. Em seguida, o Arduino UNO foi conectado ao computador e no *software* Arduino IDE no menu ferramentas, foi selecionado o tipo de placa de Arduino, neste caso, Arduino UNO e foi selecionada a porta serial correspondente ao Arduino conectado. Posteriormente, o código do Moppy foi enviado ao Arduino por meio da opção ‘enviar usando programador’, como pode ser observado na figura 6.

Figura 6 – Código do Moppy2 para Arduino



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

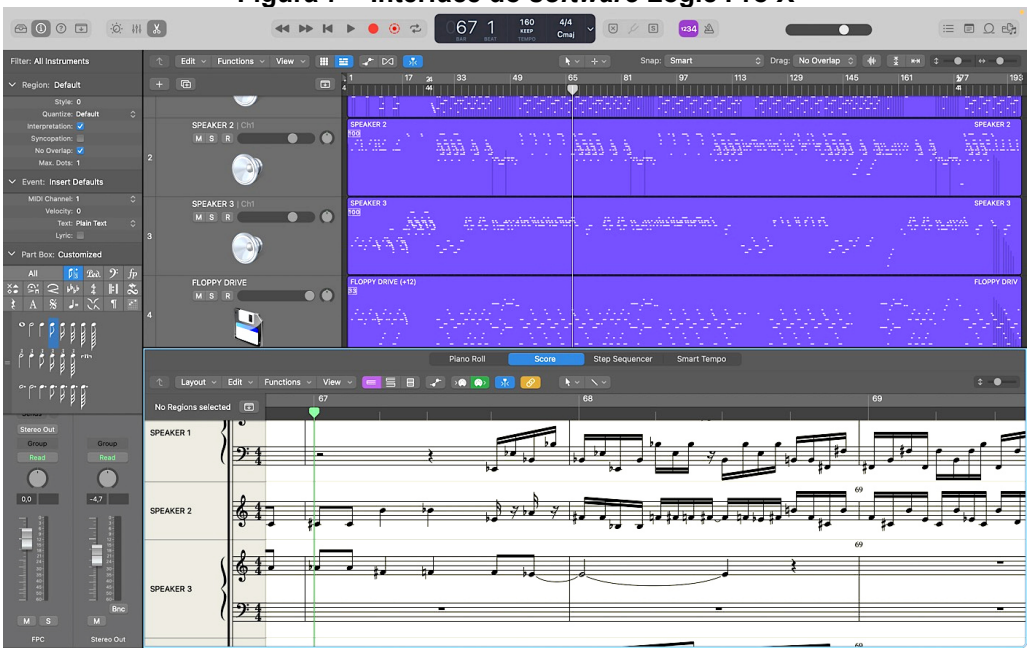
Em seguida, foi efetuado o *download* e instalação do *software* Java Runtime Environment, pré-requisito do MoppyControlGUI-2.1.0.

Na sequência, foi preparado e ajustado o arranjo musical de uma música no *software* de produção musical Logic Pro X 10.7.9. No *software*, foi aberto um novo projeto e importado o arquivo MIDI de uma música, arquivo que armazena informações sobre notas musicais, ritmos, e outros dados de instrumentos virtuais contidos no arranjo. Após isso, foram criadas quatro novas *tracks* de instrumento virtual, foram selecionados como instrumentos o *plugin* '*External Instrument*'. Em seguida, foi selecionada a opção '*Logic Pro Virtual Out*' como destino de saída de MIDI para cada uma das quatro *tracks* no *plugin* '*External Instrument*', também foram selecionados os canais MIDI para cada uma das quatro *tracks*, sendo o canal 1 para a *track* a ser utilizada para os *drives* de disquete e os canais 2, 3 e 4, para os alto-falantes, tendo em vista a sequência em que os estes dispositivos foram conectados ao Arduino UNO.

Na sequência, para ajustar o arranjo musical para ser reproduzido corretamente, primeiramente foi ajustado o baixo elétrico entre a região das notas musicais C0 e B2, 16.35 Hz - 246.941635 Hz, mantendo a mesma tonalidade musical,

apenas ajustando dentre as oitavas 0 e 2, caso necessário. Após isso, foram ajustados os instrumentos musicais harmônicos e melódicos para as *tracks* dos alto-falantes, tendo em vista que o Moppy envia as notas musicais apenas de maneira monofônica, não tendo suporte à polifonia, dessa forma, os acordes musicais de instrumentos harmônicos foram separados entre os alto-falantes, priorizando também os instrumentos musicais mais importantes do arranjo, considerando a possibilidade de combinações dentre os 3 alto-falantes, e, mantendo as notas musicais do arranjo entre a região das notas C2 e B3, utilizando transposição de oitava musical, caso necessário, conforme a Figura 7.

Figura 7 – Interface do *software* Logic Pro X



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Em seguida, foi adicionada uma *track* de instrumento virtual para o HDD, com o *plugin* 'Sforzando' e selecionada uma bateria eletrônica 8 *bits*.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

De acordo com Mcroberts (2015), Arduino é uma plataforma baseada em microcontroladores que facilita o uso de eletrônica em projetos diversos, sendo muito utilizada por iniciantes, educadores e profissionais. Conta com um *hardware* de código aberto que permite conectar sensores, motores, luzes, entre outros acessórios, e

possui um *software* (Arduino IDE) para programar seu funcionamento, ela permite a criação de sistemas interativos. O Arduino se destaca como uma ferramenta acessível e robusta para explorar a eletrônica e a programação.

Segundo Ismailov *et al.* (2022), os microcontroladores Arduino são ferramentas versáteis amplamente utilizadas devido à sua facilidade de uso e flexibilidade. Suas principais aplicações incluem a educação, onde auxiliam no aprendizado prático de programação e eletrônica; a prototipagem rápida de projetos eletrônicos; e a integração com sensores para coleta e processamento de dados ambientais. Também são muito usados em automação residencial, permitindo o controle remoto de luzes, eletrodomésticos e sistemas de segurança, além de projetos de robótica, onde comandam motores e servomecanismos. Artistas os utilizam em instalações interativas, unindo tecnologia e criatividade. Com o avanço da *Internet of Things* (IoT), o Arduino tem sido fundamental na conexão de dispositivos à Internet, e é amplamente empregado em pesquisas científicas para soluções customizadas de coleta e análise de dados.

Conforme Archer (2019), uma unidade de disquete, no inglês, *floppy disk drive*, é um dispositivo que lê e grava dados em disquetes, mídias magnéticas flexíveis com trilhas circulares de informação. Seu funcionamento depende de um motor de passo que move o cabeçote de leitura e gravação entre as trilhas para acessar os dados. Esses *drives* podem ser reutilizados como dispositivos musicais, já que a movimentação do cabeçote em diferentes frequências gera vibrações sonoras semelhantes às de um alto-falante. Com o uso de um Arduino e um aplicativo em Java, é possível controlar essas vibrações para produzir notas musicais reconhecíveis, demonstrando o potencial criativo de reaproveitar tecnologias antigas.

De acordo com Cook (2015), o MIDI é um padrão criado em 1983 para padronizar a comunicação entre instrumentos musicais eletrônicos e computadores, transmitindo dados musicais em vez de áudio. Sua simplicidade, versatilidade e fácil implementação o tornaram amplamente adotado na música, automação e robótica. Mesmo com novas tecnologias, o MIDI permanece essencial na produção musical. O Arduino, por sua vez, pode enviar e receber sinais MIDI, sendo uma ferramenta acessível e prática para projetos musicais interativos.

Segundo Archer (2019), o *Moppy Control* GUI é um *software* que permite transformar unidades de FDD e outros dispositivos em instrumentos musicais,

controlando seus componentes mecânicos de forma precisa. Ele utiliza o protocolo MIDI para receber informações musicais e traduzi-las em comandos compreensíveis pelos *drives*, fazendo com que eles emitam sons ao movimentar suas cabeças de leitura. Essa integração permite que instrumentos MIDI tradicionais e *softwares* de produção musical controlem os *drives* de disquete.

De acordo com Hobson (2015), usar um HDD como alto-falante é uma maneira criativa de reaproveitar componentes internos, especialmente a bobina de voz e o braço atuador.

Conforme Blount (2001), dentro de um HDD, o braço atuador, responsável por mover a cabeça de leitura e gravação sobre os discos, é controlado por um mecanismo chamado bobina de voz, semelhante ao encontrado em alto-falantes. Quando um sinal elétrico passa por essa bobina, cria-se um campo magnético que move o braço, e esse movimento pode vibrar o ar ao redor, gerando ondas sonoras, funcionando de maneira parecida com o diafragma de um alto-falante.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A construção do dispositivo musical experimental, reutilizando unidades de FDD, alto-falantes e um HDD, resultou em um sistema funcional capaz de executar arranjos musicais por meio de sinais MIDI enviados do *software* Logic Pro X ao Arduino UNO, que, por sua vez, controla os dispositivos eletromecânicos conforme o protocolo definido pelo Moppy Control GUI.

Os disquetes demonstraram desempenho satisfatório na reprodução de notas musicais graves, simulando com eficácia timbres similares ao de um baixo eletrônico. Esse comportamento corrobora a afirmação de Archer (2019), segundo a qual as vibrações geradas pela movimentação dos cabeçotes podem ser exploradas como elementos sonoros. O controle dos motores de passo através do Arduino permitiu variações tonais distintas conforme a frequência aplicada, revelando-se eficaz para fins musicais.

Os alto-falantes de 2,5 polegadas utilizados foram capazes de emitir sons simples, funcionando como canais adicionais para representar instrumentos harmônicos e melódicos. Apesar de sua limitação física e de potência, sua integração com o Arduino validou a viabilidade de seu uso em arranjos que priorizem simplicidade e efeitos experimentais. A limitação de polifonia foi contornada com a separação

inteligente das vozes musicais entre os três dispositivos, conforme o modelo de organização proposto na metodologia.

O uso do HDD como componente de percussão, embora mais desafiador, demonstrou potencial expressivo. A amplificação do atuador do HDD com o TPA3116 D2 resultou em uma resposta sonora satisfatória, especialmente em ritmos mais marcados, reforçando os apontamentos de Hobson (2015) e Blount (2001) sobre o uso de bobinas de voz em contextos criativos como este projeto.

A sincronização com a fita de LED rítmica ampliou o aspecto performático do dispositivo musical, associando visualmente os impulsos musicais com estímulos luminosos, o que pode ser interpretado como um reforço sensorial que potencializa a experiência estética, uma abordagem alinhada às práticas interativas descritas por Ismailov *et al.* (2022).

Assim, os resultados obtidos indicam que a proposta metodológica foi coerente em sua essência, promovendo a reutilização criativa de componentes obsoletos e demonstrando o potencial do Arduino como plataforma de experimentação musical. A possibilidade de personalização, baixo custo e a integração com *softwares* profissionais de produção musical revelam um caminho promissor para artistas, educadores e pesquisadores interessados em explorar intersecções entre música, tecnologia e sustentabilidade.

Os resultados obtidos do projeto em funcionamento podem ser observados nos vídeos disponíveis em https://drive.google.com/drive/folders/1JRWR14e7rd-N97QZEdEj-9J3SWIBxL9B?usp=sharing

Na Figura 8 pode ser observada uma visão geral do projeto elaborado.

Figura 8 – Visão geral do projeto elaborado

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do dispositivo musical com componentes eletrônicos obsoletos, como FDD, HDD e alto-falantes, mostrou-se uma solução viável para o reaproveitamento tecnológico, promovendo sustentabilidade, criatividade e inovação. Usando Arduino e softwares como o Moppy, foi possível transformar resíduos eletrônicos em fontes sonoras funcionais, ampliando a expressão musical e incentivando o consumo consciente de tecnologia. O projeto também revelou seu potencial educativo e artístico, ao estimular habilidades em eletrônica, programação e produção musical, oferecendo uma alternativa acessível à criação sonora contemporânea.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARCHER, Sam. **How to Create Floppy Drive Music**. 2019. Disponível em: https://makezine.com/projects/how-to-create-floppy-drive-music/. Acesso em: 19 abr. 2025.

BLOUNT, Walker C. Noise reduction using dampening in voice coil motors/Actuators of Hard Disk Drives. **IBM Storage Technology,(Oct. 2001)**, p. 1-6, 2001. Disponível em: http://johnjohn1.free.fr/Informatique/DisqueDur/IBM_Hitachi/IBM_noise.pdf. Acesso em: 19 abr. 2025.

COOK, Mike. **Arduino music and audio projects**. Apress, 2015.

FORTI, Vanessa *et al*. The global e-waste monitor 2020. **United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Rotterdam**, v. 120, 2020. Disponível em: https://np-mag.ru/wp-content/uploads/2020/08/The-Global-E-waste-Monitor-2020-Quantities-flows-and-the-circular-economy-potential_compressed.pdf. Acesso em: 19 abr. 2025.

HOBSON, James. **Hard Drive… Speakers?** 2015. Disponível em: https://hackaday.com/2015/03/03/hard-drive-speakers/. Acesso em: 19 abr. 2025.

ISMAILOV, Alisher Shakirovich *et al*. Study of arduino microcontroller board. **Science and Education**, v. 3, n. 3, p. 172-179, 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Alisher-Ismailov/publication/359502443_Study_of_arduino_microcontroller_board/links/62402fca8068956f3c50ea36/Study-of-arduino-microcontroller-board.pdf. Acesso em: 19 abr. 2025.

MCROBERTS, Michael. **Arduino Básico-2ª edição: Tudo sobre o popular microcontrolador Arduino**. Novatec Editora, 2015. Disponível em: https://s3.novatec.com.br/capitulos/capitulo-9788575224045.pdf. Acesso em: 19 abr. 2025.

O LEGADO DA FERROVIA SÃO PAULO RAILWAY E OS DESAFIOS DA INFRAESTRUTURA FERROVIÁRIA NO BRASIL CONTEMPORÂNEO
THE LEGACY OF THE SÃO PAULO RAILWAY AND THE CHALLENGES OF RAILWAY INFRASTRUCTURE IN CONTEMPORARY BRAZIL

Liliane de Almeida Santos [1]
João Fernando de Moraes Sanches [2]

RESUMO: Este artigo analisa o legado histórico da São Paulo Railway (SPR), primeira ferrovia paulista, inaugurada em 1867, e sua relevância para o desenvolvimento econômico, logístico e social do Brasil. A pesquisa adota abordagem qualitativa e histórico-documental, baseada em fontes primárias e secundárias, para compreender os impactos da SPR no comércio exterior, na integração regional e na urbanização, além de identificar como suas lições podem contribuir para superar os atuais desafios da infraestrutura ferroviária brasileira. Os resultados demonstram que a SPR foi decisiva para a consolidação do Brasil como principal exportador de café no século XIX e permanece como referência para políticas públicas voltadas à modernização ferroviária. Conclui-se que, apesar do predomínio do modal rodoviário no Brasil contemporâneo, a retomada dos investimentos em ferrovias, inspirada na experiência histórica da SPR, é essencial para promover eficiência logística, sustentabilidade e integração nacional.
Palavras-chave: Transporte Ferroviário; Infraestrutura Logística; Desenvolvimento Regional; História dos Transportes; Modernização Econômica.

ABSTRACT: This article analyzes the historical legacy of the São Paulo Railway (SPR), the first railway in São Paulo, inaugurated in 1867, and its relevance to Brazil's economic, logistical, and social development. The research adopts a qualitative and historical-documentary approach, based on primary and secondary sources, to understand the impacts of the SPR on foreign trade, regional integration, and urbanization, as well as to identify how its lessons can contribute to overcoming the current challenges of Brazilian railway infrastructure. The results show that the SPR was decisive for consolidating Brazil as the main coffee exporter in the 19th century and remains a reference for public policies aimed at railway modernization. It is concluded that, despite the predominance of road transport in contemporary Brazil, resuming investments in railways, inspired by the historical experience of the SPR, is essential to promote logistical efficiency, sustainability, and national integration.
Keywords: Rail Transport; Logistics Infrastructure; Regional Development; History of Transportation; Economic Modernization.

1 INTRODUÇÃO

A história das ferrovias brasileiras é marcada pela São Paulo Railway (SPR), inaugurada em 1867, que conectou o Porto de Santos ao planalto paulista e representou um marco para o desenvolvimento da infraestrutura de transportes do país. Idealizada pelo Visconde de Mauá, em parceria com investidores britânicos, a ferrovia foi decisiva para a modernização logística e para o escoamento do café,

Comércio Exterior – Fatec Itapetininga - E-mail: liliane.santos8@fatec.sp.gov.br [1]
Prof. Orientador Mestre – Fatec Itapetininga – E-mail: - E-mail: joao.sanches2@fatec.sp.gov.br [2]

principal produto de exportação do Brasil no século XIX (Frazão, 2019; Mello; Kreter, 2022). Além de reduzir custos e prazos no transporte, a SPR fortaleceu a competitividade internacional brasileira e impulsionou a urbanização de cidades como Jundiaí e Santo André, consolidando-se como vetor de integração econômica e social (Lobo, 2019).

A construção da ferrovia, entretanto, enfrentou grandes desafios técnicos, sobretudo a transposição da Serra do Mar. Para vencê-los, foram adotadas soluções pioneiras de engenharia, como o sistema funicular e, posteriormente, o de cremalheira-aderência, além da construção de túneis e pontes metálicas elevadas (Minadeo, 2002; Castro, 2024). Esses avanços tornaram a SPR uma das obras mais inovadoras da engenharia brasileira do século XIX, reforçando seu caráter visionário.

Apesar de sua relevância histórica, a infraestrutura ferroviária brasileira entrou em declínio ao longo do século XX, em razão da priorização do modal rodoviário e da ausência de investimentos consistentes no setor (Quintella, 2022). Essa mudança gerou gargalos logísticos que ainda comprometem a eficiência do transporte no país.

Nesse contexto, analisar o legado da SPR é essencial para compreender como experiências passadas podem orientar soluções para os desafios contemporâneos da infraestrutura ferroviária. Estudos recentes indicam que a revitalização do modal ferroviário pode reduzir custos logísticos, melhorar a integração multimodal e promover maior sustentabilidade no transporte de cargas (Vasconcelos, 2019; Turolla, 2023).

Dessa forma, o presente artigo tem como objetivo analisar o legado histórico e tecnológico da São Paulo Railway e relacioná-lo aos desafios atuais do setor ferroviário no Brasil, destacando sua importância para o fortalecimento da logística nacional e para o desenvolvimento socioeconômico do país.

2 METODOLOGIA

A pesquisa adota uma abordagem qualitativa e histórico-documental, fundamentada em análise bibliográfica e documental. O estudo foi desenvolvido entre janeiro e novembro de 2025, abrangendo tanto fontes históricas quanto materiais contemporâneos. Foram consultados autores clássicos sobre a história ferroviária brasileira, estudos recentes sobre logística e infraestrutura, além de relatórios oficiais

de órgãos como ANTF, Ministério dos Transportes, IBGE, IPEA e Tribunal de Contas da União (TCU).

As bases de dados utilizadas incluem Google Scholar, Scielo, Portal CAPES, Biblioteca Digital Brasileira, repositórios institucionais, arquivos históricos e portais governamentais. Também foram analisados documentos primários, como correspondências da época da São Paulo Railway, registros técnicos, leis e decretos do período imperial e republicano, além de fotografias históricas disponibilizadas por acervos públicos e museológicos.

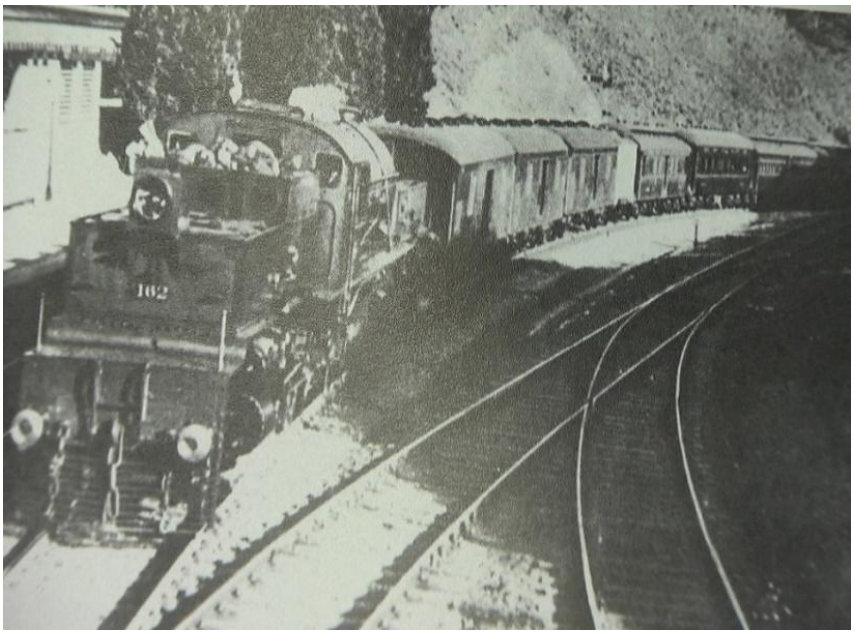
A análise dos materiais seguiu a técnica de Análise de Conteúdo proposta por Bardin (1977), que permitiu identificar categorias, padrões e relações entre o legado histórico da SPR e os desafios contemporâneos da infraestrutura ferroviária no Brasil. O processo analítico envolveu leitura exploratória, seleção criteriosa dos documentos, categorização temática e comparação entre o material histórico e os dados logísticos atuais.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 A FERROVIA SÃO PAULO RAILWAY NO CONTEXTO HISTÓRICO

A construção da São Paulo Railway (SPR), inaugurada em 1867, foi essencial no processo de modernização do Brasil do século XIX. Seu papel foi fundamental para integrar as regiões produtoras de café do interior paulista ao porto de Santos, reduzindo custos logísticos e ampliando a competitividade no comércio internacional. Lobo (2019) destaca que as ferrovias foram elementos estruturantes da economia brasileira, possibilitando a inserção do país nas rotas globais de exportação. A Figura 1 ilustra a inauguração da Ferrovia Santos–Jundiaí, marco inicial dessa transformação logística.

Figura 1: Inauguração da Ferrovia Santos Jundiaí – a São Paulo Railway, em 1867



Fonte: Souza (2020).

A atuação de Irineu Evangelista de Souza, o Visconde de Mauá, foi decisiva. Minadeo (2007) ressalta que Mauá desempenhou papel estratégico na introdução da modernização ferroviária, contando com a participação de engenheiros britânicos e investidores estrangeiros. Esse movimento viabilizou a superação de barreiras geográficas e fortaleceu a infraestrutura necessária para o escoamento do café.

Lobo (2019) complementa essa visão ao analisar como a SPR também influenciou o desenvolvimento urbano de São Paulo, criando dinâmicas territoriais e acelerando a expansão da cidade em direção ao interior.

3.2 DESAFIOS LOGÍSTICOS E SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS

O transporte de café antes da ferrovia era feito por tropas de mulas, em percursos que podiam levar até 30 dias, gerando perdas e elevando os custos de exportação (Lobo, 2019). Essa limitação impôs a necessidade de inovações logísticas. A Figura 2 apresenta uma representação dessas tropas de mulas no trajeto entre o planalto e o Porto de Santos, evidenciando a precariedade das rotas anteriores à construção da SPR.

Figura 2: Caminho do café: tropa de mulas entre o planalto e Santos

Fonte: Bauru Projeto (2017).

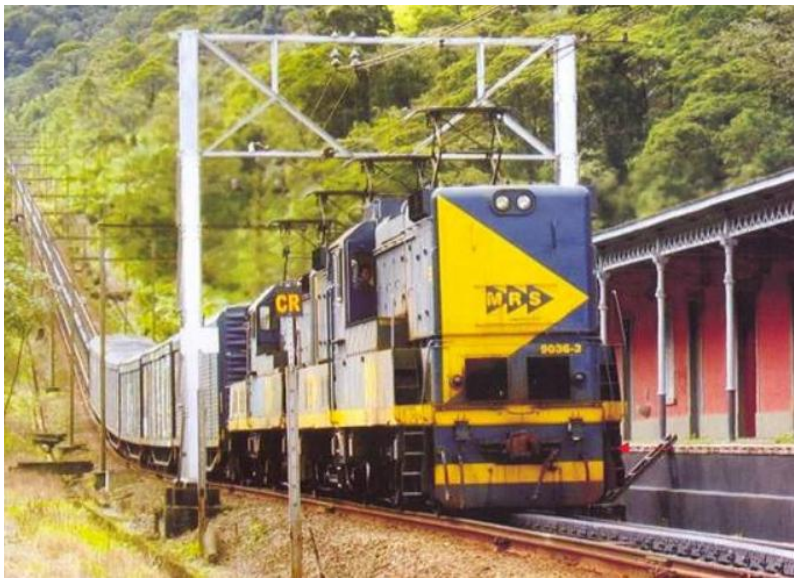
Mauá viabilizou a implementação do sistema funicular e, posteriormente, do sistema de cremalheira-aderência, tecnologias que permitiram vencer os desníveis da Serra do Mar com maior eficiência. A Figura 3 ilustra o sistema funicular da Serra Velha, destacando o papel dessa solução pioneira na operação ferroviária da época.

Figura 3: Sistema Funicular da Serra Velha

Fonte: AEEFSJ (2017).

De acordo com a AEEFSJ (2025), essas soluções representaram soluções tecnológicas que garantiram a operação contínua da ferrovia e inspiraram projetos futuros em regiões de relevo acidentado. A Figura 4 exemplifica o sistema de cremalheira-aderência utilizado na Serra do Mar, evidenciando a complexidade técnica necessária para superar o terreno íngreme.

Figura 4: Sistema de cremalheira-aderência na Serra do Mar entre Paranapiacaba e Cubatão



Fonte: Novo Milênio (2006).

3.3 IMPACTOS ECONÔMICOS E COMERCIAIS

A SPR consolidou o Brasil como maior exportador mundial de café no final do século XIX, ao possibilitar maior rapidez e menor custo no escoamento da produção. Campos e Inoue (2020) destacam que a ferrovia foi fundamental para ampliar a competitividade do café no mercado internacional.

Além do efeito direto sobre as exportações, a ferrovia fomentou a modernização da infraestrutura de transporte e atraiu capitais estrangeiros. Nunes e Lamousier (2012) apontam que o investimento britânico no projeto fortaleceu as relações comerciais entre Brasil e Inglaterra, enquanto Grandi (2020) observa que esse movimento de abertura ao capital externo contribuiu para a modernização das práticas comerciais nacionais. A Figura 4 reforça esse contexto ao mostrar um dos sistemas tecnológicos que tornaram a operação ferroviária mais eficiente, contribuindo para o aumento da competitividade do café brasileiro no mercado internacional.

3.4 EXPANSÃO DO MERCADO INTERNO E INTEGRAÇÃO REGIONAL

A SPR também foi responsável pela dinâmica do mercado interno, conectando áreas produtoras a centros urbanos e estimulando a urbanização de cidades como Campinas e Jundiaí. Lanna (2019) argumenta que a ferrovia foi um elemento de

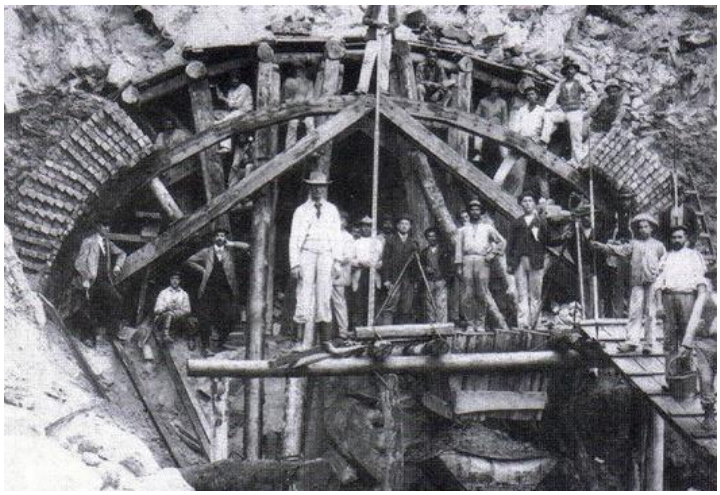
integração regional, favorecendo a diversificação econômica e a criação de polos industriais no interior paulista.

Campos e Inoue (2020) reforçam que essa conectividade ampliou a competitividade dos produtos agrícolas e manufaturados, reduzindo custos logísticos e aproximando mercados consumidores. Mais recentemente, Turolla (2023) defende que a revitalização da malha ferroviária é indispensável para garantir um desenvolvimento econômico mais sustentável e integrado no Brasil contemporâneo.

3.5 EXPANSÃO DO MERCADO INTERNO E INTEGRAÇÃO REGIONAL

A construção histórica da SPR ultrapassou o campo econômico, deixando marcas culturais e tecnológicas. Eiras Filho (2015), ressalta que sua engenharia inovadora serviu de modelo para outras ferrovias, como a Estrada de Ferro Vitória a Minas e a Estrada de Ferro Paranaguá-Curitiba. A Figura 5 ilustra a abertura de túnel no segundo sistema funicular, evidenciando a complexidade técnica envolvida nessas obras pioneiras.

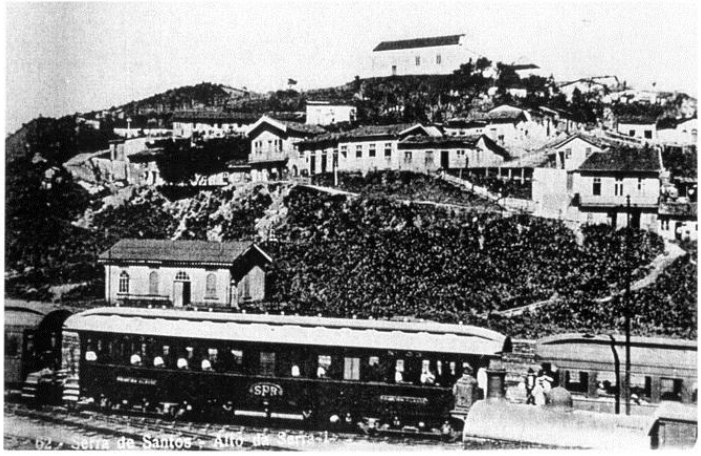
Figura 5: Abertura de túnel no segundo sistema funicular



Fonte: Santos, Lage e Secco (2017).

No campo cultural, Paranapiacaba se tornou um símbolo da herança ferroviária, refletindo a presença britânica em sua arquitetura e organização social. Para Lobo (2019), a vila é exemplo de como a ferrovia moldou não apenas a economia, mas também o tecido social e cultural da região. A Figura 6 apresenta uma imagem histórica da vila no início do século XX, reforçando seu valor patrimonial.

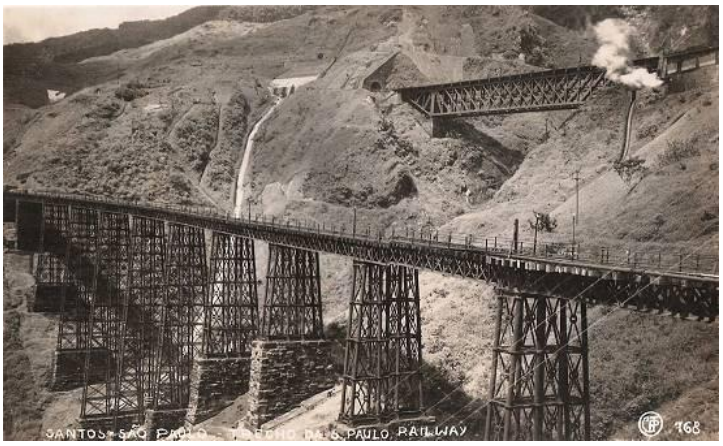
Figura 6: Vila de Paranapiacaba na década de 1900



Fonte: Fundação Santos (2021).

No aspecto tecnológico, a introdução de túneis, pontes metálicas pré-fabricadas e o sistema de cremalheira representaram inovações pioneiras. Silva (2012) destaca que essas soluções projetaram a engenharia ferroviária brasileira em um novo patamar, reforçando a capacidade de adaptação a terrenos desafiadores. Figura 7 mostra a Serra Velha e a Serra Nova cruzando o vale da Grota Funda no início dos anos 1900, demonstrando a evolução das soluções técnicas ao longo do tempo.

Figura 7: Serra Velha (abaixo) e Serra Nova (acima) cruzando o vale da Grota Funda

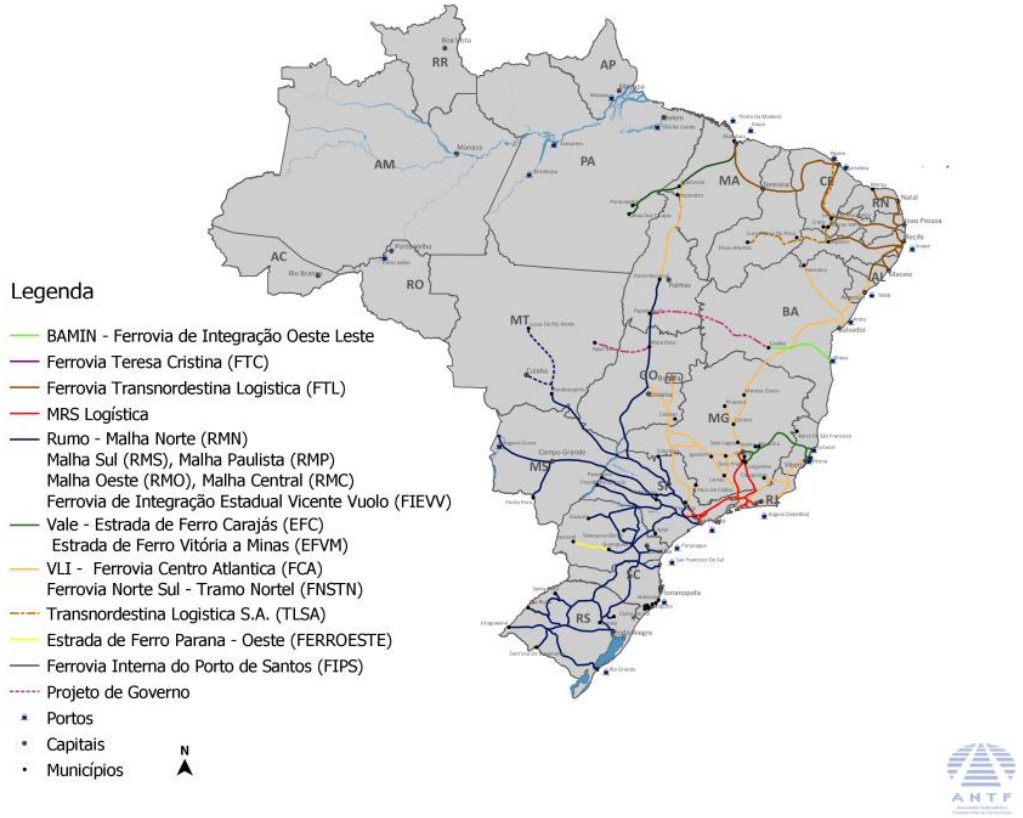


Fonte: Bauru Projeto (2017).

3.6 EXPANSÃO DO MERCADO INTERNO E INTEGRAÇÃO REGIONAL

Apesar do avanço histórico, o modal ferroviário no Brasil enfrenta muitos problemas. Segundo o Instituto Brasil Logística (2024), as ferrovias respondem por apenas 20% da movimentação de cargas no país, enquanto nações como Austrália (55%), Canadá (34%) e Estados Unidos (27%) apresentam participações significativamente superiores. De acordo com Calegari (2018), essa baixa utilização está diretamente relacionada à predominância do transporte rodoviário, que ao longo das décadas recebeu maior volume de investimentos. Ele também destaca que a dependência excessiva das rodovias é um dos principais gargalos da logística nacional, resultando em custos elevados, baixa eficiência operacional e sobrecarga das infraestruturas existentes. A Figura 8 apresenta o mapa da malha ferroviária brasileira, evidenciando sua distribuição desigual e a baixa integração entre os principais corredores logísticos.

Figura 8: Mapa Ferroviário Brasileiro



Fonte: ANTF (2024).

No entanto, resgatar o legado da SPR significa reconhecer que o investimento consistente em ferrovias é estratégico para o desenvolvimento nacional. Quintella

(2022) observa que, embora existam iniciativas de modernização, os recursos ainda são insuficientes diante da demanda crescente.

A comparação internacional reforça esse diagnóstico. Dados da China State Railway Group (2024) indicam que, em 2023, a China alcançou 159 mil km de malha ferroviária, dos quais 45 mil km são dedicados a linhas de alta velocidade, que operam regularmente acima de 300 km/h. Apenas em 2023, foram inaugurados 3.637 km de novas linhas, mantendo o país na liderança global em expansão, modernização e integração logística. Esses números evidenciam um modelo de planejamento de longo prazo sustentado por investimentos consistentes, que consolidou a China como referência mundial em infraestrutura ferroviária.

Em contrapartida, o Instituto Brasil Logística (2024) nos mostra que, o Brasil apresenta uma malha de mais de 28.000 km, marcada por desafios como infraestrutura precária, falta de manutenção e de investimentos. Apesar de iniciativas como o Programa de Investimentos em Logística (PIL), os avanços permanecem limitados quando comparados às conquistas chinesas.

De acordo com Silveira (2002), enquanto a China colhe os frutos de décadas de investimentos consistentes, o Brasil enfrenta dificuldades para explorar plenamente o potencial de sua rede ferroviária. Conforme os dados da ANTF (2024), o Brasil transportou aproximadamente 531 milhões de toneladas úteis (TU) por ferrovias em 2023, mostrando um crescimento sustentado no modal ferroviário. Já em 2024, esse volume alcançou 540,26 milhões de TU, segundo o Ministério dos Transportes (2025), marcando o maior valor dos últimos 20 anos.

Apesar deste avanço, a estrutura do transporte ferroviário brasileiro continua bastante concentrada: conforme relatório da RBI Investimentos (2025), 72% da carga transportada é minério de ferro, o que indica uma limitação na diversificação modal. Esses números mostram que o Brasil efetivamente aumentou sua movimentação ferroviária, mas ainda precisa de políticas públicas mais robustas e investimentos estratégicos para multiplicar não apenas o volume transportado, mas a diversidade de cargas.

Assim como Silveira (2002) apontou, há um claro potencial para crescimento: com estratégia de longo prazo e alocação de recursos, o país poderia alcançar patamares mais altos de eficiência e competitividade, seguindo um modelo semelhante ao de países que desenvolveram sua malha ferroviária historicamente.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise histórica da São Paulo Railway (SPR) evidencia seu papel como início da modernização do Brasil no século XIX, ao conectar o interior cafeeiro paulista ao porto de Santos. Os resultados da revisão bibliográfica demonstram que a ferrovia foi determinante não apenas para o escoamento do café, mas para a reconfiguração econômica, urbana e cultural do país.

De acordo com Lobo (1959), a inserção do Brasil no mercado internacional esteve diretamente ligada à capacidade de exportação do café, viabilizada em grande parte pela construção da SPR. Campos e Inoue (2020) reforçam esse entendimento ao destacarem a redução dos custos logísticos e o aumento da competitividade do produto brasileiro nos mercados globais com o uso do modal rodoviário.

Os estudos também mostram a relevância da ferrovia em atrair capitais estrangeiros, principalmente britânicos, fundamentais para a viabilização do projeto (Nunes; Lamousier, 2012). Essa abertura contribui para consolidar a presença do Brasil no comércio internacional (Grandi, 2020).

No campo tecnológico, a SPR destacou-se pela introdução do sistema funicular e, posteriormente, do modelo de cremalheira-aderência, que possibilitam a transposição da Serra do Mar, um dos maiores desafios de engenharia da época, tornando-se referência para outros projetos ferroviários no país. (Silva, 2012; Eiras Filho, 2015).

Além dos efeitos econômicos e tecnológicos, a ferrovia também proporciona impactos sociais e culturais, como a formação da vila de Paranapiacaba, símbolo da presença britânica e patrimônio histórico-cultural (Lobo, 2019). A urbanização em torno das linhas ferroviárias evidencia que a SPR não apenas transportava cargas, mas moldava o espaço urbano e a vida social.

Quando comparado ao cenário contemporâneo, observa-se um contraste significativo. Atualmente, o modal ferroviário responde por apenas 21% da movimentação de cargas, diante da predominância rodoviária (Logística sem Mistérios, 2023). Esse cenário acarreta custos logísticos elevados, baixa eficiência e gargalos estruturais que comprometem a competitividade nacional.

Para ilustrar de forma objetiva esses gargalos, apresenta-se na Figura 9 o comparativo entre a capacidade de transporte ferroviário e rodoviário. O contraste demonstra como um único trem de carga pode substituir dezenas de caminhões, o

que evidencia a eficiência do modal ferroviário e reforça a necessidade de sua revitalização como alternativa estratégica para a economia brasileira (Vilaça, 2010).

Figura 9: Comparativo entre a capacidade do transporte ferroviário e rodoviário.

Fonte: Vilaça (2010). apud Log-In Logística Intermodal (2010).

No cenário internacional, a diferença entre o Brasil e outras potências ferroviárias torna-se ainda mais evidente. A China, por exemplo, alcançou 159 mil km de malha ferroviária em 2023, dos quais 45 mil km correspondem a linhas de alta velocidade, além de adicionar 3.637 km de novas vias apenas em 2023, segundo a China State Railway Group (2024). Em contraste, o Brasil possui aproximadamente 29 mil km de ferrovias, número modesto para sua dimensão territorial e marcado por trechos antigos, baixa conectividade e uso concentrado no transporte de minério de ferro (ModalConnection, 2025). Enquanto o modal ferroviário representa cerca de 20% da matriz de transportes chinesa, no Brasil essa participação permanece limitada, reforçando a necessidade de políticas de longo prazo e investimentos estruturais para ampliar a eficiência e a competitividade do setor (China State Railway Group, 2024).

Com o intuito de organizar essa pesquisa, a Tabela 1, compara o legado histórico da SPR com os principais desafios enfrentados pela infraestrutura ferroviária brasileira no presente. Ela organiza de forma objetiva os aspectos logísticos, tecnológicos, econômicos, sociais e políticos discutidos, destacando como as lições do passado podem orientar soluções para as limitações atuais.

Tabela 1 – Comparativo entre o legado da São Paulo Railway (SPR) e os desafios da infraestrutura ferroviária no Brasil contemporâneo

Aspecto	SPR (Século XIX - Legado)	Brasil Contemporâneo – Desafios
Integração logística	Conectou interior paulista ao Porto de Santos, reduzindo custos e tempo no transporte do café.	Malha ferroviária pouco integrada; predominância do transporte rodoviário (75%).
Tecnologia	Inovações como sistema funicular e cremalheira-aderência para vencer a Serra do Mar.	Infraestrutura obsoleta; diversidade de bitolas; baixa velocidade média (11 a 54 km/h).
Impactos econômicos	Consolidou o Brasil como maior exportador mundial de café; atraiu capitais britânicos.	Custo logístico elevado compromete competitividade; investimentos insuficientes.
Impactos sociais e culturais	Formação de vilas ferroviárias (ex.: Paranapiacaba); impulso à urbanização e à integração regional.	Crescimento urbano desordenado e falta de integração multimodal entre modais.
Comparativo internacional	Modelo de referência para outras ferrovias brasileiras (Vitória-Minas; Paranaguá-Curitiba).	Brasil: 31.299 km de malha ativa; China: mais de 162.000 km e 23.000 km de alta velocidade.
Políticas públicas	Parceria público-privada (investimento britânico + apoio de Mauá).	Falta de políticas consistentes e de longo prazo para expansão e modernização.

Fonte: Elaboração própria a partir de Campos e Inoue (2020); Lobo (2019); Quintella (2022); Galante (2018); Logística sem Mistérios (2023).

Os resultados apresentados confirmam a relevância da SPR para o fortalecimento econômico, social e tecnológico do Brasil no século XIX e evidenciam como seu legado permanece atual. Ao mesmo tempo, o diagnóstico contemporâneo, aliado ao comparativo internacional, ressalta a distância entre as conquistas históricas e os desafios ainda presentes no setor ferroviário brasileiro. Essa análise reforça a necessidade de políticas públicas e investimentos consistentes que retomem o papel estratégico das ferrovias, inspirando-se na experiência histórica da SPR como referência para o futuro.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse estudo teve como objetivo analisar o legado da São Paulo Railway (SPR) e discutir sua relevância para os desafios da infraestrutura ferroviária no Brasil contemporâneo. Os resultados confirmam que a ferrovia foi determinante para o fortalecimento econômico do país no século XIX, ao integrar a produção cafeeira ao comércio internacional, além de promover impactos tecnológicos, sociais e culturais duradouros.

As evidências demonstram que a SPR foi um marco de inovação, sendo pioneira em soluções de engenharia e responsável por consolidar o Brasil como principal exportador mundial de café. Sua contribuição ultrapassa o campo econômico, estendendo-se à formação de comunidades, à urbanização e à preservação da memória ferroviária como patrimônio histórico nacional.

A Tabela 1, apresentada na seção de Resultados e Discussão, sintetiza essa comparação entre o passado e o presente. A partir dela, verifica-se que o objetivo geral do estudo foi plenamente atendido, ao relacionar o legado histórico da SPR com os desafios contemporâneos da infraestrutura ferroviária brasileira. Do mesmo modo, os objetivos específicos foram contemplados: analisar a atuação do Visconde de Mauá, investigar os desafios técnicos da construção, avaliar os impactos econômicos e sociais da ferrovia e propor soluções contemporâneas baseadas na experiência histórica.

Assim, conclui-se que compreender a trajetória da SPR é essencial para enfrentar os gargalos atuais do setor ferroviário brasileiro. Dados recentes da ANTF (2024) mostram que as ferrovias respondem por apenas 21% da matriz de transporte de cargas, percentual reduzido para um país de dimensões continentais. Embora o volume transportado tenha alcançado 540 milhões de toneladas úteis em 2024, segundo o Ministério dos Transportes, grande parte desse total ainda está concentrada em minério de ferro, o que demonstra que o modal ferroviário ainda está longe de atender plenamente ao seu potencial logístico. Diversos estudos, como os do Instituto Brasil Logística (2024), reforçam que ampliar a participação ferroviária poderia reduzir custos logísticos, aumentar a competitividade industrial e fortalecer o escoamento de exportações. Preservar a memória ferroviária, portanto, é tão importante quanto investir em soluções modernas que ampliem a integração modal, promovam sustentabilidade e fortaleçam a economia nacional. Nesse sentido, o

legado da SPR não deve permanecer apenas nos trilhos da história, mas inspirar a construção de um futuro ferroviário mais eficiente, diversificado e estratégico para o Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AEEFSJ. **História da ferrovia Santos-Jundiaí**. 2025. Disponível em: https://aeefsj.org.br/site/historia-ferrovia/#:~:text=O%20objetivo%20era%20modernizar%2C%20expandir,que%20a%20carga%20era%20prioridade. Acesso em: 16 mar. 2025.

ANTF. **Setor ferroviário de cargas no Brasil**. 2024. Disponível em: https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/cvt/apresentacoes-em-eventos/eventos-2025/arquivos-de-eventos-2025/ap-25-10-28-yuri-pontual-antf. Acesso em: 15 nov. 2025.

ANTF. **Panorama do setor 2023-2024:** boletim de informações gerenciais. 2024. Disponível em: https://www.gov.br/antt/pt-br/assuntos/informacoes-estrategicas/publicacoes/panorama-do-setor.pdf. Acesso em: 15 nov. 2025.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977. Disponível em: https://archive.org/details/bardin-laurence-analise-de-conteudo/page/n17/mode/2up. Acesso em: 05 mai. 2025.

BAURU PROJETO. **Paranapiacaba**. 2017. Disponível em: https://bauruprojeto.com.br/2017/07/29/paranapiacaba/. Acesso em: 16 mar. 2025.

CALEGARI, Luiza. **Porque o Brasil não investe em ferrovias e porque deveria investir**. Exame, 2018. Disponível em: https://exame.com/brasil/por-que-o-brasil-nao-investe-em-ferrovias-e-por-que-deveria-investir/. Acesso em: 13 abr. 2025.

CAMPOS, C.; INOUE, L. M. **O impacto da infraestrutura ferroviária no ciclo do café**. Revista Brasileira de História Econômica, v. 12, n. 1, p. 172-203, 2020. Disponível em: http://dx.doi.org/10.23925/2176-2767.2020v69p172-203. Acesso em: 23 mar. 2025.

CASTRO, Ligia. **Barão de Mauá**. 2024. Disponível em: https://www.todamateria.com.br/barao-de-maua/. Acesso em: 18 de fev. 2025.

CHINA STATE RAILWAY GROUP. **China's operating high-speed railway hits 45,000 km**. 2024. Disponível em: https://english.www.gov.cn/news/202401/09/content_WS659ceacdc6d0868f4e8e2e35.html. Acesso em: 15 nov. 2025.

EIRAS FILHO, Mario. **Simulação de composição ferroviária em cremalheira acionada por motores de indução e inversores de frequência**. 2015. Disponível

em: https://www.aeamesp.org.br/biblioteca/stm/21smI76rl.pdf. Acesso em: 30 mar. 2025.

FRAZÃO, Dilva. **Barão de Mauá:** industrial e político brasileiro. Disponível em: https://www.ebiografia.com/barao_maua/. Acesso em: 16 de fev. 2025.

FUNDAÇÃO SANTOS. **Notícias.** 2021. Disponível em: https://www.fundasantos.org.br/news.php?extend.1374. Acesso em: 16 mar. 2025.

GALANTE, Alexandre. **Comparação das redes ferroviárias do Brasil, China, EUA e Rússia**. Forças Terrestres, 2018. Disponível em: https://www.forte.jor.br/2018/05/26/comparacao-das-redes-ferroviarias-do-brasil-china-eua-e-russia/. Acesso em: 13 abr. 2025.

GRANDI, Guilherme. **Fusão ou aquisição de ferrovias?** As transações econômicas envolvendo a Rio Claro Railway Company (1888-1892). 2020. Disponível em: https://www.scielo.br/j/topoi/a/8wr7sLPSRmvzNj3LqYSh7CD/. Acesso em: 23 mar. 2025.

INSTITUTO BRASIL LOGÍSTICA. **Ferrovias brasileiras e suas urgentes demandas**. 2024. Disponível em: https://ibl.org.br/ferrovias-brasileiras-e-suas-urgentes-demandas/. Acesso em: 15 nov. 2025.

LANNA, A. L. D. **Ferrovias no Brasil**: o território e as cidades. Revista Brasileira de História Econômica, v. 12, n. 1, 2019. Disponível em: https://asihf.org/wp-content/uploads/2024/03/TST38_1.pdf. Acesso em: 23 mar. 2025.

LOBO, Renato. **A História da Ferrovia Santos-Jundiaí que levou o progresso ao Estado de SP**. 2019. Disponível em: https://viatrolebus.com.br/2019/03/a-historia-da-ferrovia-santos-jundiai-que-levou-o-progresso-ao-estado-de-sp/#google_vignette. Acesso em: 19 fev. 2025.

LOGÍSTICA SEM MISTÉRIOS**. Transporte ferroviário no Brasil**. 2023. Disponível em: https://logisticasemmisterios.com.br/transporte-ferroviario-no-brasil/. Acesso em: 13 abr. 2025.

MELLO, P. C.; KRETER, A. C. M. N. **A economia do café no século XIX**. São Paulo: ESAGS, 2022. Disponível em: https://esags.edu.br/wp-content/uploads/2022/05/Livro_A-economia-do-cafe-no-seculo-XIX.pdf. Acesso em: 08 mar. 2025.

MINADEO, Roberto. **A Controversa Figura de Mauá**. Revista de Administração Mackenzie, São Paulo, v. 8, n. 3, p. 13-32, 2007. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ram/a/pS9yLmC9Yr5vnHLBpm8zWTn/?lang=pt. Acesso em: 16 fev. 2025.

MINISTÉRIO DO TRANSPORTE. **Ministério dos Transportes projeta avanço histórico das ferrovias brasileiras durante evento em Brasília**. 2025. Disponível em: https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/noticias/2025/10/ministerio-dos-

transportes-projeta-avanco-historico-das-ferrovias-brasileiras-durante-evento-em-brasilia. Acesso em: 15 nov. 2025.

MODALCONNECTION. **Ferrovias no Brasil:** saiba os avanços, obstáculos e vantagens para o setor logístico. 2025. Disponível em: https://modalconnection.com.br/artigos/ferrovias-no-brasil/. Acesso em: 16 nov. 2025.

NOVO MILÊNIO. **A Ferrovia Santos a Jundiaí e o Café**. 2006. Disponível em: https://www.novomilenio.inf.br/santos/h0102z18c.htm. Acesso em: 16 mar. 2025.

NUNES, I.; LAMOUSIER, M. L. **A São Paulo Railway e os impactos do capital estrangeiro na economia brasileira**. Anais da Associação Brasileira de Pesquisadores em História Econômica. 2012. Disponível em: https://www.abphe.org.br/arquivos/ivanil-nunes_maria-lucia-lamousier.pdf. Acesso em: 23 mar. 2025.

QUINTELLA, Marcus. **Problemas e desafios da infraestrutura brasileira de transportes**. Fetranspar, 2022. Disponível em: https://www.fetranspar.org.br/giro-pelo-setor/problemas-e-desafios-da-infraestrutura-brasileira-de-transportes/. Acesso em: 13 abr. 2025.

RB INVESTIMENTOS. **Relatório setorial - ferrovias**. 2025. Disponível em: https://www.rbinvestimentos.com/wp-content/uploads/2025/08/Relatorio_Ferrovias_RBI.pdf. Acesso em: 15 nov. 2025.

SANTOS, C. R.; LAGE, C.; SECCO, G. **São Paulo Railway 150 anos**: Patrimônio industrial ferroviário ameaçado. Arquitextos, São Paulo, v. 17, n. 201, 2017. Disponível em: https://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/17.201/6435. Acesso em: 30 mar. 2025.

SILVEIRA, Márcio Rogério. **Transporte e logística: as ferrovias no Brasil**. Revista Geosul, vol. 17, no. 34, 2002, pp. 63–86. Disponível em: https://www.academia.edu/34271515/Transporte_e_log%C3%ADstica_as_ferrovias_no_Brasil. Acesso em: 13 abr. 2025.

SOUSA, M. S.; ZEFERINO, W. **Malha ferroviária chinesa e brasileira:** uma análise econômica e comparativa. In: Anais do ENGETEC 2018 – IV Congresso de Engenharia e Tecnologia. São Paulo: Fatec Zona Leste, 2018. Disponível em: https://www.fateczl.edu.br/engetec/engetec_2018/ENGETEC_2018_paper_97.pdf. Acesso em: 13 abr. 2025.

SILVA, Ana Lúcia Arantes da. **Arquitetura ferroviária do oeste paulista.** Tipologia e técnicas construtivas. 2012. Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/VI_coloquio_t2_arquitetura_ferroviario.pdf. Acesso em: 30 mar. 2025.

SOUZA, Fernando de. **A marcha do café rumo ao oeste paulista**. 2020. Disponível em: https://ferdinandodesousa.com/2020/09/14/a-marcha-do-cafe-rumo-ao-oeste-paulista/. Acesso em: 23 mar. 2025.

TUROLLA, F. A. **Qual o real impacto das ferrovias?** Revista Ferroviária, 2023. Disponível em: https://revistaferroviaria.com.br/2023/06/qual-o-real-impacto-das-ferrovias/. Acesso em: 23 mar. 2025.

VASCONCELOS, George Henrique Duarte de. **A contribuição do sistema ferroviário brasileiro como fator de integração e desenvolvimento nacional.** Monografia (Curso de Altos Estudos de Política e Estratégia) – Escola Superior de Guerra, Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: https://repositorio.esg.br/bitstream/123456789/813/1/GEORGE%20HENRIQUE%20DUARTE%20DE%20VASCONCELOS.pdf. Acesso em: 17 mar. 2025.

VILAÇA, Rodrigo. **A importância das Ferrovias para o futuro do País**. Brasília: ANTF, 2010. Disponível em: http://www2.antf.org.br/pdfs/presidenciaveis.pdf. Acesso em: 20 set. 2025.

IMPACTO DO AUMENTO DO PROTECIONISMO NA CADEIA GLOBAL DE VALOR DA FORD
IMPACT OF RISING PROTECTIONISM ON FORD'S GLOBAL VALUE CHAIN

Emilly Kayane Da Cruz Mariano[1]
Isabela Teles Da Silva[2]
Julia Roberta Rodrigues Andrade[3]
Paula Rodrigues Granato[4]

RESUMO: Esta pesquisa analisa os impactos das políticas protecionistas implantadas em 2025 pelos Estados Unidos na cadeia global de valor da Ford Motor Company. A partir de levantamento bibliográfico e documental iniciado em abril de 2025, foram analisados comunicados e relatórios para investidores da empresa em questão com vistas a identificar adaptações e mudanças implementadas diante dos impostos sobre aço e alumínio iniciados em março de 2025 e dobrados em julho do mesmo ano. A bibliografia sobre cadeias globais de valor deu base teórica à análise, que indica que as tarifas não afetaram apenas os custos diretos, mas a organização geral da cadeia produtiva, exigindo uma reconfiguração por parte da montadora, passando pela diversificação geográfica de fornecedores, pela ampliação de estoques e pelo replanejamento de contratos comerciais. Em longo prazo, pressiona a empresa a considerar uma maior verticalização de sua cadeia ou parcerias com produtores locais de alumínio, o que poderá reajustar seu modelo de negócio. Dessa forma, em vez de fortalecer a competitividade nacional, políticas protecionistas podem fragilizar estruturas produtivas em um mundo globalizado e interdependente, reforçando a necessidade de estratégias empresariais inovadoras e de políticas públicas capazes de compreender os efeitos das cadeias globais de valor.
Palavras-chaves: Comércio Internacional; Empresas Multinacionais; Indústria Automobilística; Política Comercial; Tarifaço.

ABSTRACT: This research analyzes the impacts of protectionist policies implemented in 2025 by the United States on the global value chain of Ford Motor Company. A bibliographic and documentary survey was initiated in April 2025, concentrated in examining investors reports and press releases of the manufacturer in order to identify adaptations and changes implemented in response to the tariffs on steel and aluminum that began in March 2025 and doubled in July of the same year. The literature on global value chains provided the theoretical basis for the analysis, which indicates that the tariffs not only affected direct costs, but also the overall organization of the production chain, requiring a reconfiguration by the automaker, including the geographic diversification of suppliers, expansion aof inventories, and replanning of commercial contracts. In the long term, this puts pressure on the company to consider greater vertical integration of its supply chain or partnerships with local aluminum producers, which could readjust its business model. Thus, instead of strengthening national competitiveness, protectionist policies can weaken productive structures in a globalized and interdependent world, reinforcing the need for innovative business strategies and public policies capable of understanding the effects of global value chains.
Keywords: International trade; Multinational Companies; Automotive Industry; Trade policy; Fare.

Cursando comércio exterior - Fatec Itapetininga - E-mail: emiillykayane@gmail.com [1]
Cursando comércio exterior - Fatec Itapetininga - E-mail: isabelatelesdasilva05@gmail.com [2]
Cursando comércio exterior - Fatec Itapetininga - E-mail: jandrade9981278@gmail.com [3]
Prof. Orientador Mestre - Fatec Itapetininga - E-mail: paula@fatecitapetininga.edu.br [4]

1 INTRODUÇÃO

O comércio internacional é tradicionalmente fundamentado a partir do princípio do livre mercado e da especialização produtiva entre nações. Segundo David Ricardo (1982), a teoria das vantagens comparativas demonstra que os países tendem a obter ganhos mútuos ao direcionarem sua produção para bens nos quais possuem uma maior eficiência relativa, o que fortalece o comércio e o desenvolvimento econômico. Essa lógica, aprofundada por Krugman (1993) e a Nova Teoria do Comércio Internacional, fundamenta o liberalismo econômico, que defende a redução de barreiras tarifárias como meio de ampliar a competitividade e a integração global.

Foi de acordo com essa lógica de interdependência que se organizaram as cadeias globais de valor (CGVs), definidas como um "conjunto de atividades realizadas pela empresa e seus trabalhadores, desde a idealização e criação do produto até seu uso pelo consumidor final e além, cujas etapas são fragmentadas em diferentes países" (Gereffi, 2018, p.347). Entretanto, a observação do cenário contemporâneo revela um movimento de modificação desses fundamentos. A ascensão de políticas protecionistas em economias centrais tem colocado em risco a estabilidade das CGVs, formadas nas últimas décadas como estratégia para reduzir custos e potencializar a eficiência produtiva (Gereffi, 2018).

Nesse contexto, o tema possui relevância teórica ao contribuir para o debate sobre globalização e política comercial, ao demonstrar como medidas protecionistas podem alterar o funcionamento das cadeias globais de valor. Busca compreender os efeitos reais dessas políticas sobre empresas multinacionais, principalmente no setor automotivo, que depende dos fluxos internacionais.

Em fevereiro de 2025, o governo dos Estados Unidos adotou tarifas de importação de 25% sobre o alumínio, elevadas posteriormente para 50%, afetando matérias-primas e produtos derivados essenciais para a indústria automobilística (O'Neil; Huesa, 2025). Jim Farley, CEO da Ford, afirmou que essas medidas trouxeram muitos custos e alertou que tarifas sobre importações do Canadá e México poderiam "abrir um buraco na indústria automotiva norte-americana como nunca visto" (Avila 2025; Johnson, 2025).

A Ford Motor Company surge, nesse contexto, como um estudo de caso relevante. Com cerca de 177 mil empregados, atuando em mais de 125 países e vendas globais superiores a 4 milhões de veículos anuais, apresenta uma cadeia

produtiva altamente complexa e dependente de fluxos comerciais internacionais (Ford Motor Company, 2024). As tarifas impostas sobre o aço impactam diretamente a estrutura de custos e competitividade, exigindo determinada adaptação estratégica como diversificação de fornecedores, incentivo à reciclagem e reposicionamento global.

A escolha do tema justifica-se pela importância econômica e social da Ford no comércio internacional e pela atualidade das medidas protecionistas, que reacenderam o debate sobre limites entre interesses considerados nacionais e a interdependência global. Assim, este estudo tem como objetivo analisar os impactos do aumento do protecionismo norte-americano na cadeia global de valor da Ford Motor Company. Determinadas políticas podem ter consequências futuras, consideradas importantes para a indústria automobilística global, principalmente para empresas como a Ford, que dependem do mercado internacional para o processo de produção. As tarifas impactam diretamente no custo das peças e na produção dos veículos, alterando a competitividade e preços da Ford no mercado, ajustando a cadeia global de valor. Para examinar estas questões, o artigo organiza-se em quatro seções, além desta introdução. A primeira apresenta a metodologia adotada; a segunda discute o referencial teórico, com ênfase no liberalismo econômico, nas vantagens comparativas e no conceito de cadeias globais de valor; a terceira reúne os resultados e a discussão sobre as consequências das tarifas de 2025 na Ford; e, por fim, a quarta seção expõe as considerações finais, ressaltando os principais achados e perspectivas futuras.

2 METODOLOGIA

A metodologia justifica-se pela natureza do objeto de estudo, que envolve as cadeias de valor (CGV) no comércio internacional, voltadas à análise qualitativa, exploratória e explicativa sobre os impactos do protecionismo na organização das redes de produção, que dificilmente poderiam ser captados somente por dados quantitativos. O estudo baseou-se em levantamento bibliográfico e documental, englobando autores clássicos e contemporâneos que tratam do comércio global, do liberalismo econômico e das cadeias globais de valor. Entre eles destacam-se Ricardo (1982), Krugman (1993) e Gereffi (2018), que forneceram base teórica para compreender os fundamentos do livre comércio, especialização produtiva e a

fragmentação internacional da produção. Além da literatura acadêmica, foram analisados os relatórios integrados de sustentabilidade e financeiros 2024 e relatórios quadrimestrais de 2025 para investidores da Ford e autoridades estadunidenses (a Securities and Exchange Commission). Notícias de agências reconhecidas, como a Reuters, e publicações da Organização Mundial do Comércio (OMC) foram utilizadas para ilustrar e exemplificar os acontecimentos. Também foram citados veículos de comunicação especializados, como Electrek e Automotive Dive, selecionados por sua análise aprofundada das tarifas sobre o alumínio impostas pelos Estados Unidos em 2025.

A análise qualitativa se baseou na interpretação do conteúdo dos documentos e no exame de diferentes fontes e períodos, unindo dados de naturezas variadas para identificar os principais impactos causados na cadeia de valor da Ford em decorrência das medidas protecionistas (tarifas de 25%, posteriormente ampliadas para 50%, sobre o alumínio importado pelos Estados Unidos, anunciadas em fevereiro de 2025). Essa abordagem possibilitou destacar tanto efeitos imediatos das tarifas sobre os custos e competitividade quanto estratégias de adaptação adotadas pela Ford frente ao novo cenário internacional.

Quanto às limitações do estudo, como afirma Creswell (2014), pesquisas qualitativas envolvem decisões de delimitação e escopo que condicionam o alcance das conclusões. Em que pesem os esforços para a realização de uma análise compreensiva da realidade da Ford, os impostos sobre produtos primários e intermediários, em uma cadeia tão peculiar quanto a automotiva, têm impactos de natureza variada e o recorte temporal que aqui se realiza permite vislumbrar apenas uma parte dos efeitos sofridos ao longo da cadeia. Sugere-se que trabalhos futuros se debrucem sobre impactos locais das tarifas para fornecedores de matérias-primas e fabricantes de autopeças, buscando compreender seus efeitos no longo prazo.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 LIBERALISMO ECONÔMICO E VANTAGENS COMPARATIVAS

O comércio internacional é justificado por muitas vezes a partir da ideologia do liberalismo econômico, que defende o livre mercado e a redução das barreiras tarifárias como meio de aumentar a competitividade e fomentar o crescimento

econômico global. Nesse contexto, Adam Smith (1996) destacou a importância da divisão do trabalho e da especialização produtiva como fatores que intensificam a eficiência econômica e favorecem o intercâmbio entre nações.

A teoria das vantagens comparativas, formulada por David Ricardo em 1817 demonstra que cada país deve se especializar na produção de bens em que apresenta maior eficiência, gerando ganhos mútuos para todos os países envolvidos (Ricardo, 1982). Essa perspectiva consolidou a base teórica sobre o livre comércio e influenciou a organização do sistema econômico global moderno.

Paul Krugman (1993) corrobora a relevância desse modelo na nova teoria do comércio internacional, ressaltando que a especialização produtiva e a troca internacional otimizam recursos e estimulam a inovação tecnológica. Sob essa perspectiva, barreiras comerciais, como tarifas e subsídios — que consistem em auxílios financeiros concedidos por governos a empresas ou setores específicos para diminuição de custos produtivos e aumento da competitividade no mercado — acabam por gerar ineficiências e distorções que prejudicam os consumidores e produtores em escala global.

3.2 CADEIAS GLOBAIS DE VALOR (CGVS)

Cadeias globais de valor caracterizam a fragmentação do setor produtivo internacional, no sentido de que cada etapa da produção ocorre em locais diversos e especializados. Empresas dividem o processo industrial entre diversos países, buscando vantagens comparativas como a mão de obra mais barata, incentivos fiscais e acesso a insumos estratégicos, criando uma interdependência global que torna os sistemas vulneráveis a choques externos como guerras, pandemias e políticas comerciais restritivas.

De acordo com Gereffi (2018), a ascensão das cadeias globais de valor proporcionou uma nova forma de inserção dos países em desenvolvimento na economia internacional. No entanto, a distribuição sucede de maneira desigual: enquanto algumas nações ascendem a posições de maior controle, muitas outras permanecem restritas às etapas somente de menor valor agregado, como o fornecimento de insumos necessários. Gereffi (2018) observa que essa dinâmica reproduz uma divisão internacional do trabalho em que os países mais desenvolvidos dominam a tecnologia e controlam as cadeias produtivas, enquanto os países menos

desenvolvidos são mantidos em funções secundárias, limitando o potencial de desenvolvimento industrial e tecnológico.

A Organização Mundial do Comércio (OMC, 2023) destaca que a análise das CGVs é essencial para compreender os fluxos comerciais atuais. Segundo a organização, a participação dos bens intermediários no comércio mundial foi de aproximadamente 48,5% na primeira metade de 2023, evidenciando a relevância desses bens no comércio internacional. Nesse contexto, políticas tarifárias podem ter efeitos em cadeia, prejudicando diversas empresas ao longo da produção.

3.3 CADEIAS DE VALOR NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA

Entre os setores mais representativos das CGVs está a indústria automobilística, caracterizada pela produção e tecnologia avançada. Trata-se de uma cadeia integrada, que conecta fornecedores de matéria-prima, fabricantes de peças, montadoras e redes de distribuição em escala global. Esse tipo de cadeia se caracteriza pela produção intensiva em capital e em tecnologia avançada (automóveis, aviões, computadores e semicondutores) para atendimento do mercado mundial (Gereffi, 1999, 2001a, 2001b, apud Torres; Cario, 2012, p. 75).

Um carro pode contar peças provenientes de mais de 30 países, e a montagem final é somente uma parte visível de uma extensa cadeia interconectada. Qualquer alteração nas regras do comércio mundial, como as tarifas sobre o alumínio, impacta diretamente essa estrutura, elevando os custos e atrasando entregas. Estudos recentes indicam que as CGVs vêm passando por processos de reconfiguração como resposta a desafios contemporâneos e fatores como a pandemia do COVID-19, tensões geopolíticas e adoção de políticas protecionistas. Sturgeon (2022) argumenta que a transição estrutural das cadeias globais de valor enfrenta desafios conceituais e operacionais, dentre os quais se destacam a dependência de insumos estratégicos concentrados em poucos países, a elevada complexidade das redes logísticas e os custos associados à reconfiguração das cadeias de produção.

Nesse contexto, a indústria automobilística apresenta grandes vulnerabilidades. A elevada dependência de insumos como aço e alumínio e a necessidade de constante inovação tecnológica tornam o setor especialmente sensível a mudanças e políticas comerciais. As tarifas impostas pelos Estados Unidos em 2025 são um exemplo de como medidas protecionistas podem repercutir de

maneira ampla, afetando não apenas custos, mas também a competitividade internacional das montadoras.

3.4 FORD MOTOR COMPANY

A Ford Motor Company foi fundada em 1903 por Henry Ford, e é uma das montadoras mais tradicionais e influentes do mundo. Reconhecida por ter revolucionado a indústria com a introdução da linha de montagem em série em 1913, a empresa tornou-se referência da cadeia produtiva em massa e desempenhou um papel fundamental na difusão do setor automobilístico moderno (Hounshell, 1984).

Atualmente, a empresa emprega cerca de 177 mil pessoas e mantém operações em mais de 125 países, com fábricas e centros de pesquisa e desenvolvimento (P&D), além de uma ampla rede de distribuição (Ford Motor Company, 2024). Em 2023, suas vendas globais ultrapassaram 4,4 milhões de veículos, gerando uma receita de aproximadamente USD 176 bilhões, posicionando a empresa entre as dez maiores montadoras do mundo (Ford Motor Company, 2024). Esses números exibem a dimensão de sua relevância não apenas para o mercado automotivo, mas também para a economia global, com seu impacto sobre fornecedores, trabalhadores e cadeias produtivas integradas. Por integrar uma rede global de fornecedores e clientes, mudanças em políticas comerciais têm efeito direto em sua competitividade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 IMPACTOS IMEDIATOS DAS TARIFAS SOBRE INSUMOS ESTRATÉGICOS

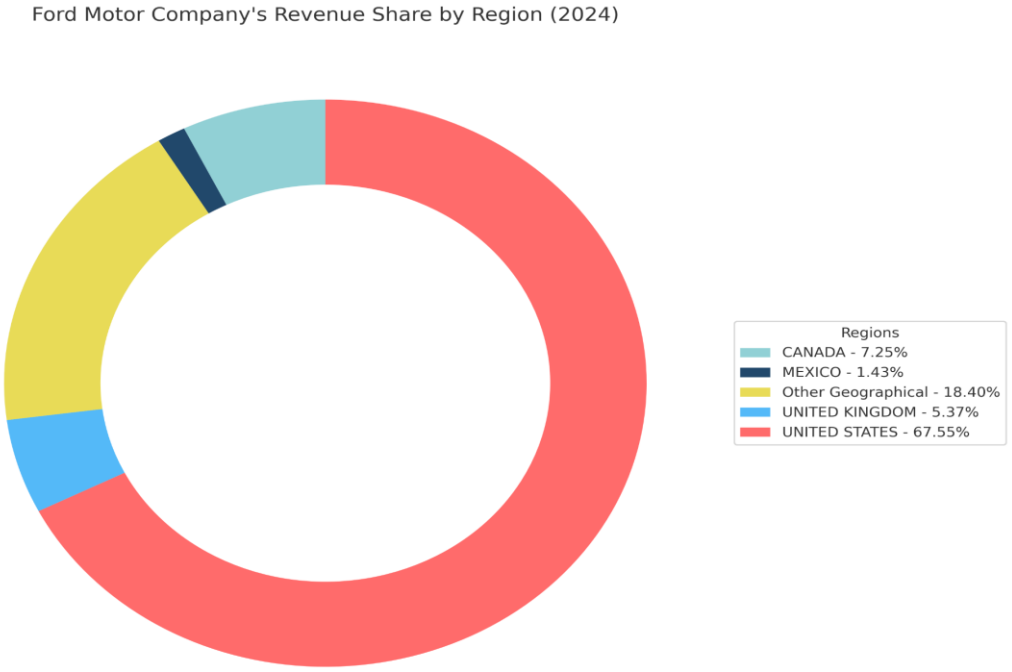
As tarifas de importação aplicadas pelo governo dos Estados Unidos em 2025 tiveram efeitos imediatos sobre a indústria automobilística. Inicialmente estabelecidas em 25% sobre o alumínio, foram elevadas para 50% no mês de junho, afetando diretamente insumos considerados importantes para o setor (Boston Consulting Group, 2025). Essas medidas provocaram uma repentina elevação nos custos do alumínio no mercado norte-americano, que chegou a registrar alta de 164% desde o início do ano, incluindo um salto de 54% em apenas um dia após o anúncio da segunda rodada tarifária (Devitt, 2025).

Esse fenômeno confirma a análise de Gereffi (2018), segundo a qual cadeias globais de valor, por estarem fragmentadas em diversos países, são vulneráveis a rupturas em determinadas funções. No caso da Ford, a elevação dos preços de insumos considerados estratégicos para a empresa, como aço e alumínio, gerou não apenas aumento de custos na produção, mas também riscos de atraso no fornecimento e perda de competitividade global (Market Pulse, 2025).

4.2 CONSEQUÊNCIAS PARA A FORD MOTOR COMPANY

A Ford Motor Company apresenta uma alta dependência do mercado norte-americano, que correspondeu a 67,55% de sua receita em 2024 (Bullfincher, 2024). Para compreender melhor esse cenário, o gráfico abaixo apresenta a participação de cada mercado geográfico de atuação da Ford na receita global da empresa.

Figura 1 - Receita da Ford Motor Company por região geográfica (2024)



Fonte: Bullfincher (2025).

Esses números refletem uma pressão dupla: de um lado, os custos adicionais gerados pelas tarifas nos Estados Unidos; de outro, a dificuldade em sustentar a presença em mercados estratégicos fora da América do Norte. Analistas do setor automotivo destacaram que a imposição de taxas gerou uma “espiral de custos” para

montadoras como a Ford, tornando seus veículos menos competitivos frente a concorrentes asiáticos e europeus, que não enfrentaram aumentos semelhantes (Boston Consulting Group, 2025). Além disso, a Ford informou em seus relatórios quadrimestrais (Ford, 2025) que sofreu um impacto de aproximadamente US$ 800 milhões em tarifas; para compensar o custo, reajustou os preços. Tal aumento possibilitou à montadora uma alta contábil de lucro bruto: o que antes era projetado para US$ 500 milhões, passou a ser US$ 3 bilhões. Por outro lado, o aumento reduziu a demanda, refletindo uma queda de 3% no valor de suas ações, levando a empresa a adotar programas de descontos agressivos e promoções para sustentar suas vendas. (Eckert; Gomes, 2025).

4.3 RECONFIGURAÇÃO DAS CADEIAS GLOBAIS DE VALOR

Os resultados observados com as tarifas de 2025 no caso da Ford sugerem uma tendência que pode se estender a todo o setor automotivo global. A situação confirma que as cadeias globais de valor do setor, por serem altamente dependentes de insumos estratégicos, são vulneráveis a choques externos, ilustrando uma tendência de reconfiguração e reestruturação diante de determinados cenários, como as tarifas.

No caso da Ford, o aumento dos custos do alumínio refletiu diretamente nos preços de seus veículos finais, que sofreram reajustes médios entre 5% e 8% nos Estados Unidos no segundo semestre de 2025, conforme estimativas da Cox Automotive e Benchmark Mineral Intelligence (Carey; Eckert, 2025). Tais medidas evidenciam a necessidade de uma estratégia de adaptação a longo prazo. A Ford vem intensificando investimentos em reciclagem de alumínio, pesquisa em materiais alternativos e expansão de sua linha de veículos elétricos, buscando mitigar determinados riscos associados a oscilações no comércio internacional (Ford Motor Company, 2024). Essas iniciativas revelam que a resposta empresarial vai além de uma simples diversificação de fornecedores, engloba também inovação tecnológica e sustentabilidade como eixos centrais. Assim, os resultados mostram que a reconfiguração das cadeias globais de valor na indústria automobilística tende a se aprofundar.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo analisou os impactos do aumento do protecionismo sobre a cadeia global de valor da Ford Motor Company, tendo como foco as tarifas impostas sobre o alumínio em 2025 pelos Estados Unidos. A pesquisa demonstrou que políticas comerciais restritivas tendem a gerar efeitos colaterais significativos em setores altamente integrados ao invés de proteger a competitividade doméstica.

Os resultados demonstraram que, no caso da Ford, o crescimento dos custos de insumos estratégicos afetou preços, valor das ações e a sua participação tanto no mercado interno quanto internacionalmente. Observou-se que a dependência produtiva em determinados países ou regiões aumenta a vulnerabilidade das empresas diante de medidas unilaterais protecionistas, reforçando a importância de compreender o comércio internacional sob a ótica de interesses nacionais.

O artigo buscou apontar a distância entre fundamentos teóricos do liberalismo econômico e práticas políticas atuais. O estudo mostra que empresas do setor automotivo, dentre as quais a Ford, foram obrigadas a reconfigurar suas cadeias produtivas por meio da diversificação de fornecedores e inovações tecnológicas. Conclui-se, portanto, que o caso da empresa Ford Motor Company ilustra uma contradição do comércio contemporâneo: em um mundo globalizado e interdependente, medidas protecionistas tendem a fragilizar ao invés de fortalecer os setores produtivos nacionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AVILA, Larry. Tariffs on Canada, Mexico would devastate US auto industry: Ford CEO. **Automotive Dive**, 12 fev. 2025. Disponível em: https://www.automotivedive.com/news/trump-tariffs-ford-ceo-jim-farley-mexico-canada/739978/. Acesso em: 05 set. 2025.

BOSTON CONSULTING GROUP. **June 2025: 50% US Tariffs Steel and Aluminum Impact.** 12 jun. 2025. Disponível em: https://www.bcg.com/publications/2025/june-2025-update-impact-us-tariffs-50-percent-on-steel-aluminum. Acesso em: 05 set. 2025.

BULLFINCHER. **Ford Motor Company Revenue by Region.** 2024. Disponível em: https://bullfincher.io/companies/ford-motor-company/revenue-by-geography. Acesso em: 10 set. 2025.

CAREY, Nick; ECKERT, Nora. Trump's copper tariffs pile more metal misery on US auto industry. **Reuters**, 11 jul. 2025. Disponível em:

https://www.reuters.com/world/europe/trumps-copper-tariffs-pile-more-metal-misery-us-auto-industry-2025-07-11/. Acesso em: 20 set. 2025.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

DEVITT, Polina. Aluminium premium for US buyers soars after Trump doubles tariffs. **Reuters**, 2 jun. 2025. Disponível em: https://www.reuters.com/business/aluminium-premium-us-buyers-soars-after-trump-doubles-tariffs-2025-06-02/. Acesso em: 20 set. 2025.

ECKERT, Nora; GOMES, Nathan. Ford raises projected tariff hit to results, shares drop 3%. **Reuters,** 30 jul. 2025. Disponível em: https://www.reuters.com/business/autos-transportation/ford-raises-projected-tariff-hit-results-shares-drop-3-2025-07-30/. Acesso em: 20 set. 2025.

FORD MOTOR COMPANY. **Relatório Integrado de Sustentabilidade e Financeiro 2024**. 2024. Disponível em: https://corporate.ford.com/content/dam/corporate/us/en-us/documents/reports/2024-integrated-sustainability-and-financial-report.pdf. Acesso em: 10 mar. 2025.

FORD MOTOR COMPANY. **Second Quarter 2025 financial results.** 2025. Disponível em: https://s205.q4cdn.com/882619693/files/doc_financials/2025/q2/Ford-Q2-2025-Earnings-Press-Release-Update.pdf. Acesso em 04 nov. 2025.

GEREFFI, Gary. **Global Value Chains and Development**: Redefining the Contours of 21st Century Capitalism. Cambridge: Cambridge University Press, 2018

HOUNSHELL, David A. **From the American System to Mass Production, 1800-1932**: The Development of Manufacturing Technology in the United States. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1984.

JOHNSON, Peter. Ford CEO warns Trump tariffs will 'blow a hole' in US auto industry like we've never seen. **Electrek**, 11 fev. 2025. Disponível em: https://electrek.co/2025/02/11/ford-ceo-warns-trump-tariffs-will-blow-a-hole-in-us-auto-industry/. Acesso em: 05 set. 2025.

KRUGMAN, Paul. The Narrow and Broad Arguments for Free Trade. **The American Economic Review**, Vol. 83, No. 2, Papers and Proceedings of the Hundred and Fifth Annual Meeting of the American Economic Association. Maio, 1993), pp. 362-366. Disponível em: https://www.staff.ncl.ac.uk/david.harvey/ACE2006/Competition/KrugmanAER1993.pdf . Acesso em: 20 set. 2025.

MARKET PULSE**.** How Trump's Trade Deals Undermine Ford's Global Competitiveness. **AInvest**. 1 ago. 2025. Disponível em: https://www.ainvest.com/news/trump-trade-deals-undermine-ford-global-competitiveness-2508/. Acesso em: 20 set. 2025.

O'NEIL, Shannon; HUESA, Julia. **Trump's New Aluminum and Steel Tariffs, Explained in Six Charts.** Council on Foreign Relations (CFR), 2025. Disponível em:

https://www.cfr.org/article/trumps-new-aluminum-and-steel-tariffs-explained-six-charts. Acesso em: 20 jun. 2025.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DO COMÉRCIO – OMC. **Nota informativa sobre o comércio de bens intermediários**: segundo trimestre de 2023. Genebra: OMC, 2023. Disponível em: https://www.wto.org/english/res_e/statis_e/miwi_e/info_note_2023q2_e.pdf. Acesso em: 10 abr. 2025.

RICARDO, David. **Princípios de economia política e de tributação.** São Paulo: Abril Cultural, 1982. (Coleção Os Economistas).

SMITH, Adam. **A riqueza das nações.** Investigação sobre sua natureza e suas causas. Série Clássicos da Economia. Vol. 1. São Paulo: Editora Ática. 1996.

STURGEON, Timothy. **The reconfiguration of automotive global value chains**. Implications for Latin America. 2022. InterAmerican Development Bank (IDB). Relatório técnico. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/364049024_The_Reconfiguration_of_Automotive_GVCs_-_Implications_for_Latin_America. Acesso em 20 set. 2025.

TORRES, Ricardo Lobato; CARIO, Silvio Antônio Ferraz. A governança da cadeia global de valor na indústria automobilística: um estudo de caso. **Revista Econômica (UFF)**, Niterói, v. 14, n. 1, p. 73-91, jun. 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Ricardo-Torres-37/publication/326011428_A_governanca_da_cadeia_global_de_valor_na_industria_automobilistica_um_estudo_de_caso/links/5c27b8a0a6fdccfc70712910/A-governanca-da-cadeia-global-de-valor-na-industria-automobilistica-um-estudo-de-caso.pdf. Acesso em: 20 set. 2025.

ZONA DE PROCESSAMENTO DE EXPORTAÇÕES: UM ESTUDO PARA ITAPETININGA
EXPORT PROCESSING ZONE: A STUDY FOR ITAPETININGA

José Francisco de Morais[1]
Maria Eduarda Canto Gavioli[2]
Paula Rodrigues Granato[3]

RESUMO: O presente artigo analisa a possiblidade da criação de uma Zona de Processamento de Exportação (ZPE) em Itapetininga, município do interior paulista que vem ganhando destaque no cenário industrial e exportador brasileiro. O objetivo é compreender de que forma uma ZPE poderia integrar a cidade às Cadeias Globais de Valor (CGVs), impulsionando seu desenvolvimento econômico, tecnológico e social por meio de incentivos fiscais e logísticos característicos desse regime especial. A metodologia baseia-se em pesquisa bibliográfica e documental, com dados oficiais e literatura científica, além da análise de experiências bem-sucedidas, como a ZPE de Pecém, no Ceará, e a de Zhuhai, na China. Esses exemplos evidenciam como a combinação de infraestrutura eficiente, inovação e tecnologia pode transformar regiões em polos industriais estratégicos. Itapetininga registrou no segundo trimestre de 2025 mais de US$ 333,8 milhões em exportações, enquanto as importações somam mais de US$ 26,7 milhões, expondo a relevância da cidade nas operações de comércio exterior, o que demonstra sua participação no comércio internacional. A cidade já conta com empresas estruturadas, logística favorável e base produtiva consolidada. A instalação de uma ZPE potencializaria essas vantagens, criando um ambiente mais atrativo a investimentos nacionais e internacionais. Além disso, as ZPEs funcionam como catalisadoras de inovação, promovendo clusters industriais, atraindo empresas de alta tecnologia e gerando empregos qualificados. A experiência de Pecém e Zhuhai comprova que tais zonas podem inserir economias locais em mercados globais de forma competitiva. Conclui-se que a criação de uma ZPE em Itapetininga é possível e estrategicamente promissora, capaz de transformar o município em um *hub* industrial regional, fortalecendo sua inserção no comércio exterior brasileiro.
Palavras-chave: Cadeias Globais de Valor; desenvolvimento econômico; inovação Tecnológica.

ABSTRACT: The present article analyzes the feasibility of establishing an Export Processing Zone (EPZ) in Itapetininga, a municipality in the interior of São Paulo that has been gaining importance in Brazil's industrial and export landscape. The aim is to examine how an EPZ could integrate the city into Global Value Chains (GVCs), promoting economic, technological, and social development through the tax and logistical incentives provided by this special regime. The methodology relies on bibliographic and documentary research, using official data, academic literature, and case studies of successful experiences such as the Pecém EPZ in Ceará and the Zhuhai EPZ in China. These examples show how well-structured frameworks, combined with innovation and technology, can transform regions into strategic industrial hubs. In the second quarter of 2025, Itapetininga registered exports of over US$ 333.8 million, while imports totaled over US$ 26.7 million, highlighting the city's relevance in foreign trade operations and demonstrating its participation in

Comércio Exterior - Fatec Itapetininga - E-mail: jose.morais10@fatec.sp.gov.br[1]
Comércio Exterior - Fatec Itapetininga - E-mail: maria.gavioli@fatec.sp.gov.br[2]
Docente em Comércio Exterior - Fatec Itapetininga - E-mail: paula.granato@fatec.sp.gov.br[3]

international commerce. The municipality already has established infrastructure, export-oriented companies, and favorable logistics. The implementation of an EPZ would enhance these advantages, attracting greater domestic and foreign investment. EPZs also act as catalysts for innovation by fostering industrial clusters, attracting high-technology firms, and creating qualified jobs. The experiences of Pecém and Zhuhai confirm that such zones can drive technological advancement and position cities competitively in global markets.The study concludes that creating an EPZ in Itapetininga is not only feasible but strategically promising. This initiative could transform the city into a regional and global industrial *hub*, strengthening sustainable economic growth and reinforcing its role in Brazilian foreign trade.
Keywords: Economic Development; Global Value Chains; Technological Innovation.

1 INTRODUÇÃO

O cenário industrial mundial tem passado por grande transformação pela já conhecida globalização e avanços tecnológicos, mas o pós-pandemia, reconfigurou a forma de atuação das empresas no Mercado Internacional. Com o aumento da procura por produtos inovadores e competição no mercado, as Zonas de Processamento de Exportação (ZPE) podem ser consideradas como solução estratégica para enriquecer a capacidade produtiva e fomentar o desenvolvimento regional.

No Brasil, as ZPEs oferecem regimes aduaneiros especiais, de acordo com o constante na Lei nº 11.508/2007, artigo 6º, que tornam mais atraentes a instalação de indústrias exportadoras, fazendo com que as cidades fora dos grandes centros também se tornem polos de inovação e crescimento econômico (BRASIL, 2007).

Implementar uma Zona de Processamento de Exportação em Itapetininga permitiria a transformação da cidade em um *hub* industrial inovador e competitivo, aproveitando assim seu posicionamento regional e infraestrutura logística, que seriam potencializados. Além da atração de investimentos nacionais e internacionais, a implantação de uma ZPE também cria oportunidades para o desenvolvimento de novas tecnologias, geração direta de empregos qualificados e crescimento da economia local.

Este trabalho objetiva apresentar os benefícios de ter uma Zona de Processamento de Exportação na cidade, os passos a serem tomados para sua criação e o potencial impacto que ela pode ter sobre Itapetininga.

2 METODOLOGIA

Este artigo é um estudo exploratório para analisar a possibilidade de criação de uma Zona de Processamento de Exportações em Itapetininga. Para atingir os objetivos propostos, adotou-se uma metodologia abrangente que inclui Pesquisa bibliográfica sobre o conceito e a importância das ZPEs, sua regulamentação no âmbito nacional, com ênfase no papel que desempenham no desenvolvimento econômico e inovação tecnológica, a partir de artigos científicos publicados em plataformas acadêmicas, especificamente a Scientific Electronic Library Online (Scielo) e Portal de Periódicos Capes, com a utilização das palavras-chave zona de processamento de exportação, com seleção das publicações mais recentes no Brasil; Consultas a documentos e publicações de órgão oficiais, como, Portal do Governo do Ceará, Portal do Governo do Piauí, Associação Brasileira de Zonas de Processamento de Exportações (ABRAZPE), Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, Conselho Nacional das Zonas de Processamento de Exportação. Estudo sobre a ZPE de Pecém, com o intuito de mostrar seu funcionamento e sucesso, como exemplo para implantação em Itapetininga, usando dados oficiais para demonstração dos benefícios e eficiência de uma ZPE para as empresas, região e estado onde se instala.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 LEGISLAÇÃO BRASILEIRA SOBRE AS ZPEs E SUA IMPLEMENTAÇÃO NO PAÍS

De acordo com a lei 14.184/2021 (BRASIL, 2021), as Zonas de Processamento de Exportações (ZPEs), são áreas de livre comércio com o exterior, próprias para a instalação de empresas com potencial de produção de bens a serem negociados no mercado externo e prestação de serviços que contribuam para essa finalidade.

São consideradas zonas primárias para efeito de controle aduaneiro nas suas áreas, com regime aduaneiro especial onde as empresas gozam da suspensão de impostos como Imposto de Importação (II), Impostos de Produtos Importados (IPI), PIS/PASEP (Para importação) e COFINS para importação e nacionalmente (BRASIL, 2021).

Desde o início do regime para criação das ZPEs no Brasil, em 1988, muitos projetos foram autorizados, em torno de 25 idealizações, mesmo com opiniões

contrárias, como a de Serra (1988), que fala sobre uma possível fratura na indústria do País devido a proteção às empresas situadas nas ZPEs. Em momento mais atual, Malta (2024) comenta sobre a falta de conhecimento das empresas sobre o mecanismo das ZPEs, explicando que este fato travou o desenvolvimento desses projetos. Por esse motivo, somente em 2013 entrou em funcionamento o primeiro deles, a ZPE de Pecém, no Ceará, onde uma das instalações é a CSP, a Companhia Siderúrgica do Pecém, a primeira usina siderúrgica do Nordeste brasileiro, um exemplo de que ter uma Zona de Processamento de Exportações é um importante instrumento de desenvolvimento econômico e industrial (CEARÁ, 2021).

Segundo a ZPE Ceará, somente no primeiro trimestre de 2024, a ZPE de Pecém foi responsável por movimentar 2.377.621 toneladas de cargas, cerca de 70 mil toneladas a mais do que no mesmo período de 2023. No acumulado histórico, até março de 2025, são 85.530.982 toneladas que já passaram pelos Gates da Free trade zone do Pecém (CEARÁ, 2024), resultado da automatização completa dos trabalhos chamados de Gate RTM (Relação de Transferência de Mercadoria) de Pecém, ponto de fluxo entre a Área de Despacho Aduaneiro e a área produtiva, onde acontece o registro das movimentações de veículos e cargas de forma totalmente autônoma através do Sistema Integrado de Controle Aduaneiro (SICA) (CEARÁ, 2023).

Enquanto a ZPE de Pecém expõe os resultados reais do modelo no Brasil, a literatura clássica oferece uma visão mais ampla de seus fundamentos. No final do século XIX, Marshall (1890) já refletia sobre a concentração de empresas em uma mesma região que oferece aos participantes desta aglomeração uma série de vantagens competitivas, as quais não seriam obtidas se eles estivessem atuando de forma isolada. Ele ainda aponta três tipos de economia que podem nascer através desses aglomerados. São elas, a concentração de mão de obra especializada, a presença de fornecedores especializados de bens e serviços aos produtores locais e as possibilidades de spillover (transbordamentos) de tecnologia e conhecimento.

Portanto, as ZPEs, além de reforçarem os benefícios descritos por Marshall, têm papel importante na geração de empregos, atração de investimentos, promoção das exportações e desenvolvimento tecnológico na região em que é instalada, contribuindo para o crescimento econômico e competitividade da cidade e estado como todo.

3.2 POLÍTICAS INDUSTRIAIS E ECONÔMICAS

As ZPEs, em visão contemporânea, tiveram um crescimento global como instrumento de desenvolvimento em diversas regiões do mundo (Estados Unidos, União Europeia, Ásia, África e as Américas do Sul e Central) após a última metade do século XX (CRUZ; HESPANHOL, 2021).

A partir disso, a institucionalização de políticas voltadas a criação de ZPEs começa no Brasil através da Lei nº 2.452, de 29 de julho de 1988, sendo vista e idealizada como um instrumento de política econômica e industrial, promovendo o desenvolvimento das regiões fora dos grandes centros urbanos e com algum potencial para exportação (BRASIL, 1988).

Entretanto, foi somente em 20 de julho de 2007, durante o segundo governo de Luiz Inácio Lula da Silva, que o assunto ganhou um novo impulso para criação e expansão das ZPEs no território brasileiro através da Lei n. 11.508 de 2007. A nova lei permitiu a retomada das ZPEs, estabelecendo um regime aduaneiro especial que incentivava a instalação de empresas voltadas para a exportação, com benefícios fiscais e administrativos, acabando com o período de vedação às ZPEs. Em julho de 2008, uma nova redação dada pela Lei n. 11.732 (BRASIL, 2008), dispôs sobre novas finalidades, características e regimes tributários cambiais e administrativos das ZPEs no Brasil. Em 2021 foi sancionada a lei 14.184 com o intuito de “modernizar o marco legal” das ZPE (BRASIL, 2007; BRASIL, 2008; BRASIL, 2021).

A viabilização deste projeto gira em torno da criação de uma estrutura sólida da indústria local e de bom desenvolvimento e projeção ao mercado externo. Entretanto, essa movimentação não existe se não houver interesse dos líderes locais, do conhecimento das condições gerais de produção (CGP) e seu potencial de crescimento: “Os atores locais e a política local desempenham um papel importante na constituição e na gestão dos recursos presentes no território” (BENKO; PECQUEUR, 2001, p. 31).

Os estudos das ZPE foram produzidos principalmente no início dos anos 2000. Buscando, em um momento mais recente, o intuito de incentivar não só o investimento das indústrias brasileiras, mas também despertar o olhar político para o assunto. Em setembro de 2023, no atual governo de Lula, foi lançado o plano “Nova Indústria Brasil”, a que chamaram também de neoindustrialização, com metas estabelecidas para a nova industrialização do País. Estão previstas linhas de crédito, subvenções governamentais, e a exigência de conteúdo local na produção industrial, para

fomentar empresas nacionais. Ao estabelecer as bases para essa nova etapa, o Ministério de Desenvolvimento, Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC) reestruturou o Conselho Nacional de Zonas de Processamento de Exportação (CNZPE) com o objetivo de impulsionar a criação de novas ZPE e projetos produtivos (BRASIL, 2023).

3.3 TECNOLOGIA E INOVAÇÃO NAS ZPEs

Outro papel importante das ZPEs, com maior atenção atualmente, é na promoção da inovação tecnológica, combinando incentivos ficais, regulatórios e logísticos, atraindo assim investimentos estrangeiros e formando o que se conhece como Clusters de Inovação, que na teoria desenvolvida por Michael Porter (1990), refere-se à concentração geográfica das empresas, fornecedores e instituições que se associam a um determinado setor, onde competem e colaboram entre si ao mesmo tempo.

Segundo Porter (1990), os clusters podem criar uma dinâmica de inovação ao facilitar interações mais rápidas e eficientes entre empresas, transferência de conhecimento entre as partes interessadas, atração de talentos e mão de obra especializada, além de economias de escala e escopo, que aumentam a competitividade das empresas inseridas nesses aglomerados (PORTER, 1990).

As ZPEs fornecem esse ambiente facilitador para as empresas que buscam firmar-se como empresas de alta tecnologia e indústrias exportadoras, e funcionam como um verdadeiro catalisador dos clusters de inovação. Assim, não só incentivam o comércio internacional, mas também ajudam a desenvolver novos produtos e processos através da conectividade e relação entre as empresas globais e locais (CRUZ; HESPANHOL, 2021).

As Zonas de Desenvolvimento, como são chamadas na China, ou ZDEs, passaram por três ondas de crescimento. A primeira fase durou de 1984 a 1990. Além das 9 Zonas de Desenvolvimento Econômico-Tecnológico (ETDZs) criadas em 1984, apenas outras 9 Zonas de Desenvolvimento foram estabelecidas nos 6 anos seguintes. O período de 1991 a 1999 marcou a segunda fase, de crescimento acelerado e posterior desaceleração. Após 2000, quando a China se aproximava da entrada na OMC, uma série de ZPEs (segundo a tipologia chinesa) foi criada para

impulsionar as exportações. O principal objetivo da terceira onda de ZPEs foi implementar a estratégia de “Desenvolvimento do Oeste da China” (FU, X, 2007).

Xiaolan destaca ainda que nos últimos vinte anos as Zonas de Desenvolvimento nacionais contribuíram significativamente para a economia chinesa e se tornaram propulsores de crescimento em muitas regiões do país. Além disso, o PIB per capita das demais regiões em 2005 está fortemente ligado ao nível de desenvolvimento das ZPEs chinesas, demonstrando que regiões com mais Zonas de Desenvolvimento se beneficiaram delas (FU, X, 2007). A ZPE de Zhuhai, na China, nos serve como modelo. A cidade é pioneira na implementação de tecnologias de automação industrial, que consegue aumentar a eficiência e reduz custos operacionais promovendo uma melhor qualidade dos produtos fabricados. São exemplos como esse que tornam Zhuhai um destino atrativo e popular entre as multinacionais. Segundo o Gabinete de Informação do Município de Zhuhai, apenas no primeiro trimestre de 2020 a cidade já tinha assinado 30 novos projetos que vão desde a produção de equipamentos, novos materiais e tecnologias de informação, até produtos farmacêuticos, no valor de mais de 5,8 milhões de dólares (PR Newswire, 2020).

3.4 A ZPE EM ITAPETININGA

Localizada na região sudoeste do estado de São Paulo, a cidade de Itapetininga destaca-se como um polo regional de relevância econômica e estratégica. Com uma população estimada em cerca de 170 mil habitantes, o município ocupa uma posição geográfica privilegiada, com fácil acesso a importantes rodovias como, por exemplo, a Raposo Tavares (SP-270), que facilita a conexão com grandes centros urbanos e portos estratégicos, como o de Santos (ITAPETININGA, s.d.)

A economia local do município é diversificada, com destaque para os setores industrial, agropecuário e de serviços. A cidade abriga um parque industrial crescente, com empresas de expressão nacional e internacional nos segmentos de metalurgia, alimentos, produtos químicos, têxteis e plásticos. Entre as principais empresas sediadas ou com filiais em Itapetininga, destacam-se nomes como Duratex (Dexco), JBS, Nisshinbo do Brasil e GDBR. Nesse cenário, o declínio relevante de concentrações urbanas beneficia cidades médias, como Itapetininga, que tem atraído investimentos industriais, os quais contribuem para o dinamismo econômico local. Em

2021, por exemplo, o município registrou um aumento de aproximadamente 20% nos negócios industriais (ITAPETININGA, 2023).

Além da indústria, a cidade de Itapetininga é indicada como a 2° melhor cidade para fazer negócios na agricultura e na pecuária, demonstrando sua relevância na economia local, com destaque para a produção de grãos, como a soja, bem como laranja, cana-de-açúcar, e a criação de bovinos, consolidando a cidade como referência no agronegócio regional (ITAPETININGA, 2023).

Em 2025, Itapetininga registrou uma marca importante para demonstração da força da sua indústria. Conforme divulgado pelo Ministério da Industria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC), a cidade registrou um valor superior a US$ 253.1 milhões em exportações só no primeiro semestre de 2025. No mesmo intervalo, as importações somam mais de US$ 19.7 milhões, expondo a relevância da cidade nas operações de comércio exterior.

Tabela 1: Valores FOB exportados mensalmente por Itapetininga no ano de 2025

Mês	Município	2025 - Valor US$ FOB
01. Janeiro	Itapetininga - SP	$ 8,968,379.00
02. Fevereiro	Itapetininga - SP	$ 21,741,581.00
03. Março	Itapetininga - SP	$ 66,870,034.00
04. Abril	Itapetininga - SP	$ 64,684,173.00
05. Maio	Itapetininga - SP	$ 39,795,688.00
06. Junho	Itapetininga - SP	$ 51,070,994.00
07. Julho	Itapetininga - SP	$ 39,953,180.00
08. Agosto	Itapetininga - SP	$ 56,617,604.00
09. Setembro	Itapetininga - SP	$ 40,302,506.00
10. Outubro	Itapetininga - SP	$ 23,041,659.00

Fonte: (MDIC, 2025)

Esse volume exportações sugere que a cidade já possui uma infraestrutura de produção consolidada e uma rede logística suficientemente robusta para atender demandas internacionais, além de uma base de empresas que podem se beneficiar dos incentivos fiscais e regulatórios oferecidos por uma ZPE. Esses incentivos poderiam atrair novos investimentos, aumentar a geração de empregos qualificados e fortalecer ainda mais o comércio exterior da região, tornando Itapetininga um polo industrial de referência no país.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo demonstra que Itapetininga vem evoluindo e apresentando um bom crescimento em suas exportações nos últimos anos. No primeiro semestre de 2025 observou-se através de dados disponíveis do Ministério da Industria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC) uma recuperação de aproximadamente 99.6% em relação ao mesmo período de 2024, quando as exportações haviam caído para US$ 126.8 milhões, alcançando US$ 253.1 milhões em 2025 (MDIC, 2025). Dentre os setores que fazem parte desse crescimento, está a GDBR, que sozinha exportou mais de US$ 18 milhões, mas ainda prevendo aumento da demanda, precisando até aumentar o volume de produção, o que gerou investimento, e mais empregos qualificados para a cidade. A GDBR, ao fornecer componentes de borracha e químicos para montadoras internacionais, demonstra que Itapetininga possui expertise técnica e competitividade para participar de cadeias produtivas globais. Além disso, a análise do estudo de caso da ZPE de Pecém e a experiência de Zhuhai reforçam a viabilidade dessa iniciativa, ao mostrar que ZPEs bem-estruturadas são capazes de integrar-se às CGVs e gerar benefícios econômicos substanciais para a região onde estão localizadas. Assim, é possível concluir que a implementação de uma ZPE em Itapetininga pode fomentar o crescimento da indústria automotiva, além de uma ampla diversidade de setores econômicos, captando indústrias de inovação, metalurgia, agroindústrias e dentre outros segmentos. Dessa forma, contribuindo para transformar a cidade em um hub industrial de importância global.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo buscou explorar os benefícios da implantação de uma Zona de Processamento de Exportações (ZPE) em Itapetininga, analisando o contexto econômico e industrial do país e da região em que se encontra, marcados por um momento de neoindustrialização direcionado pelo atual governo, que tem como objetivo favorecer projetos para o crescimento industrial do país. A criação de uma ZPE na cidade de Itapetininga é uma estratégia para aumentar a competitividade da cidade no comércio exterior, com base em dois grandes exemplos, a ZPE de Pecém, no Ceará, e a ZPE de Zhuhai, na China, mostrando que as ZPEs são sim capazes de atrair investimentos, incentivar a inovação tecnológica nas cidades e indústrias além

de gerar empregos qualificados para a sociedade em torno. Assim, com base no presente estudo, é possível concluir que Itapetininga recebendo a implantação de uma ZPE ganha um impulso com potencial de evolução na economia local, integrando a cidade a Cadeias Globais de Valor (CGV), promovendo um desenvolvimento significativo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENKO, Georges; PECQUEUR, Bernard. **Os recursos do território e os territórios de recursos.** Geosul. Florianópolis, v.16, n.32, p.31-50, jul./dez. 2001. Disponível em: https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/14006. Acesso em: 26 out. 2024.

BRASIL. Lei nº 11.508, de 20 de julho de 2007. **Dispõe sobre o regime tributário, cambial e administrativo das Zonas de Processamento de Exportação, e dá outras providências.** Diário Oficial da União. P.2. Brasília: Imprensa Nacional, 23 jul. 2007. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11508.htm. Acesso em: 26 out. 2024.

BRASIL. Lei nº 11.732, de 30 de junho de 2008. **Altera as Leis nos 11.508, de 20 de julho de 2007 [...] e dá outras providências**. Diário Oficial da União. P.1. Brasília: Imprensa Nacional, 01 jul. 2008. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/l11732.htm. Acesso em: 26 out. 2024.

BRASIL. Lei nº 14.184, de 14 de julho de 2021. **Altera a Lei nº 11.508, de 20 de julho de 2007 [...].** Diário Oficial da União. Brasília: Imprensa Nacional, 15 jul. 2021. n.132. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2021/Lei/L14184.htm#art1. Acesso em: 26 out. 2024.

BRASIL. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços**. Comex Stat - ComexVis.** Disponível em: http://www.comexstat.gov.br.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio Exterior e Serviços. **2023: construídas as bases para a neoindustrialização do País.** Presidência da República. 21 dez. 2023. Disponível em: https://www.gov.br/planalto/pt-br/vicepresidencia/central-de-conteudo/noticias/2023-construidas-as-bases-para-a-neoindustrializacao-do-pais. Acesso em: 26 out. 2024.

CEARÁ. Ascom ZPE Ceará. Governo do Ceará. **ZPE Ceará completa 10 anos de operação e lança novo sistema totalmente automatizado**. 2023. Disponível em: https://www.ceara.gov.br/2023/08/30/zpe-ceara-completa-10-anos-de-operacao-elanca-novo-sistema-totalmente-automatizado/. Acesso em: 15 out. 2024.

CRUZ, J. S.; HESPANHOL, A. N. **A criação das zonas de processamento de exportações (ZPE) no Brasil e o papel das condições gerais de produção (CGP).** Geousp, v.25, n.1, p.1-22, e-175193, 2021. Disponível em: https://www.revistas.usp.br/Geousp/article/view/175193.

FLEURY, Afonso; FLEURY, Maria Tereza Leme. **A reconfiguração das Cadeias Globais de Valor pós-pandemia**. Estudos Avançados, v.34, n.100, p.203-219, dez. 2020. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ea/a/FCkBsjq3GRYP3Lv79XnLyQh/. Acesso em: 25 out. 2024.

FU, X.; GAO, Y***. Export Processing Zones in China: A Survey.*** Disponível em: https://www.ilo.org/media/353056/download. Acesso em: 29 ago. 2024.

G1. **Itapetininga está entre as 30 cidades mais promissoras para o agronegócio, indica ranking**. Itapetininga e Região. 12 dez. 2022. Disponível em: https://g1.globo.com/sp/itapetininga-regiao/noticia/2022/12/12/itapetininga-esta-entre-as-30-cidades-mais-promissoras-para-o-agronegocio-indica-ranking.ghtml. Acesso em: 25 out. 2024.

ITAPETININGA. **Cidade de Itapetininga.** Disponível em: https://www.itapetininga.sp.gov.br/cidade. Acesso em: 13 nov. 2025.

ITAPETININGA. **Itapetininga registra PIB municipal de R$ 6,35 bilhões em 2021, com um aumento recorde de 18 % aponta IBGE.** Disponível em: https://www.itapetininga.sp.gov.br/noticia/7150/itapetininga-registra-pib-municipal-de-r-635-bilhoes-em-2021-com-um-aumento-recorde-de-18-aponta-ibge. Acesso em: 13 nov. 2025.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ITAPETININGA. **Itapetininga é apontada como 2ª melhor cidade para fazer negócios na agropecuária do Brasil e a primeira do Estado de SP, diz pesquisa.** Itapetininga, 20 dez. 2023. Disponível em: https://www.itapetininga.sp.gov.br/noticia/7143/itapetininga-e-apontada-como-2-melhor-cidade-para-fazer-negocios-na-agropecuaria-do-brasil-e-a-primeira-do-estado-de-sp-diz-pesquisa/. Acesso em: 15 nov. 2025.

JORNAL DE ITAPETININGA. **Itapetininga alcança exportações superiores a US$ 260 mi em 2023. 2023.** Disponível em: https://www.jornaldeitapetininga.com.br.

JORNAL DE ITAPETININGA**. Toyoda anuncia expansão da sua fábrica em Itapetininga.** 2023. Disponível em: https://www.jornaldeitapetininga.com.br.

KAWAMOTO, K.; MATSUOKA, T. ***Disentangling the complexity of supply relationship formations: Firm product diversification and product ubiquity in the Japanese car industry.*** International Journal of Production Economics, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/327451901_Disentangling_the_complexity_of_supply_relationship_formations_Firm_product_diversification_and_product_ubiquity_in_the_Japanese_car_industry. Acesso em: 20 set. 2025.

LITVAY, Francisco. ***What Changed with Brazil's Export Processing Zones Reform.*** Adrianople Group, 2021. Disponível em: https://www.adrianoplegroup.com/post/what-changed-with-brazils-export-processingzones-reform. Acesso em: 25 out. 2024.

MALTA, Ana Dolores Barros de Oliveira. **ZPEs: de onde vem e para onde nos levarão?** ABRAZPE. 25 jul. 2023. Disponível em:

https://www.abrazpe.org.br/index.php/2023/07/25/zpes-de-onde-vem-e-para-ondenos-levarao/. Acesso em: 26 out. 2024.

MARSHALL, A. **Principles of economics**. London: Macmillan and Co., 1890. Disponível em: https://eet.pixelonline.org/files/etranslation/original/Marshall,%20Principles%20of%20Economics.pdf

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS. **Comex Stat – Dados por municípios.** Disponível em: https://comexstat.mdic.gov.br/pt/municipio. Acesso em: 13 nov. 2025.

MONTEIRO, Renan; GULARTE, Jeniffer. **Governo Lula lança novo plano de política industrial com estímulos para empresas nacionais.** O Globo. 22 jan. 2024. Disponível em: https://oglobo.globo.com/economia/noticia/2024/01/22/governo-lula-lanca-novo-plano-de-politica-industrial-com-estimulos-para-empresas-nacionais.ghtml. Acesso em: 05 out. 2024.

NO BRASIL - Histórico das ZPE's - **Zonas de Processamento de Exportação.** 1Library. Disponível em: https://www.1library.org.

NUNES, P. M. L.; SILVA, R. M. **Da proximidade geográfica ao cluster inovativo: Um estudo sobre o modelo brasileiro de ZPE.** Gestão e Desenvolvimento, v.15, n.1, jan./jun. 2018. Disponível em: https://periodicos.feevale.br/seer/index.php/revistagestaoedesenvolvimento/article/view/1154. Acesso em: 07 out. 2024.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ONUDI). ***Industrial Development Report 2022: the future of industrialization in a post-pandemic world.*** Viena: ONUDI, 2021. Disponível em: https://www.unido.org/sites/default/files/unido-publications/2023-03/IDR-2022-en.pdf. Acesso em: 25 out. 2024.

PORTER, Michael. ***The Competitive Advantage of Nations***. New York: Free Press, 1990.

RAPOSO, Patrícia. ***10 ZPEs travam no Brasil, mas no Ceará e Piauí vão de vento em popa.*** Movimento Econômico. 02 maio 2024. Disponível em: https://movimentoeconomico.com.br/economia/comercio-exterior/2024/05/02/10-zpes-travam-no-brasil-mas-no-ceara-e-piaui-vao-de-vento-em-popa/. Acesso em: 19 set. 2025.

RODRIGUES, C.; STEENHAGEN, P. ***SEZs and China's Development Promotion: Policy Exchanges Under the Belt and Road Initiative.*** In: FIGUEIREDO, P. G.; LEANDRO, F. J.; LI, Y. (Eds.). Handbook of Research on Special Economic Zones as Regional Development Enablers. IGI Global, 2022. Disponível em: https://repositorio.fgv.br/server/api/core/bitstreams/a03ecb8c-e2ec-488a-9a58-4612a4cbbba9/content. Acesso em: 24 abr. 2025.

SERRA, José. **ZPEs no Brasil: fora de tempo e lugar**. Brazilian Journal of Political Economy, v.8, 1988. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rep/a/Cq9w5jPHv4Vsbh6ShFCwjSq/?lang=pt.

TOYODA GOSEI. **Toyoda Gosei Expands Safety Systems Production in Brazil. Toyoda Gosei Americas.** 21 mar. 2023. Disponível em: https://www.toyodagosei.com/News/1347/toyoda-gosei-to-enhance-production-capacity-for-safety-systems-in-brazil. Acesso em: 05 out. 2024.

TRADEWORKS. **O que é ZPEs e qual a importância para a economia do Brasil?** Tradeworks. Disponível em: https://tradeworks.com.br.

OTIMIZANDO PROCESSOS: UM ESTUDO DE CASO SOBRE A IMPLEMENTAÇÃO DE UMA SOLUÇÃO ADOTADA PARA A CONVERSÃO DE DOCUMENTOS PDF PARA TIFF
OPTIMIZING PROCESSES: A CASE STUDY ON THE IMPLEMENTATION OF A SOLUTION ADOPTED FOR PDF TO TIFF DOCUMENT CONVERSION

Guilherme Furtado Ribeiro [1]
Janaina Aparecida Alves Scaliza[2]
Géssica Mina Kim Jesus[3]
Paulo Roberto Alves[4]

RESUMO: Todas as serventias cartorárias em território nacional recebem diariamente milhares de arquivos eletrônicos enviados por órgãos governamentais, contendo conteúdo que deve ser arquivado digitalmente em sistemas de Gerenciador Eletrônico de Documentos (GED). A maioria desses arquivos é fornecida no formato *Portable Document Format* (PDF). No entanto, alguns sistemas de GED reconhecem apenas determinadas extensões de arquivo, como o *Tagged Image File Format* (TIFF), portanto é necessário converter esses arquivos de um formato para outro, dependendo da arquitetura do sistema. Por isso, esse trabalho teve como objetivo apresentar uma solução adotada por uma empresa de desenvolvimento de sistemas computacionais do interior do estado de São Paulo – SP, para atender alguns cartórios da região. O método utilizado foi um estudo de caso. Como resultado das alterações no código fonte e dos componentes necessários para a conversão, obteve-se uma solução que minimiza drasticamente a chance de corrompimento dos arquivos, mantendo segurança jurídica do documento original e a composição de seus metadados.
Palavras-chave: Arquivamento Digital. Conversão de Arquivos. Sistemas de Gerenciamento de Documentos.

ABSTRACT: All notary offices across the national territory receive thousands of electronic files daily, sent by government agencies, containing content that must be digitally archived in Electronic Document Management (EDM) systems. Most of these files are provided in the Portable Document Format (PDF). However, some EDM systems recognize only specific file extensions, such as the Tagged Image File Format (TIFF). Therefore, it becomes necessary to convert these files from one format to another, depending on the system's architecture. This study aims to present a solution adopted by a software development company located in the countryside of São Paulo State, Brazil, to meet the needs of several local notary offices. The applied method was a case study. As a result of the source code modifications and the integration of the required components for file conversion, the proposed solution significantly reduced the risk of file corruption, ensuring the legal integrity of the original document and the preservation of its metadata structure.
Keywords: Digital Archiving. Document Management Systems. File Conversion.

Bacharel em Engenharia da Computação – Faculdade Gran Tietê - E-mail: guilhermerht@hotmail.com [1]
Doutora em Engenharia de Produção - Faculdade Gran Tietê - E-mail: janainaalvesscaliza@hotmail.com [2]
Doutora em Engenharia de Produção - Instituto Federal do Norte de Minas Gerais - E-mail: gessica.jesus@ifnmg.edu.br [3]
Mestre em Engenharia de Produção – Faculdade de Engenharia de Bauru/FEB - E-mail:pr.alves@gmail.com [4]

1 INTRODUÇÃO

Com o avanço tecnológico das últimas décadas, houve uma modificação nos padrões de arquivamento de documentos, com a utilização de formatos digitais de arquivos em detrimento de meios físicos (Banza, 2023).

A transição para o formato de arquivamento digital de documentos demandou uma ampla adaptação por parte de várias empresas e entidades prestadoras de serviços, incluindo os cartórios. A maioria destes costumava seguir a prática de arquivamento físico de documentos, utilizando papel timbrado de segurança (geralmente controlado por entidades governamentais) ou folhas simples no tamanho A4 (Martins, 2023).

No entanto, assim como existe o desafio físico do espaço para armazenar todos esses documentos, há também um contratempo equivalente no âmbito digital. Vários documentos podem abranger numerosas páginas, as quais precisam ser arquivadas digitalmente com uma qualidade de resolução adequada (Brasília, 2020). Isso impacta diretamente no tamanho do documento, principalmente se o formato dos arquivos for *Tagged Image File Format* (TIFF), formato esse que prioriza a qualidade e realiza uma compressão sem perdas de informação visual (Trigo, 2015).

Todas as serventias cartorárias presentes em território nacional recebem diariamente milhares de arquivos eletrônicos que são enviados por órgãos governamentais contendo conteúdo que deverá ser arquivado de forma digital em sistemas de Gerenciador Eletrônico de Documentos (GED), segundo Martins (2023). Em sua grande maioria esses arquivos são disponibilizados em formato *Portable Document Format* (PDF), porém existem sistemas de GED que, dependendo de sua arquitetura, apenas reconhecem algumas extensões de arquivos, como por exemplo o TIFF, dessa forma sendo necessária a conversão de um formato para outro (Raabe; Pohlmann Filho, 1998).

Visando destacar a preservação meticulosa da qualidade das imagens, aliada à mitigação dos potenciais riscos de corrompimento durante todo o processo de conversão de arquivos digitais do formato PDF para o formato TIFF, este artigo tem o objetivo de apresentar uma solução adotada por uma empresa de desenvolvimento de sistemas computacionais do interior do Estado de São Paulo – SP, para atender alguns cartórios da região.

2 MATERIAL E MÉTODOS

No contexto deste estudo de caso, foi feita uma análise detalhada da adaptação realizada por uma empresa desenvolvedora de *softwares* para serventias cartorárias ao enfrentar dificuldades relacionadas à conversão de documentos do formato PDF para TIFF entre seus sistemas.

A princípio, constatou-se que a ferramenta de conversão de documentos já integrada ao sistema encontrava-se sujeita a perturbações, resultando em alterações e, por vezes, na corrupção dos arquivos submetidos ao processo. Esta constatação foi feita com base nos chamados registrados no *HelpDesk* da empresa, provenientes dos clientes que fazem uso regular dessa ferramenta. Na maioria dos casos, os clientes reportavam que, ao escolher um documento em formato PDF para a conversão no sistema, ocorria um bloqueio completo do processo sistêmico. Após uma espera incomum de alguns minutos, o sistema apresentava uma mensagem indicando que a conversão do arquivo fora realizada com êxito. Entretanto, ao tentar acessá-lo, verificava-se que o documento estava apenas parcialmente convertido ou, em alguns casos, completamente corrompido.

Efetuando uma análise minuciosa sobre a origem dessa discrepância, foi confirmado que tal incoerência se manifestava em dois cenários preponderantes. O primeiro cenário se delineava quando o documento PDF escolhido para a conversão possuía uma quantidade significativa de páginas, ultrapassando a marca notável de 400. O segundo cenário, por sua vez, surgia quando o arquivo contava com páginas cujas dimensões discrepavam de forma substancial das demais, rompendo com o padrão convencional estabelecido pelo formato A4, que possui 297 milímetros de altura e 210 milímetros de largura (Penna *et al.*, 2014).

3 REFERÊNCIAL TEÓRICO

Atualmente existem diversos formatos de arquivos disponíveis no escopo computacional, cada um com suas especificidades e melhor cenário de aplicabilidade, alguns são melhores para fotografias, outros para arquivamento de mídia impressa e assim por diante (Da Silva; Cardia Neto; Hoffman, 2021). Imagens digitais podem ser preservadas de várias maneiras, cada um com seu código exclusivo, resultando em arquivos de tamanhos variados. Os formatos e suas características específicas têm

impacto direto no tamanho final tanto da imagem quanto do arquivo, seja para fins de armazenamento ou impressão.

O TIFF é um tipo de formato de arquivo que foi desenvolvido pela *Aldus* (atualmente integrada a *Adobe Corporation*) e *Microsoft,* fundamentado em marcações projetado para a preservação e a partilha de imagens. Ele funciona como um conversor versátil para uma variedade de codificações utilizadas em imagens em formato de bitmap. Estas codificações são responsáveis por aplicar diversos métodos de compressão para representar as cores de forma eficiente (Almeida; Cendón; Souza, 2012).

O PDF é um formato de arquivo muito utilizado para o armazenamento de arquivos digitais, oferecendo alta compatibilidade com diversos *hardwares*, *softwares* e sistemas operacionais. Segundo Trigo (2015), este formato, centrado na estrutura de páginas, destaca-se por sua capacidade de manter a integridade visual do conteúdo, garantindo uma experiência consistente para os usuários, desde a criação até o arquivamento e o uso final.

Como definido por Falcão (2009), a conversão de imagens entre os formatos citados passa por diversas etapas de compressão e alteração de metadados, o que pode muitas vezes corromper o arquivo final gerado, situação que pode perdurar por decorrência do sistema operacional utilizado no momento da conversão.

Os GED necessitam da preservação total da estrutura original dos arquivos mesmo após sua conversão ser realizada, para que a validade jurídica antes concedida ao documento permaneça imutável. Como concluído por Da Silva *et al.* (2003), a segurança jurídica de um acervo digital garante a boa fé na prestação de informações aos indivíduos solicitantes de tais documentos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base em todas as análises realizadas sobre o problema de conversão, a equipe de desenvolvimento tomou uma decisão. Para evitar esses cenários problemáticos, optou-se por adaptar o sistema para adotar o método *Single-TIFF*. Esse método não transforma o PDF de entrada diretamente em um único arquivo TIFF, mas cria, em vez disso, um arquivo TIFF único separado para cada página do PDF. Todas essas páginas são armazenadas em uma pasta dedicada, proporcionando uma solução robusta e segura para o desafio enfrentado.

Tendo como base o ponto de partida, foi realizada a alteração no código fonte do sistema e no principal componente utilizado para realizar o processo, componente esse que possui o nome *GhostScript*. Na versão antiga do sistema, onde o problema ainda era presente, quando o usuário requisitava a conversão de um documento PDF para TIFF, o componente realizava o comando apresentado na Figura 1.

Figura 1: Comando antigo executado

```
gs -sDEVICE=tiffg4 -r300x300 -o output.tiff input.pdf
```

Fonte: Elaborado pelos Autores (2023).

As opções, argumentos do comando apresentado na Figura 1 representam Os dados apresentados na Figura 1 representam:

- -sDEVICE=tiffg4 define o dispositivo de saída como TIFF com compressão CCITT G4, que é comum para imagens em preto e branco.
- -r300x300 define a resolução de saída para 300 DPI (*dots per inch* ou pontos por polegada).
- -o output.tiff especifica o nome do arquivo de saída TIFF, ou seja, nesse momento o sistema define a formatação do seu nome. O padrão utilizado pelo GED para realizar a visualização da imagem oito caracteres, como por exemplo: 00001598.TIFF.
- input.pdf é o nome do arquivo PDF de entrada que será convertido.

Após o comando ser executado, conforme a Figura 1, o resultado obtido na conversão do arquivo está representado na Figura 2.

Figura 2: Conversão inicial

Fonte: Elaborado pelos Autores (2023).

Após a definição de como seria a nova tratativa de conversão, o código apresentado sofreu algumas alterações para que o arquivo fosse PDF fosse convertido em páginas TIFF separadas e dentro de uma pasta específica. Ao final, o

código fonte ficou conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3: Comando novo executado

```
gs -sDEVICE=tiffg4 -r300x300 -o output-%03d.tiff -sOutputFile=/caminho/para/pasta/%03d.tif input.pdf
```

Fonte: Elaborado pelos Autores (2023).

Sobre a figura 3, destaca-se:

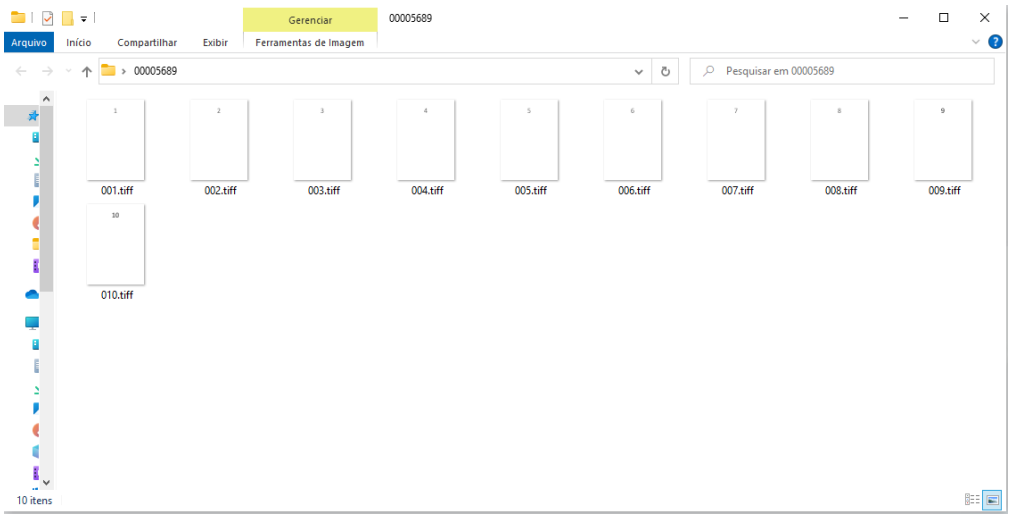
- o output-%03d.tif especifica o padrão de nomenclatura dos arquivos de saída. %03d é um espaço reservado que será substituído pelo número da página. Isso garantirá que os arquivos TIFF sejam nomeados sequencialmente com três dígitos (por exemplo, output-001.tif, output-002.tif, etc.).
- -sOutputFile=/caminho/para/pasta/%03d.tif especifica o diretório onde os arquivos TIFF serão salvos.

O comando representado pela Figura 3 converterá cada página do arquivo PDF em um arquivo TIFF separado e os salvará na pasta especificada. O *Ghostscript* criará automaticamente os arquivos TIFF e a pasta de saída se eles não existirem (Figuras 4 e 5).

Figura 4: Conversão Final

Fonte: Elaborado pelos Autores (2023).

Figura 5: Pasta com imagens



Fonte: Elaborado pelos Autores (2023).

Seguindo a mesma linha de pensamento de Da Silva *et al.* (2003) em relação à segurança jurídica dos documentos digitais, esta nova forma de conversão incorporada no sistema é crucial para preservar a integridade do arquivo, especialmente quando se trata de serventias cartorárias.

Neste contexto, é fundamental destacar que o PDF original permanece inalterado em sua composição original de metadados, ponto esse que é destacado por Trigo (2015). Além disso, ao final do processo, o documento TIFF gerado passa por uma separação das páginas, o que não apenas simplifica a organização, mas também minimiza significativamente o risco de corrupção ou perda de resolução do arquivo, fato esse que era comum de ocorrer antes das alterações realizadas, principalmente se o sistema operacional utilizado no terminal em que o sistema estava sendo executado se tratada do *Windows,* como apontado por Falcão (2009).

Essa abordagem não apenas assegura a segurança jurídica dos documentos digitais, mas também garante a preservação integral de seu conteúdo no formato original e depois de convertido pelo sistema. Dessa forma, torna-se possível manter a confiabilidade e autenticidade dos registros cartorários, proporcionando uma solução eficaz e confiável para o armazenamento e preservação de documentos importantes.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A demanda de arquivos eletrônicos crescerá cada vez mais no âmbito cartorário, e as serventias deverão estar preparadas no âmbito tecnológico para realizar o devido armazenamento e desmaterialização dos arquivos recebidos, além de manter a segurança jurídica dos documentos. Por conta desse cenário foi necessário realizar um estudo detalhado a respeito de como tais documentos devem ser manipulados digitalmente, em especial suas conversões.

Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo principal demonstrar uma solução adotada para realizar a conversão de documentos no formato PDF para o formato TIFF, assegurando o mantimento de toda a composição de metadados e minimizando a chance de corrompimento dos arquivos nesse processo.

O principal ponto limitador deste trabalho foi o cenário e situação em que a ferramenta foi desenvolvida. Como tudo foi baseado e estudado dentro de uma arquitetura específica de sistema computacional, pode haver discrepâncias na adoção dessa solução para outro sistema informatizado. Cada sistema possui sua tratativa e

arquitetura, seja ela de pastas ou de código fonte, o que pode influenciar diretamente no uso da ferramenta desenvolvida, além de que o componente adotado para a conversão pode não satisfazer totalmente as necessidades em outro cenário.

Existe uma grande necessidade em estudar outros componentes de conversão de arquivos de imagem, não apenas nos formatos PDF e TIFF, mas também em toda a gama de documentos presentes hoje em dia no universo computacional. Cada componente de conversão pode possuir propriedades e tratativas específicas para cada tipo de extensão, o que pode gerar um maior dinamismo e otimização nos processos solicitados, gerando melhores resultados e melhorias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Maurício Barcellos; CENDÓN, Beatriz Valadares; SOUZA, Renato Rocha. Metodologia para implantação de programas de preservação de documentos digitais a longo prazo. Encontros Bibli: **Revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação,** v. 17, n. 34, p. 103-130, 2012.

BANZA, Ana Paula. O texto desmaterializado: explorando os limites da Filologia Digital. **Revista LaborHistórico**, v.9, n.1, e51304, 2023.

BRASÍLIA. Presidência da República. Subchefia Para Assuntos Jurídicos. **DECRETO Nº 10.278, DE 18 DE MARÇO DE 2020**. 2020. Presidência da República Secretaria-Geral. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10278.htm. Acesso em: 30 ago. 2023.

DA SILVA, Danielle Pereira et al. GED–Gerenciamento Eletrônico de Documentos A tecnologia que está mudando o Mundo. **INICIA**, v. 37, p. 38, 2003.

DA SILVA, Guilherme Antonio Noma; NETO, Rubens Cardia; HOFFMANN, Maria Luisa. Tamanho e qualidade: ferramentas para a melhor utilização das fotografias em diferentes finalidades. **Revista Informação em Cultura, Qualis Capes B2**, v. 3, n. 2, p. 07-26, 2021.

FALCÃO, Livia Maria Rocha. **Evaluation the reproducibility of cephalometric landmarks on digital lateral headfilms at the file formats DICOM, TIFF and JPEG.** 2009. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ortodontia) - Universidade Metodista de São Paulo, São Bernardo do Campo, 2009.

GIL, Antônio Carlos. Como classificar as pesquisas. **Como elaborar projetos de pesquisa**, v. 4, n. 1, p. 44-45, 2002.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. Ed. Editora Atlas SA, 2008.

MARTINS, Kyrianny Faria. Os impactos na prática registral após a adaptação

tecnológica dos cartórios durante o enfrentamento da pandemia da COVID-19. **Revista de Direito Notarial**, v. 5, n. 1, 2023.

PENNA, Luiz Fernando da Rocha *et al*. Diagnóstico do consumo de papel A4: o caso do Instituto Federal Minas Gerais - Campus Governador Valadares-MG. **V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental.** Belo Horizonte, p. 1-10. 27 nov. 2014.

RAABE, André; POHLMANN FILHO, Omer. Estudo comparativo entre sistemáticas de digitalização de documentos: formatos HTML e PDF. **Ciência da Informação,** v. 27, p. 300-310, 1998.

TRIGO, **T. Equipamento fotográfico: teoria e prática.** 6. ed. São Paulo: Senac, 2015.

ANÁLISE PREDITIVA NO FUTEBOL: CORRELAÇÃO ENTRE MODELOS ESTATÍSTICOS E AS ODDS DO MERCADO.
PREDICTIVE ANALYTICS IN FOOTBALL: CORRELATION BETWEEN STATISTICAL MODELS AND MARKET ODDS.

Felipe dos Santos[1]
Lucas Viturino Takata da Silva[2]
Pedro Henrique Alves Batista[3]
Fabio Codo[4]

RESUMO: As apostas esportivas online constituem um mercado em expansão. Este estudo propõe uma comparação entre um modelo estatístico (baseado em Distribuição de Poisson e Regressão Logística) e as probabilidades implícitas (odds) do mercado de apostas do Campeonato Brasileiro. O objetivo principal é avaliar o grau de correlação entre as previsões do modelo e as do mercado, identificando e analisando potenciais discrepâncias. A metodologia envolveu a coleta de dados históricos (2019-2024) para validar os modelos (Temporada 2024) e simular a temporada 2025 (10.000 repetições). Os resultados indicam uma forte correlação entre o modelo e o mercado, com um Brier Score de 0.19, validando a eficiência geral do mercado. Contudo, o estudo identifica discrepâncias pontuais (potenciais "apostas de valor"), sugerindo que vieses cognitivos, como a popularidade das equipes, podem influenciar a precificação. Conclui-se que, embora o mercado brasileiro seja eficiente, a modelagem estatística rigorosa permite identificar e analisar ineficiências de precificação.
Palavras-chave: Gestão de riscos; Calibração probabilística; Simulação de Monte Carlo; Distribuição de Poisson; Valor esperado.

ABSTRACT: Online sports betting is an expanding market. This study proposes a comparison between a statistical model (based on the Poisson Distribution and Logistic Regression) and the implicit probabilities (odds) of the Brazilian Championship betting market. The main objective is to assess the degree of correlation between the model's predictions and those of the market, identifying and analyzing potential discrepancies. The methodology involved collecting historical data (2019-2024) to validate the models (2024 Season) and simulate the 2025 season (10,000 repetitions). The results indicate a strong correlation between the model and the market, with a Brier Score of 0.19, validating the market's overall efficiency. However, the study identifies specific discrepancies (potential "value bets"), suggesting that cognitive biases, such as team popularity, may influence pricing. It is concluded that while the Brazilian market is efficient, rigorous statistical modeling allows for the identification and analysis of pricing inefficiencies.
Keywords: Risk management; Probabilistic calibration; Monte Carlo simulation; Poisson distribution; Expected value.

Análise e Desenvolvimento de Sistemas – Fatec Mogi das Cruzes[1]
Análise e Desenvolvimento de Sistemas – Fatec Mogi das Cruzes[2]
Análise e Desenvolvimento de Sistemas – Fatec Mogi das Cruzes – E-mail: phbatista_@outlook.com[3]
Professor Mestre – Fatec Mogi das Cruzes[4]

1 INTRODUÇÃO

O mercado global de apostas esportivas foi estimado em US$100,9 bilhões em 2024 e tem uma projeção que alcance US$187,39 bilhões até 2030, crescendo a uma taxa composta de crescimento anual de 11% de 2025 a 2030 (GRAND VIEW RESEARCH, 2024). No Brasil, o setor foi regulamentado pela Lei 14.790/23, impulsionando a expansão de plataformas digitais e patrocínios esportivos. Fundamentadas em *odds* que representam probabilidades implícitas, as apostas são precificadas através de modelos matemáticos complexos que consideram variáveis estatísticas diversas (DIXON; COLES, 1997; WÜHRER; KURZ, 2023).

O interesse acadêmico desta investigação surge de uma contradição relevante: as casas de apostas utilizam modelos estatísticos sofisticados para precificar as *odds*, enquanto a maioria dos apostadores ainda decide com base em heurísticas e intuição. Essa assimetria informacional pode gerar ineficiências de mercado, pois as *odds* oferecidas nem sempre refletem as probabilidades justas (ou subjacentes) dos resultados. Como demonstraram Dixon e Coles (1997), a aplicação de modelos estatísticos rigorosos reduz a influência de fatores subjetivos e possibilita a identificação de “apostas de valor”, isto é, situações em que a probabilidade implícita (derivada das *odds* do mercado) difere significativamente da estimativa estatística gerada pelo nosso modelo.

A pesquisa adota abordagem quantitativa baseada em dados históricos do Campeonato Brasileiro Série A (2019-2024). Os dados foram coletados de bases estatísticas oficiais da CBF e plataformas esportivas. A abordagem metodológica foi estruturada para construir um modelo preditivo robusto. Iniciou-se com uma análise exploratória para identificar padrões e correlações nos dados históricos. Subsequentemente, a Distribuição de Poisson foi empregada, dada sua adequação para modelar a ocorrência de eventos raros, como gols em uma partida. Para traduzir essas predições em resultados diretos, utilizou-se a Regressão Logística, que calcula as probabilidades de vitória, empate ou derrota. Por fim, a Simulação de Monte Carlo foi aplicada para projetar os resultados de uma temporada inteira, permitindo a avaliação da consistência do modelo a longo prazo e a previsão do campeão. O banco de dados estruturado contém estatísticas detalhadas de desempenho das equipes e odds históricas.

O objetivo principal é comparar um modelo estatístico, baseado na Distribuição de Poisson e Regressão Logística, com as *odds* de mercado do Campeonato Brasileiro. Busca-se avaliar o grau de correlação entre as previsões do modelo e as probabilidades implícitas das casas de apostas, identificando e analisando potenciais discrepâncias.

O trabalho está organizado em cinco seções principais. O referencial teórico apresenta conceitos fundamentais sobre estatística aplicada às apostas esportivas e modelos preditivos utilizados. A metodologia detalha os processos de coleta, tratamento e modelagem dos dados. Os resultados discutem as predições obtidas e sua comparação com *odds* de mercado. As considerações finais sintetizam os principais resultados e sugerem direcionamentos para pesquisas futuras no tema.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção apresenta os conceitos fundamentais que sustentam a análise estatística de apostas esportivas, abordando desde a estrutura do mercado e o conceito de "valor" até os modelos matemáticos específicos utilizados para a predição de resultados no futebol.

O mercado de apostas esportivas online é um ecossistema complexo onde as "*odds*" (cotações) representam a peça central. As odds, definidas pelas casas de apostas, não são apenas um multiplicador de ganhos, mas também representam uma probabilidade implícita de um determinado evento ocorrer. A probabilidade implícita (P) de uma *odd* decimal (O) pode ser calculada pela fórmula $P = 1/O$.

No entanto, a soma das probabilidades implícitas de todos os resultados possíveis de um evento (ex: vitória, empate, derrota) é sempre superior a 100%. Essa margem, conhecida como "*juice*" ou "*overround*", é a comissão da casa de apostas, garantindo sua lucratividade a longo prazo. O desafio para o apostador é, portanto, encontrar situações onde a sua estimativa de probabilidade para um resultado é significativamente maior do que a probabilidade implícita oferecida pelo mercado. Esta discrepância é conhecida como "aposta de valor" (*value bet*). Encontrar valor é o objetivo central da aplicação de modelos estatísticos, que buscam uma estimativa mais precisa da probabilidade justa de um evento do que aquela refletida nas odds (WÜHRER; KURZ, 2023).

A busca por apostas de valor está intrinsecamente ligada à Hipótese do Mercado Eficiente (HME), um conceito originado no mercado financeiro. Em um mercado perfeitamente eficiente, os preços (neste caso, as *odds*) refletem toda a informação disponível, tornando possível obter retornos adequados de forma consistente.

Contudo, a literatura acadêmica tem demonstrado que o mercado de apostas em futebol, embora altamente competitivo, pode apresentar ineficiências. O trabalho seminal de Dixon e Coles (1997) foi um dos primeiros a demonstrar rigorosamente que modelos estatísticos poderiam não apenas prever resultados de futebol com acerto, mas também identificar *odds* mal precificados, gerando lucro. Essas ineficiências podem surgir de viés cognitivo dos apostadores, como o peso excessivo dado a resultados recentes ou a popularidade de certas equipes. O presente trabalho se insere nesta linha de pensamento, partindo da premissa de que o mercado brasileiro também possui ineficiências que podem ser exploradas.

Para explorar as ineficiências do mercado, é necessário o uso de modelos que transformam dados históricos de desempenho em probabilidades preditivas.

Um dos modelos mais clássicos e eficazes para prever o número de gols em uma partida é a Distribuição de Poisson. Proposto inicialmente por Maher (1982), este modelo é particularmente adequado porque os gols são eventos relativamente raros que ocorrem de forma independente. O modelo estima a probabilidade de uma equipe marcar um número *k* de gols com base em sua taxa média esperada de gols (λ), que por sua vez é calculada a partir de seu desempenho histórico ofensivo e defensivo, ajustado pela força do adversário (RUE; SALVESEN, 2000).

Enquanto a Distribuição de Poisson se concentra nos gols, a Regressão Logística é um modelo de classificação que calcula diretamente a probabilidade dos três resultados possíveis (vitória, empate, derrota). O modelo utiliza uma função logística para transformar uma combinação de variáveis preditoras (posse de bola, finalizações etc.) em uma probabilidade entre 0 e 1. Conforme apontado por Ferreira e Ramos (2024), a aplicação de técnicas de ciência de dados, como essa, permite uma abordagem direta na análise dos resultados (V/E/D), diferindo de métodos que dependem de métricas intermediárias como a contagem de gols.

3 DESENVOLVIMENTO

O presente estudo adotou abordagem quantitativa para analisar a influência da estatística na precificação das odds e identificar oportunidades vantajosas no mercado de apostas esportivas online. A investigação baseou-se na análise de dados históricos do Campeonato Brasileiro Série A (2019-2024) para modelagem preditiva da temporada 2025. O período foi selecionado por fornecer uma base de dados robusta e recente, abrangendo diferentes ciclos de desempenho das equipes e minimizando o impacto de mudanças regulatórias ou de formato que poderiam afetar a comparabilidade de dados de temporadas muito antigas.

A estratégia de coleta foi estruturada em duas frentes principais: dados estatísticos de desempenho das equipes e *odds* históricas das casas de apostas. Para os dados esportivos, foi selecionada a plataforma FBref (https://fbref.com/) por fornecer estatísticas detalhadas de partidas, incluindo gols, posse de bola, finalizações, escanteios e passes. As *odds* históricas foram obtidas de casas renomadas como Bet365, Superbet e Betano, garantindo representatividade do mercado brasileiro. Elas foram escolhidas não apenas por sua reputação no mercado, mas também por sua alta liquidez, ampla cobertura de eventos do Campeonato Brasileiro Série A e pela disponibilidade de dados históricos de *odds*, essenciais para a calibração dos modelos.

Os dados foram extraídos e tratados utilizando Python como linguagem principal, Jupyter Notebook para desenvolvimento dos scripts, PostgreSQL para armazenamento estrutural e Google Colab para execução de simulações computacionais. Foi criada estrutura relacional em PostgreSQL onde cada equipe teve seu desempenho armazenado com informações detalhadas por temporada. O tratamento dos dados incluiu três etapas principais. A limpeza consistiu na verificação e tratamento de dados ausentes (ex: estatísticas de jogos adiados) e na padronização dos nomes das equipes entre as diferentes fontes (FBref e plataformas de *odds*). A normalização, neste contexto, refere-se à conversão de todas as estatísticas para formatos numéricos consistentes e datas para o padrão do banco de dados. Finalmente, a organização foi o processo de agregar os dados por partida, unindo as estatísticas de desempenho de mandantes e visitantes com suas respectivas *odds* históricas, criando o *dataset* final para a modelagem.

O primeiro método utilizado foi a Distribuição de Poisson, aplicada para estimar

a probabilidade de cada placar possível em uma partida. O parâmetro central do modelo, λ (número esperado de gols), foi determinado por um método que pondera a força relativa das equipes. Para cada time, calculou-se uma 'Força de Ataque' (baseada na sua média de gols marcados em relação à média da liga) e uma 'Força de Defesa' (baseada na sua média de gols sofridos em relação à média da liga). Assim, para uma partida específica, o número esperado de gols de cada equipe foi calculado multiplicando sua própria força de ataque pela força de defesa do adversário e pela média de gols da liga para jogos em casa ou fora, respectivamente. Essa abordagem permite que o modelo gere uma expectativa de gols mais precisa do que uma simples média histórica. O cálculo pode ser feito utilizando a seguinte equação, que pode ser vista na Figura 1:

Figura 1 - Fórmula de distribuição de Poisson

$$P(X = k) = \frac{\lambda^k \cdot e^{-\lambda}}{k!}$$

Fonte: Chugani (2024).

Onde: O lado esquerdo (LHS) da fórmula da distribuição de Poisson, P (X = k), representa a probabilidade de ocorrência de exatamente k eventos em um intervalo fixo. Aqui, X é o número de eventos e k é o número específico no qual estamos interessados.

O numerador do lado direito (RHS), tem duas partes. λk mostra a probabilidade de ocorrência de k eventos com base na taxa média λ. O e-λ é responsável pela aleatoriedade dos eventos, garantindo que a probabilidade diminui à medida que o número de eventos se desvia da taxa esperada.

O denominador do lado direito (RHS), k! ajusta a quantidade de maneiras pelas quais os eventos “X” podem ocorrer. A notação fatorial calcula o número de combinações possíveis, garantindo que a probabilidade reflita o fato de que a ordem dos eventos não importa (CHUGANI, 2024).

Exemplo: Suponha que a média de gols esperada do time seja λ=1,8. A probabilidade de marcar exatamente 2 gols é:

Figura 2 - Fórmula de distribuição de Poisson com exemplo número resolvido

$$P(X=2)=\frac{e^{-1,8}\cdot 1,8^2}{2!}\approx 26,6\%$$

Fonte: Elaboração própria.

Esse cálculo confirma a aplicabilidade da distribuição de Poisson na modelagem de gols. A implementação foi realizada em Python, e todos os códigos estão disponíveis em repositório público no GitHub (ALVES BATISTA, 2025).

Em seguida, foi aplicada a **Regressão Logística** para calcular as probabilidades de vitória, empate ou derrota com base na força relativa e no momento recente das equipes. Para isso, as variáveis preditivas foram construídas a partir de médias móveis calculadas sobre os últimos cinco jogos de cada time, incluindo métricas como pontos por jogo, gols marcados, gols sofridos e total de finalizações. As variáveis finais inseridas no modelo consistiram na **diferença** entre esses indicadores da equipe mandante e da visitante, uma abordagem que captura a dinâmica do confronto direto, sendo complementada por uma variável binária para mensurar o efeito do fator casa. A equação matemática utilizada foi de acordo com a Figura 3:

Figura 3 - Regressão Logística

$$P(Y=1)=\frac{1}{1+e^{-g(x)}}$$

onde,

$$g(x)= B_0 + B_1X_1 + \cdots + B_pX_p$$

Fonte: Nunes Carvalho (2021).

Onde: **P(Y=1)** representa a probabilidade de vitória; **Xn** são as variáveis explicativas (ex.: posse de bola, finalizações, histórico de confronto); **βn** são coeficientes ajustados pelo modelo com base nos dados históricos. A implementação foi realizada em Python, e todos os códigos estão disponíveis em repositório público no GitHub (BATISTA, 2025).

Para projetar o campeão da temporada de 2025, foi utilizada a **Simulação de Monte Carlo**. O modelo estatístico foi usado para simular cada uma das 380 partidas da temporada, e o processo foi repetido 10.000 vezes para gerar uma distribuição de probabilidades para a classificação final de cada equipe. A implementação foi

realizada em Python, e todos os códigos estão disponíveis em repositório público no GitHub (ALVES BATISTA, 2025).

A validação da performance dos modelos foi realizada utilizando a temporada de 2024 como conjunto de testes. A precisão do modelo de Poisson foi avaliada pelo **Erro Quadrático Médio (MSE)**, enquanto a calibração do modelo de Regressão Logística foi medida pelo **Brier Score**, métricas padrões para avaliação de modelos predictivos no contexto esportivo (WÜHRER; KURZ, 2023).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

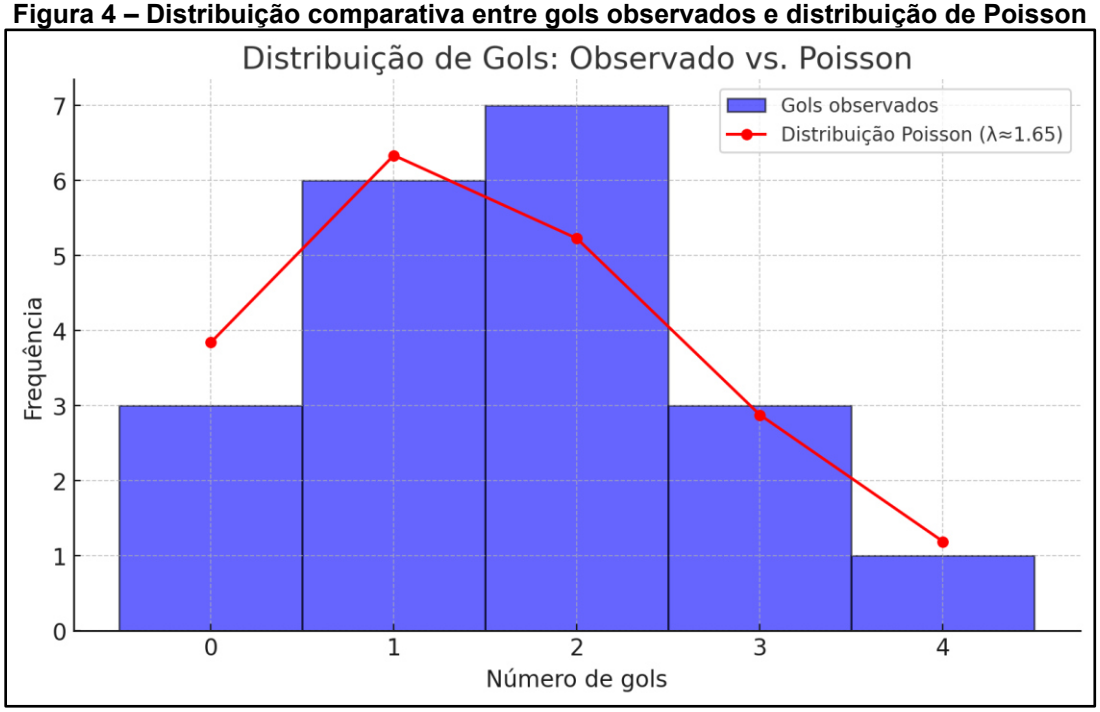
Nesta seção, são apresentados os resultados obtidos a partir da aplicação dos modelos estatísticos descritos. A análise está dividida em quatro partes: (i) o desempenho e a validação dos modelos preditivos; (ii) a identificação de discrepâncias entre as probabilidades calculadas e as *odds* do mercado; (iii) a simulação da temporada 2025 do Campeonato Brasileiro; e (iv) uma discussão sobre as implicações práticas e teóricas dos achados.

4.1. DESEMPENHO E VALIDAÇÃO DOS MODELOS

Para assegurar a robustez das previsões, os modelos foram validados utilizando o conjunto de teste (temporada 2024). A performance foi medida com as métricas de Erro Quadrático Médio (MSE) para a Distribuição de Poisson e o Brier Score para a Regressão Logística.

Modelo de Poisson (Previsão de Gols): O modelo obteve um MSE de 1.24. Este valor, considerado baixo no contexto de gols em partidas de futebol, indica que o modelo conseguiu prever o número de gols com um erro médio aceitável, captando bem a dinâmica ofensiva e defensiva das equipes.

Figura 4 – Distribuição comparativa entre gols observados e distribuição de Poisson



Fonte: Elaboração própria com base nos dados observados da temporada 2024 e nas previsões do modelo.

A adequação da distribuição de Poisson para modelar o número de gols pode ser observada na Figura 4, que compara a frequência de gols registrados em partidas reais com a distribuição prevista pelo modelo. Nota-se que a Poisson reproduz a tendência geral da variável. Contudo, uma análise detalhada da Figura 4 revela discrepâncias: há uma subestimação moderada da probabilidade de zero gols e uma discrepância acentuada para 2 gols, como apontado na avaliação. O modelo apresenta melhor aderência nas caudas, para 3 e 4 gols, mas a sua dificuldade em ajustar precisamente os eventos mais comuns (0, 1 e 2 gols) evidencia a necessidade de ajustes ou modelos complementares para capturar eventos de baixa ou alta frequência.

Modelo de Regressão Logística (Probabilidade de Resultados): O modelo alcançou um Brier Score de 0.19. Como o Brier Score varia de 0 (perfeito) a 1, o resultado de 0.19 demonstra uma boa calibração. Um modelo é considerado bem calibrado quando suas previsões de probabilidade correspondem às frequências reais; por exemplo, resultados para os quais o modelo atribui 70% de chance devem ocorrer em aproximadamente 70% das vezes. O Brier Score (0.19) é uma média dos erros quadráticos dessas previsões. Um valor baixo como 0.19 indica que, em média, as probabilidades geradas pelo modelo (como 70%, 30%, etc.) estiveram próximas das frequências reais observadas, conferindo confiabilidade ao modelo.

Esses resultados validam a capacidade dos modelos em gerar previsões precisas e bem calibradas, fornecendo uma base sólida para a identificação de apostas de valor.

4.2 . IDENTIFICAÇÃO DE APOSTAS DE VALOR: ANÁLISE DE CASO

A principal aplicação do modelo foi comparar suas probabilidades com as *odds* oferecidas pelo mercado para identificar discrepâncias. Uma análise sistemática do conjunto de testes revelou vários casos em que o mercado parecia subestimar ou superestimar determinadas equipes.

Um exemplo notável foi o confronto entre Flamengo e Palmeiras, disputado no Maracanã durante a temporada de 2023. As *odds* médias do mercado e as probabilidades calculadas pelo nosso modelo são apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Comparação entre probabilidades de resultado (mercado vs. modelo estatístico) para Flamengo x Palmeiras – Brasileirão 2023

Resultado	Odds Médias do Mercado	Prob. Implícita (Mercado)	Prob. Calculada (Modelo)	Discrepância
Vitória Flamengo	2.1	47.6%	55.2%	+7.6%
Empate	3.4	29.4%	28.1%	-1.3%
Vitória Palmeiras	3.6	27.8%	16.7%	-11.1%

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Google Colab (2025).

A análise do Quadro 1 revela duas descobertas importantes: 1- O modelo atribuiu ao Flamengo uma probabilidade de vitória (55.2%) significativamente maior do que a implícita nas *odds* do mercado (47.6%). 2- Consequentemente, o mercado superestimou a probabilidade de vitória do Palmeiras (27.8% vs. 16.7% do modelo).

Essa discrepância configura uma aposta de valor na vitória do Flamengo. O Valor Esperado (EV) calcula o retorno médio de uma aposta se ela fosse repetida sob as mesmas condições. Para uma aposta de R$100,00 na vitória do Flamengo, com *odds* de 2.1, o retorno total é de R$210,00 (R$100,00 da aposta + R$110,00 de lucro/retorno líquido). O cálculo do EV, utilizando a probabilidade do nosso modelo (55.2%), seria: EV = (probabilidade de ganhar * lucro líquido) - (probabilidade de perder * valor apostado). EV = (0.552 * R$110) – (0.448 * R$100) = R$60,72 – R$44,80 = +R$15,92. Isso indica que, para cada R$100,00 apostados, o retorno esperado

segundo o modelo seria de R$15,92. Este valor positivo sugere uma potencial ineficiência de precificação neste evento específico, onde a probabilidade calculada pelo modelo é superior à implícita no mercado.

4.3. SIMULAÇÃO DA TEMPORADA E PREVISÃO DO CAMPEÃO (BRASILEIRÃO 2025)

Utilizando a Simulação de Monte Carlo, a temporada completa do Campeonato Brasileiro de 2025 foi simulada 10.000 vezes. Os resultados consolidados permitiram estimar a probabilidade de cada equipe ser campeã, conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 – Probabilidade de título no Brasileirão 2025: comparação entre modelo estatístico e *odds* de mercado.

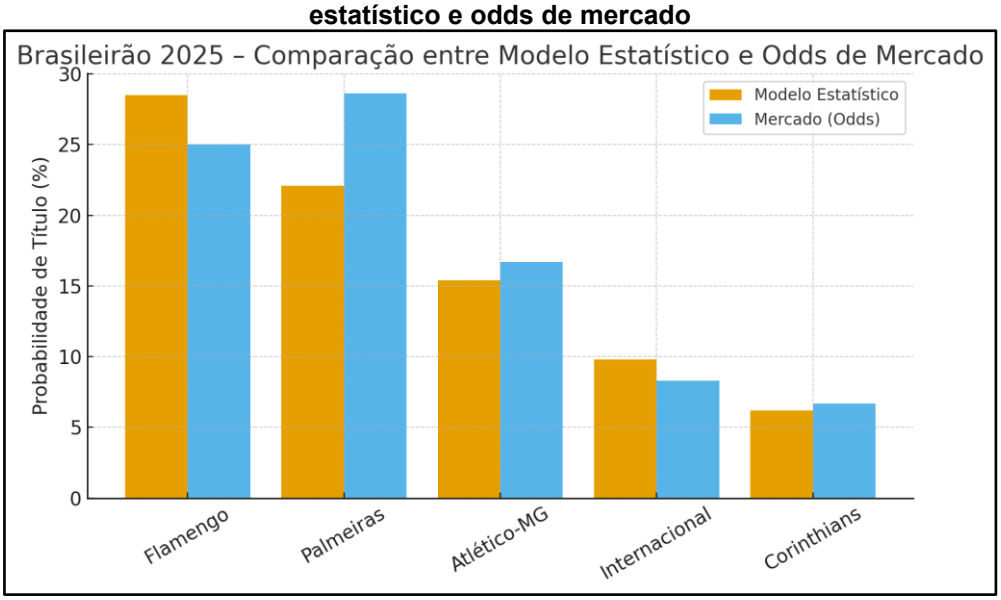
Posição	Clube	Prob. Título (%) - Modelo	Odds Futuras (Mercado)	Prob. Implícita (%) - Mercado	Diferença (Modelo-Mercado)
1º	Flamengo	28.5%	4.00	25.0%	+3.5
2º	Palmeiras	22.1%	3.50	28.6%	-6.5
3º	Atlético-MG	15.4%	6.00	16.7%	-1.3
4º	Internacional	9.8%	12.00	8.3%	+1.5
5º	Corinthians	6.2%	15.00	6.7%	-0.5

Fonte: Elaboração própria com base em simulações de Monte Carlo (10.000 repetições) e *odds* coletados em casas de apostas online (2024).

Conforme apresentado no Quadro 2, as probabilidades estimadas pelo modelo diferem em alguns pontos relevantes das *odds* de mercado. Para facilitar a visualização dessas discrepâncias, a Figura 5 ilustra a comparação gráfica entre as duas fontes. Nota-se que o Flamengo apresenta uma probabilidade de título superior no modelo (28,5%) em relação ao mercado (25,0%), enquanto o Palmeiras aparece superestimado nas *odds* (28,6%) quando comparado à projeção estatística (22,1%). Essas diferenças reforçam a hipótese de que a precificação do mercado pode ser influenciada por vieses cognitivos dos apostadores. Fatores como a "popularidade" (maior cobertura da mídia e grande base de fãs) podem levar a um viés de disponibilidade, onde o público superestima as chances de equipes mais conhecidas. Isso se alinha ao que será discutido posteriormente como o "viés do favorito-azarão", onde equipes populares (favoritos) recebem um volume desproporcional de apostas,

distorcendo as *odds* de seus indicadores objetivos de desempenho.

Figura 5 – Comparação das probabilidades de título no Brasileirão 2025 segundo modelo estatístico e odds de mercado



Fonte: Elaboração própria com base em simulações (10.000 repetições) e odds coletados em casas de apostas (2025).

A simulação aponta o Flamengo como o favorito estatístico, com 28.5% de chance de título. Curiosamente, as *odds* futuras do mercado no momento da análise posicionavam o Palmeiras como o principal favorito (28.6% de probabilidade implícita).

Essa divergência sugere que o mercado pode estar atribuindo um peso maior a fatores recentes ou à popularidade da equipe (viés de mercado), enquanto o modelo, baseado em um histórico de dados mais amplo e em variáveis de desempenho, identifica o Flamengo como a equipe com maior probabilidade de sucesso.

4.4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados indicam que, embora o mercado de apostas brasileiro seja relativamente eficiente, ele não é perfeito. As discrepâncias identificadas, como no caso do jogo Flamengo vs. Palmeiras, tendem a ocorrer em jogos de grande apelo popular, onde o volume de apostas "intuitivas" pode distorcer as *odds*.

O modelo estatístico, livre de vieses emocionais, conseguiu identificar essas distorções de forma sistemática. A superestimação de equipes como o Palmeiras nas odds pode ser explicada pelo "viés do favorito-azarão", onde o público tende a apostar excessivamente em favoritos conhecidos, mesmo quando as *odds* não oferecem valor.

A previsão para o campeão de 2025 reforça essa hipótese. O favoritismo do Palmeiras no mercado, apesar de uma probabilidade estatística inferior à do Flamengo, sugere que a percepção pública e a narrativa da mídia podem influenciar a precificação mais do que a análise puramente estatística.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo propôs-se a comparar a eficácia da análise estatística com a precificação do mercado de apostas esportivas do Campeonato Brasileiro. O objetivo principal foi desenvolver e validar um modelo quantitativo capaz de identificar discrepâncias entre as probabilidades calculadas [pelo modelo] e as *odds* oferecidas, alinhando-se à tradição de pesquisas que buscam avaliar a eficiência do mercado de apostas em futebol (DIXON; COLES, 1997).

Os resultados confirmam a hipótese central da pesquisa: embora o mercado brasileiro seja eficiente, ele não é impenetrável a uma análise rigorosa. A validação dos modelos demonstrou a capacidade do arcabouço metodológico em gerar previsões precisas e bem calibradas.

A principal contribuição deste trabalho foi a identificação e análise de discrepâncias estatisticamente relevantes entre as previsões do modelo e as do mercado, o que permite a identificação de potenciais 'apostas de valor' (como definido no referencial teórico). A análise de caso revelou uma subestimação estatística da probabilidade de vitória do Flamengo pelo mercado.

Este achado levanta a hipótese de que vieses cognitivos (como o 'viés de disponibilidade' ou 'popularidade' das equipes) podem criar distorções nas *odds*. Conforme apontado na avaliação, trata-se de uma hipótese que precisaria ser comprovada (ou refutada) em estudos futuros focados na causalidade, visto que o escopo deste trabalho limitou-se a demonstrar a *existência* da discrepância.

É fundamental reconhecer as limitações do estudo. A não inclusão de variáveis dinâmicas, como lesões de jogadores-chave ou mudanças táticas, representa uma simplificação da realidade. Além disso, a precisão das *odds* coletadas e a liquidez do mercado são fatores não controlados nesta análise.

Para pesquisas futuras, sugere-se a aplicação de modelos mais avançados, conforme explorado por Santana et al. (2023), como Redes Neurais ou Gradient

Boosting, que podem capturar relações não-lineares nos dados. A inclusão de dados em tempo real e a análise de sentimento poderiam enriquecer ainda mais a capacidade preditiva. A expansão da análise para outros mercados de apostas, como número de cantos ou cartões, também representa um campo fértil para investigações.

Conclui-se, portanto, que a análise estatística é uma ferramenta indispensável para o apostador que busca operar de forma estratégica, transformando a aposta de um ato de sorte em um exercício de análise de risco e valor, fundamentado em modelos preditivos robustos.

REFERÊNCIAS

ALVES BATISTA, Pedro Henrique**. onalise-estatistica**. GitHub, 2025. Disponível em: https://github.com/phbatista/odds-analise-estatistica. Acesso em: 16 set. 2025.

BRASIL. Lei nº 14.790, de 29 de dezembro de 2023. **Dispõe sobre a modalidade lotérica denominada apostas de quota fixa; altera as Leis nº 5.768/1971, e 13.756/2018; e dá outras providências**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 dez. 2023. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/lei/l14790.htm. Acesso em: 30 out. 2025.

BRIER, G. W. ***Verification of Forecasts Expressed in Terms of Probability***. Monthly Weather Review, v. 78, n. 1, p. 1-3, 1950.

CARMONA, P.; CLAPÉS, J.; SUREDA, B. ***Predicting football results using Bayesian networks and neural networks***. Journal of Sports Analytics, v. 5, p. 45-63, 2019.

CHUGANI, Vinod**. Distribuição de Poisson: Um guia abrangente**. DataCamp, 2024. Disponível em: https://www.datacamp.com/pt/tutorial/poisson-distribution. Acesso em 30 out. 2025.

DIXON, M. J.; COLES, S. G. ***Modelling Association Football Scores and Inefficiencies in the Football Betting Market***. Journal of the Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics), v. 46, n. 2, p. 265-280, 1997.

FERREIRA, P. H.; RAMOS, G. **Ciência de Dados no Futebol: Uma Análise Estatística das Cotações de Casas de Apostas Online.** Revista Eletrônica Matemática e Estatística em Foco, v. 11, n. 1, 2024.

GRAND VIEW RESEARCH. ***Sports Betting Market Size, Share & Trends Analysis Report***. San Francisco: Grand View Research, Inc., 2024. Disponível em: https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/sports-betting-market-report. Acesso em: 30 out. 2025.

HEUER, A.; MÜLLER, C.; RUBNER, O. ***Soccer: Is scoring goals a predictable Poissonian process?*** European Physical Journal B, v. 67, p. 445-458, 2009.

KNOTTENBELT, W. J.; RUSU, A. A.; SPOTTISWOODE, R. P. ***Predicting football results using goal expectancy models.*** In: PROCEEDINGS OF THE 3RD INTERNATIONAL CONFERENCE ON MATHEMATICS IN SPORT, p. 105-112, 2011.

NUNES CARVALHO, João Cláudio**. Entendendo a Regressão Logística**. Medium, 2021. Disponível em: https://joaoclaudionc.medium.com/entendendo-a-regress%C3%A3o-log%C3%ADstica-24828ae9ad5c. Acesso em 30 out. 2025.

RUE, H.; SALVESEN, O. ***Prediction and Retrospective Analysis of Soccer Matches in a League.*** Statistician, v. 49, p. 399-418, 2000.

SANTANA, P. C.; OLIVEIRA, C. R.; ALMEIDA, L. A. **Análise de Modelos Estatísticos para Previsão de Jogos de Futebol.** Revista Brasileira de Estatística Aplicada ao Esporte, v. 12, n. 2, p. 89-103, 2023.

STEFANUCCI, C.; SANTOS, R. **Previsão de Resultados do Campeonato Brasileiro de Futebol utilizando Machine Learning**. In: SEMINÁRIO DE ESTATÍSTICA APLICADA AO ESPORTE, 2022.

WÜHRER, T.; KURZ, C. ***The role of statistical models in sports betting: An empirical comparison of prediction models.*** Journal of Gambling Studies, v. 38, n. 1, p. 95-113, 2023.

AS CERTFICAÇÕES DE SUSTENTABILIDADE NA ÁREA DE PAPEL E CELULOSE E SUA IMPORTÂNCIA NO COMÉRCIO INTERNACIONAL
SUSTAINABILITY CERTIFICATIONS IN THE PULP AND PAPER INDUSTRY AND THEIR IMPORTANCE IN INTERNATIONAL TRADE

Guilherme Arantes Nogueira[1]
Giovani Arantes Nogueira[2]
Profª. Me. Silvia Panetta Nascimento[3]

RESUMO: A certificações de sustentabilidade na indústria de celulose e papel tornaram-se ferramentas estratégicas para o fortalecimento da competitividade no comércio internacional. Este estudo teve como objetivo analisar a importância das certificações ambientais, como o FSC (Forest Stewardship Council), PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification) e ISO 14001, na inserção e consolidação de empresas do setor em mercados globalizados. A metodologia adotada foi o estudo de caso das indústrias Klabin e Suzano, localizadas na região de Itapetininga, em São Paulo, visando identificar as principais certificações de sustentabilidade no segmento de celulose e papel e avaliar sua importância no comércio internacional. Os resultados demonstram que a adoção de práticas sustentáveis certificadas leva a uma maior aceitação dos produtos nos mercados externo e interno, principalmente em países com legislações ambientais rigorosas e consumidores mais conscientes. Além disso, as certificações reduzem barreiras comerciais, agregam valor ao produto, aumentam a transparência na cadeia produtiva e contribuem para a imagem institucional das empresas. Conclui-se que, no contexto global, as certificações de sustentabilidade deixaram de ser apenas um diferencial competitivo e passaram a ser um requisito para acesso a determinados mercados, funcionando como instrumentos de legitimidade ambiental e comercial.
Palavras-chave: Cadeia Florestal; Exportação; Meio ambiente.

.

ABSTRACT: Sustainability certifications in the pulp and paper industry have become strategic tools for strengthening competitiveness in international trade. This study aimed to analyze the importance of environmental certifications, such as the FSC (Forest Stewardship Council), PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification) and ISO 14001, in the integration and consolidation of companies in the sector in globalized markets. The methodology used in this work began with exploratory and descriptive research, aiming to identify the main sustainability certifications in the pulp and paper segment at the Klabin and Suzano industries, located in the Itapetininga region of São Paulo, and assess their importance in international trade. The results demonstrate that the adoption of certified sustainable practices leads to greater acceptance of products in foreign and domestic markets, especially in countries with strict environmental legislation and more conscious consumers. Furthermore, certifications reduce trade barriers, add value to the product, increase transparency in the production chain, and contribute to the institutional image of companies. It is concluded that, in the global context, sustainability certifications are no longer just a competitive differentiator and have become a requirement for access to certain markets, functioning as instruments of environmental and commercial legitimacy.
Keywords: Forest Chain; Export; Environment.

Comércio Exterior - Fatec Itapetininga- E-mail: giovani.nogueira@fatec.sp.gov.br[1]
Comércio Exterior - Fatec Itapetininga - E-mail: guilherme.nogueira16@fatec.sp.gov.br[2]
Comércio Exterior - Fatec Itapetininga -E-mail: silvia@fatecitapetininga.edu.br[3]

1 INTRODUÇÃO

O segmento de papel e celulose tem grande importância na economia nacional por sua contribuição no saldo positivo da balança comercial. Em 2023, foi responsável por 3,9% das exportações brasileiras. Além de maior exportador mundial de celulose, o Brasil destaca-se também na ´produção de papel, este principalmente voltado ao mercado interno, ocupando a oitava posição mundial. O setor emprega diretamente e indiretamente aproximadamente 2,6 milhões de pessoas, contribuindo significativamente para o desenvolvimento socioeconômico, especialmente em regiões com menor industrialização (AMTRANS, 2025; WGPAPEIS,2024; INFLOR, 2025).

A relação entre meio ambiente e comércio exterior vem ganhando relevância nos últimos anos, em vista da crescente demanda internacional por produtos ambientalmente responsáveis, cuja produção seja apoiada em práticas sustentáveis. Considerando que o setor de papel e celulose tem como sua principal matéria-prima as árvores e, no Brasil, as florestas ocuparem aproximadamente dois terços da área total, ainda que divididas entre nativas e plantadas, é crescente o interesse por informações sobre a origem dessa matéria-prima (Mourão et al., 2023).

A produção de celulose no Brasil é baseada em florestas plantadas de eucalipto, uma fonte renovável que contribui para a redução da pressão sobre as florestas nativas, no entanto, a atividade também requer grandes volumes de água e energia e, portanto, ações sustentáveis são imprescindíveis para o desenvolvimento sustentável, além de tornar viável a produção e comercialização de longo prazo, visto os novos acordos comerciais e pactos ecológicos (FLEXOINFOCO, 2024, Mourão et al, 2023).

Diante da grande concorrência no mercado global de papel e celulose, apresentam-se algumas questões, a saber: como as empresas podem se destacar e conquistar maior participação no cenário internacional? Será que investir na obtenção de certificações reconhecidas internacionalmente pode ser uma estratégia eficaz para aumentar a competitividade? Quais são as dificuldades e desafios relacionados à implantação dessas certificações?

Este trabalho teve por objetivo, portanto, identificar as principais certificações de sustentabilidade no segmento de papel e celulose e avaliar sua importância no comércio internacional, destacando os benefícios e vantagens dessas certificações;

identificando os requisitos para a obtenção dessas certificações; além de verificar desafios e oportunidades na obtenção dessas certificações.

A região de Itapetininga, no estado de São Paulo, detém duas importantes empresas do segmento de papel e celulose: Suzano e Klabin. A partir de estudos de caso dessas empresas, serão identificadas as certificações que elas detêm e será avaliada a importância dessas certificações no mercado global de papel e celulose e como impactam as exportações desses produtos.

A Suzano S.A., com fábrica localizada em Itapetininga, São Paulo, é uma das maiores exportadoras de celulose e papel do mundo. A Klabin S.A., cuja sede está localizada em Angatuba, SP e com operações em várias regiões do Brasil, é reconhecida por sua excelência em embalagens sustentáveis. O tema foi escolhido de acordo com a relevância das certificações para demonstrar ações de sustentabilidade adotadas pelas empresas, as quais, juntamente com a qualidade, são critérios essenciais para a competitividade das empresas, atualmente.

2 METODOLOGIA

A metodologia utilizada no presente trabalho consistiu em uma revisão narrativa da literatura tendo como questão norteadora a identificação das principais certificações de sustentabilidade valorizadas no segmento global de papel e celulose.

Por meio de estudo de caso das indústrias Klabin e Suzano, com unidades fabris na região de Itapetininga-SP, foram coletados dados sobre certificação de sustentabilidade com o intuito de destacar os benefícios e vantagens dessas certificações no mercado internacional de papel e celulose.

Para o levantamento de dados foi elaborado um questionário semiestruturado abordando as seguintes questões: quais certificações de sustentabilidade a empresa detém? quais são os produtos/ processos certificados? o que motivou a empresa a obter tais certificações? quais as dificuldades e benefícios na obtenção dessas certificações? A partir do contato com as empresas, por meio de e-mail, foi orientado a obter tais informações diretamente no site das empresas, bem como nos relatórios de sustentabilidade e central de indicadores.

Os dados coletados foram analisados por meio de análise qualitativa, buscando efetuar a relação entre sustentabilidade e mercado, com o intuito de destacar os

benefícios e vantagens das certificações de sustentabilidade e identificar os desafios e oportunidades para fornecer estratégias na expansão global.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 SEGMENTO DE PAPEL E CELULOSE NO BRASIL

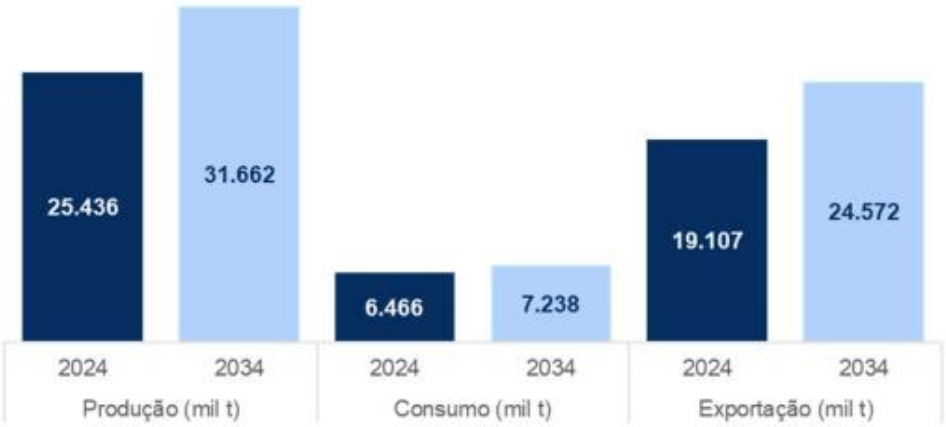
O setor florestal brasileiro é um importante segmento da economia nacional, sendo responsável por 3,9% das exportações totais do Brasil, com um saldo comercial positivo de US$ 11,6 bilhões em 2023. Nesse ano o país exportou US$ 12,7 bilhões em produtos florestais, sendo a China o principal destino (WGPAPEIS,2024).

Os produtos florestais representam a quarta posição na classificação do valor das exportações do agronegócio nacional, abaixo do complexo soja, carnes e complexo sucroalcooleiro. De janeiro a maio de 2024, as exportações desse complexo foram destinadas a 162 países, totalizando U$ 6,8 bilhões, sendo que a celulose correspondeu a 58,6% desse valor, madeira 25,7% e papel, 15,6% (Agrostat, 2024).

Em 2023, o Brasil consolidou-se como o maior exportador mundial de celulose, com 18 milhões de toneladas exportadas e respondendo por 31% das exportações mundiais desse produto (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA, 2024a).

O país também ocupa a segunda posição como produtor global de celulose, atrás apenas dos Estados Unidos. E as projeções realizadas pela Secretaria de Política Agrícola do Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa) e pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), no estudo "Projeções do Agronegócio, Brasil 2024 a 2034" (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA, 2024b), mostram um aumento de 24% na produção para o período estudado, a uma taxa anual de crescimento de 2,2% (Figura 1). Do volume produzido 77,2% serão destinados ao mercado externo.

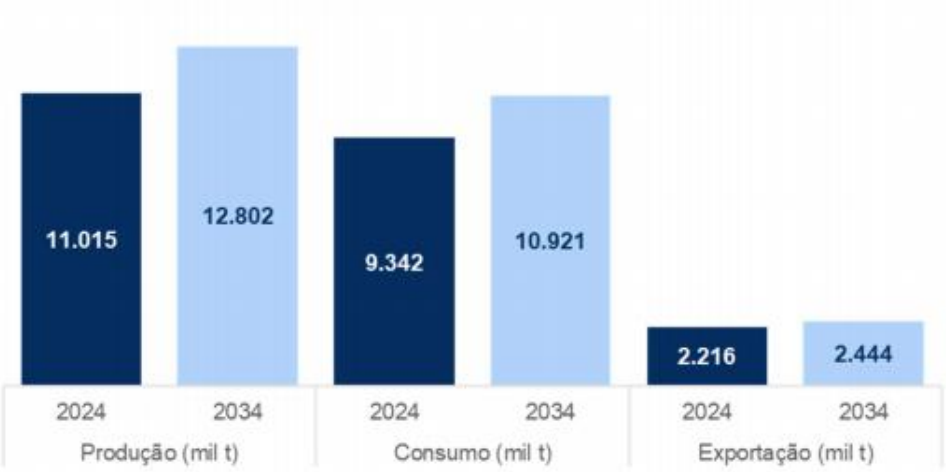
Figura 1 – Produção, consumo e exportação de celulose (mil toneladas)



Fonte: Secretaria de Política Agrícola do Ministério da Agricultura e Pecuária, 2024.

O mesmo estudo mostra que o mercado interno continuará sendo o principal destino da produção de papel, nos próximos anos, com 85,3% da produção, que também deverá aumentar 16,2%, a uma taxa de crescimento de 1,5%, conforme apresentado na figura 2. O Consumo de papel terá um aumento de 16,9%, superando o aumento no consumo de celulose, de 11,9%.

Figura 2 – Produção, consumo e exportação de papel (mil toneladas)



Fonte: Secretaria de Política Agrícola do Ministério da Agricultura e Pecuária, 2024.

A cadeia produtiva de produtos florestais no Brasil envolve aproximadamente 1,3 milhão de proprietários que cultivam madeira, abrangendo uma área de 9,9 milhões de hectares de florestas plantadas e 6,6 milhões de hectares de áreas conservadas em propriedades privadas (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA, 2025). As principais espécies cultivadas no país são eucalipto e pinus,

matérias-primas utilizadas na produção de papel e celulose. A produção brasileira de produtos florestais se destaca pela sustentabilidade, com 90% da energia consumida nos processos produtivos sendo gerada a partir de fontes renováveis (SERVIÇOS E INFORMAÇÕES DO BRASIL, 2024).

A Indústria Brasileira de Árvores (IBA) abrange 47 empresas e 10 entidades estaduais ligadas ao setor, o qual tem investimentos estimados em R$ 105 bilhões até 2028, voltados à construção de novas fábricas e ampliação de unidades existentes. Empresas como Arauco, Suzano, CMPC, Bracell e Klabin lideram esses investimentos, que serão responsáveis pela criação de, aproximadamente, 36 mil empregos durante as obras e mais 7,3 mil empregos diretos e indiretos após a entrada em operação das novas unidades (SERVIÇOS E INFORMAÇÕES DO BRASIL, 2024; JD1NOTICÍAS, 2024; ROTA BIOCEÂNICA, 2024).

3.2 SUSTENTABILIDADE

Sustentabilidade é o uso consciente dos recursos naturais para suprir as necessidades do presente sem comprometer as futuras gerações. É essencial para preservar o meio ambiente, garantir justiça social e manter o desenvolvimento econômico. (AGROSTAT, 2023)

Na indústria de papel e celulose, a sustentabilidade é fundamental, pois o setor depende de recursos como madeira, água e energia, podendo trazer impactos severos ao meio ambiente (Mourão et al., 2023).

No Brasil, a produção de papel e celulose é baseada em florestas plantadas e manejo florestal responsável. Além disso, empresas brasileiras têm investido em tecnologias que permitem a produção de 77,4% da energia elétrica consumida pelo setor, utilizando fontes renováveis como a bioenergia proveniente de resíduos de madeira (MOBIL, 2024).

O Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA, 2025) estimula a produção sustentável e para tanto criou o “Plano Floresta+Sustentável”, uma iniciativa que visa impulsionar o desenvolvimento do setor de florestas plantadas no Brasil, além de recuperar áreas degradadas e fortalecer cadeias produtivas florestais.

A estrutura do plano se baseia em três eixos fundamentais:

- **Florestas Plantadas** – incentiva o cultivo sustentável de árvores para fins econômicos e ambientais.

- **Economia Florestal** – promove o desenvolvimento de cadeias produtivas ligadas ao setor florestal.
- **Rede Floresta+** – Conecta iniciativas e projetos voltados à recuperação e manejo sustentável das florestas.

Além de fomentar práticas sustentáveis, o Plano também possibilita investimentos e inovação no setor florestal. Ele faz a ligação entre governo, investidores e projetos inovadores, promovendo ações que auxiliam na gestão sustentável das florestas.

O setor de papel e celulose no Brasil também tem se comprometido com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 das Nações Unidas, implementando ações que visam a sustentabilidade ambiental, social e econômica (ENGEMA, 2021). Essas iniciativas incluem a redução do uso de água em 75% nos últimos 40 anos e a reciclagem de 100% dos resíduos sólidos gerados na produção de celulose (MOBIL, 2024).

A busca por certificações internacionais, especialmente aquelas voltadas à sustentabilidade e à gestão de qualidade, pode melhorar significativamente a competitividade das empresas no mercado global. Tais certificações funcionam como garantia de boas práticas ambientais, sociais e de produção, atendendo às exigências dos consumidores e mercados internacionais e contribuindo para a valorização da marca e acesso a novos clientes (Suzano, 2024).

3.3 CERTIFICAÇÕES DE SUSTENTABILIDADE

A certificação consiste em um mecanismo de avaliação da conformidade, que atesta que um produto, processo ou sistema atende a requisitos estabelecidos em normas e padrões, o que promove a segurança dos usuários, a qualidade dos produtos e serviços, bem como a proteção ao meio ambiente (Rosa, 2022).

No processo de certificação uma instituição credenciada e independente do processo de comercialização, avalia, por meio de auditorias e análises, se o produto, processo ou sistema está em conformidade com normas e regulamentos aplicáveis. A certificação é, portanto, um diferencial importante para as empresas, frente aos seus concorrentes, pois demonstra o compromisso com a qualidade, a segurança e a excelência em seus produtos e serviços, o que também agrega valor às marcas e facilita a introdução de novos produtos no mercado (ABNT, 2025).

Dentre os vários tipos de certificação disponíveis atualmente, encontram-se as certificações de sustentabilidade, as quais atestam que as empresas que as detém, adotam boas práticas de preservação ambiental. No Brasil há mais de 30 tipos de certificações de sustentabilidade, mas algumas são direcionadas a setores específicos. Com essa certificação é possível demonstrar os processos, produtos e/ou serviços são sustentáveis, o que melhora a reputação da empresa, traz visibilidade e gera oportunidades de negócios (SEBRAE, 2022).

Certificações de sustentabilidade são frequentemente exigidas em países desenvolvidos, aumentando a confiabilidade dos produtos. Empresas certificadas são vistas como inovadoras e alinhadas às demandas ambientais. Em sua teoria da vantagem competitiva, "certificações podem funcionar como uma barreira estratégica contra concorrentes, permitindo às empresas diferenciarem-se nos mercados globais" (Klabin, 2025).

A certificação florestal estimula melhorias para a conservação da biodiversidade e a manutenção do ecossistema, contribuindo para a fixação de carbono, proteção dos solos contra erosão e melhoria das condições de segurança e saúde no trabalho, bem como envolvimento com comunidades locais. Além disso, facilita a gestão de questões legais e administrativas relacionadas à origem da madeira e dos produtos derivados (Suzano, 2024).

Especificamente no setor florestal, os sistemas de certificação florestal mais difundidos em todo o mundo são o FSC (*Forest Stewardship Council*) e o PEFC (*Program for the Endorsement of Forest Certification Schemes*). Também com reconhecimento mundial a ISO 14001 demonstra o compromisso das empresas com o meio ambiente, por meio de um sistema de gestão ambiental.

3.3.1 FSC

O FSC (*Forest Stewardship Council*) é uma organização internacional que promove o manejo responsável das florestas, garantindo que produtos florestais sejam provenientes de práticas sustentáveis. A certificação FSC é amplamente reconhecida por assegurar que os produtos florestais, como madeira e papel, são originados de florestas manejadas de forma ambientalmente adequada, socialmente benéfica e economicamente viável. (FSC.ORG, 2025)

A certificação FSC verifica que os produtos florestais seguem práticas responsáveis em toda a cadeia produtiva. Isso inclui a proteção de *habitats* naturais, o respeito aos direitos dos trabalhadores e comunidades locais, e a preservação de altos valores de conservação (FSC.ORG, 2025)

Os requisitos exigidos para obter a certificação, de acordo com FSC ORG (2025), seguem relacionados

- **Gestão Florestal Responsável**: atender os Princípios e Critérios do FSC, que incluem requisitos ambientais, sociais e econômicos.
- **Auditorias**: realizadas por certificadoras acreditadas.
- **Cadeia de Custódia**: garantir a rastreabilidade dos produtos certificados ao longo de toda a cadeia produtiva.
- **Conformidade Legal**: cumprir todas as leis e regulamentos aplicáveis.
- **Monitoramento Contínuo**: manter auditorias anuais para garantir a conformidade com os padrões do FSC.

3.3.2 PEFC

O PEFC (*Programme for the Endorsement of Forest Certification*) é uma organização internacional sem fins lucrativos que promove o manejo florestal sustentável por meio de um sistema de certificação florestal independente. A certificação PEFC permite que os gestores florestais garantam que suas práticas sejam ambientalmente responsáveis, socialmente justas e economicamente viáveis, promovendo o equilíbrio entre pessoas, planeta e lucro. Centenas de milhares de proprietários florestais em todo o mundo, desde pequenas propriedades rurais familiares até grandes corporações, já obtiveram essa certificação, abrangendo mais de 300 milhões de hectares de floresta (PEFC BRASIL, 2024).

O objetivo da certificação PEFC é promover a gestão florestal sustentável, por meio da adoção de boas práticas na floresta que assegurem que a madeira, a cortiça e os outros produtos florestais não-lenhosos são produzidos de acordo com os melhores padrões éticos, ecológicos e sociais (APCER S.A, 2023).

A certificação florestal PEFC garante a rastreabilidade e origem da matéria-prima de origem florestal, atuando ao longo de todos os elos da cadeia de produção, implementando práticas que assegurem a conservação dos ecossistemas florestais,

seu manejo responsável, condições de trabalho digno e respeito aos direitos das comunidades locais, é mais uma forma para que produtores florestais e empresas que utilizam tais produtos possam demonstrar sua responsabilidade socioambiental junto à sociedade e compradores internos e externos, atendendo às mais recentes legislações socioambientais (IMAFLORA, 2024).

De acordo com PEFC BRASIL (2024), a certificação PEFC requer os seguintes requisitos:

Ambiental

- Manutenção, conservação e melhoria da biodiversidade.
- Proteção de áreas ecologicamente importantes.
- Proibição de conversão de florestas e exclusão de plantações resultantes de conversões inadequadas.
- Proibição de árvores geneticamente modificadas e de produtos químicos perigosos.
- Práticas climáticas positivas (redução de emissões de GEE).

Social

- Reconhecimento do **consentimento livre, prévio e informado (CLPI)** dos povos indígenas.
- Promoção da igualdade de gênero e do tratamento justo dos trabalhadores.
- Promoção da saúde e bem-estar das comunidades florestais.
- Respeito aos direitos humanos nas operações florestais.

Econômico e trabalhista

- Conformidade com convenções fundamentais da **OIT**.
- Respeito ao salário-mínimo, com progressão até o **salário digno**.

Governança e participação

- Respeito às múltiplas funções sociais e culturais das florestas.
- Consulta efetiva às comunidades locais e partes interessadas.
- Respeito à propriedade, posse da terra e direitos tradicionais.

3.3.3 ISO 14001

A ISO 14001 é uma norma internacional criada pela Organização Internacional de Padronização (ISO - *International Organization for Standardization*) que estabelece os requisitos para a implementação de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA). Seu

objetivo principal é ajudar as organizações a identificar, controlar e reduzir os impactos ambientais de suas atividades, produtos e serviços, promovendo a sustentabilidade e a melhoria contínua (NOMUS, 2025)

A certificação ISO 14001 garante que uma organização possui um SGA eficiente e alinhado aos padrões internacionais. Isso inclui o cumprimento de requisitos legais ambientais, a gestão de riscos ambientais e a adoção de práticas sustentáveis. A certificação é concedida após auditorias externas realizadas por organismos acreditados (ROCHA CERQUEIRA, 2025).

Os principais requisitos para obter a ISO 14001, conforme apontado por AMBLEGIS (2025), são apresentados a seguir:

- **Estabelecimento do Sistema de Gestão Ambiental**: implementar um sistema que atenda às normas da ISO 14001.
- **Documentação**: manter registros detalhados sobre as atividades e impactos ambientais.
- **Política Ambiental**: desenvolver uma política que reflita os compromissos ambientais da organização.
- **Planejamento Ambiental**: identificar aspectos ambientais significativos e estabelecer metas para sua gestão.
- **Implementação e Operação**: definir responsabilidades e procedimentos para controlar os impactos ambientais.
- **Verificação**: monitorar e medir o desempenho ambiental, realizar auditorias internas e corrigir não conformidades.
- **Melhoria Contínua**: comprometer-se com o aprimoramento constante do sistema e do desempenho ambiental.

3.4 CERTIFICADO FITOSSANITÁRIO

Na exportação de produtos vegetais, além de atestar a sustentabilidade da produção, é necessário ainda atender a outros requisitos, que garantam, não apenas a legalidade e eficiência do processo, como também às exigências fitossanitárias impostas pelos países importadores.

Os requisitos fitossanitários de exportação são disponibilizados pelo Departamento de Sanidade Vegetal e Insumos Agrícolas – DSV/MAPA na tabela de

Requisitos Fitossanitários de Exportação no Sistema T-Rex (Sistema de consulta do Ministério da Agricultura e Pecuária), os quais devem ser apresentados nas Unidades de Vigilância Agropecuária Internacional (VIGIAGRO) do ponto de saída do país, de modo a atender o disposto na Portaria nº 177, de 16 de junho de 2021 (BRASIL, 2021).

Essa Portaria estabelece os procedimentos e critérios para certificação fitossanitária na exportação e na importação de vegetais, partes de vegetais, produtos de origem vegetal e outros artigos regulamentados. De acordo com essa Portaria, o Certificado Fitossanitário é o passaporte vegetal na exportação, utilizado para atestar que plantas, produtos vegetais e produtos de origem vegetal cumprem as exigências do país importador e podem ingressar no seu território.

De acordo com as Norma Internacional para Medidas Fitossanitárias (NMF) nº 32 do IPPC (FAO, 2009), os produtos vegetais são categorizados de acordo com seu risco de veicular pragas. Nessa Norma, produtos de papel e celulose são classificados na categoria 1, segundo a qual, são “produtos processados até o ponto em que eles não permanecem capazes de serem infestados por pragas quarentenárias”. Dessa forma, são produtos para os quais não haveria necessidade de medidas fitossanitárias, entretanto, cabe ao país importador decidir sobre essa necessidade ou não.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme orientação dos funcionários que responderam, por meio eletrônico, à solicitação das informações sobre dados de certificação das empresas analisadas neste estudo, foram consultados os sites das empresas, bem como seus Relatórios de Sustentabilidade e Central de Indicadores, a partir dos quais foram obtidas as informações de cada empresa estudada, apresentadas nos itens subsequentes.

4.1 KLABIN

A empresa Klabin S/A é a maior produtora e exportadora de papéis para embalagens e de soluções sustentáveis em embalagens de papel, como papel-cartão e sacos industriais, atuando também no setor de celulose. Iniciou suas atividades há 126 anos e atualmente conta com 23 unidades industriais, sendo 22 unidades no

Brasil e uma na Argentina, empregando mais de 18.000 colaboradores. Tem capacidade anual de produção de 2,9 milhões de toneladas de papel e 1,6 milhões de toneladas de celulose.

A empresa dispõe de uma área total de 911 mil hectares, sendo 41% da área florestal composta por matas nativas conservadas. A Política de Sustentabilidade da Klabin integra toda a cadeia produtiva para oferecer ao mercado produtos de fontes renováveis e que respeitam o meio ambiente, garantindo a sustentabilidade e responsabilidade ambiental em suas operações, além de melhorar a qualidade e segurança de seus produtos. Foi a primeira empresa brasileira do setor de papel e celulose no Hemisfério Sul a certificar o manejo florestal, em 1998. Atualmente 100% de suas florestas tem essa certificação.

A Klabin possui certificações em vários sistemas, incluindo manejo florestal e cadeia de custódia, que integra toda a cadeia produtiva para oferecer ao mercado produtos de fontes renováveis e que respeitam o meio ambiente. Desta forma é certificada nos programas FSC e PEFC, além da ISO 14001, que demonstra Sistema de Gestão ambiental e a ISO 5001, que atesta contar com sistemas e processos que melhoram a eficiência energética.

Conforme disposto no Relatório de Sustentabilidade da Kabin (2024), essa empresa atua para ter uma cadeia de valor cada vez mais engajada em práticas socioambientais. Juntamente com as responsabilidades técnicas e comerciais, a cada ano um número maior de fornecedores é chamado a se envolver nos temas socioambientais da Companhia. Para os fornecedores considerados críticos (de acordo com valores negociados com a empresa, recorrência de compras e criticidade do fornecimento, entre outros requisitos), é empregada uma avaliação socioambiental pela plataforma EcoVadis, que considera critérios ambientais, de práticas trabalhistas e de direitos humanos, bem como de ética e de compras sustentáveis. Conhecido como Programa de Gestão Sustentável da Cadeia de Suprimentos, ele incentiva que os parceiros implementem e sigam boas práticas e que gerenciem adequadamente os potenciais riscos de suas atividades. Aqueles que pontuam abaixo da média esperada têm planos de ação monitorados anualmente e recebem suporte do Programa para implementação das melhorias indicadas.

4.2 SUZANO

A empresa Suzano S/A atua no setor de papel e celulose, com foco em produtos como celulose, papel-cartão, sacos industriais e embalagens, além de bioprodutos como lignina e celulose microfibrilada. É a maior fabricante de celulose do mundo e uma das maiores produtoras de papéis da América Latina, sendo líder no segmento de papel higiênico no Brasil.

No mercado há mais de 100 anos, a Suzano teve sua primeira fábrica instalada em São Paulo, em 1941, sendo a primeira empresa do mundo a produzir papel e celulose com 100% de fibra de eucalipto em escala industrial. Em 1964 iniciou a primeira exportação para a Argentina e, em 1975, passou a exportar para o mercado europeu. Atualmente exporta para mais de 100 países.

A empresa tem capacidade de produção anual de 13,4 milhões de toneladas de celulose e de 1,7 milhões de toneladas de papel. Cerca de 40% da área total é voltada para a conservação de florestas nativas, o que equivale a aproximadamente 1,1 milhão de hectares.

A Suzano possui certificações em manejo florestal e cadeia de custódia por meio dos programas FSC e PEFC, além de deter um Sistema Integrado de Gestão Ambiental atestado pela ISO 14001. A certificação demonstra o compromisso da empresa com práticas sustentáveis e ajuda a melhorar sua reputação no mercado. Além disso, a certificação ajuda a empresa a acessar novos mercados e melhorar a eficiência operacional, bem como facilita a gestão de questões legais e administrativas relacionadas à origem da madeira e de produtos derivados.

Entre as principais vantagens das certificações, são apresentadas a melhoria da reputação da marca; o acesso a novos mercados; identificação e eliminação de riscos ambientais; promoção da gestão mais eficiente e responsável dos recursos, além do incentivo a outras empresas a adotar medidas sustentáveis. A certificação FSC, por exemplo, garante que a empresa siga critérios rigorosos de manejo florestal, incluindo a conservação da biodiversidade e o respeito aos direitos dos trabalhadores e comunidades locais.

Na Suzano, a responsabilidade pela Sustentabilidade é compartilhada com todos os profissionais. E, conforme apresentado em seu Relatório de Sustentabilidade, o Conselho de Administração, assessorado pelo Comitê de Sustentabilidade, lidera as atividades nessa área. Esse Comitê tem como missão auxiliar na definição do posicionamento estratégico da companhia, identificando riscos e oportunidades ligados a questões socioambientais e seus impactos diretos e

indiretos na operação. Atualmente, o Comitê é composto por membros, conselheiros com experiência em sustentabilidade, membros independentes e especialistas internacionais em meio ambiente e sustentabilidade.

Sua Estratégia de Sustentabilidade, contempla os Compromissos em Renovar a Vida e a governança da atuação nos temas materiais da companhia, que impulsiona a promover mudanças significativas na forma como produzem, consomem e relacionam com o mundo, contribuindo para uma economia regenerativa. Em relação ao ambiente, a empresa trabalha para combater a crise climática, preservar os recursos hídricos, oferecer produtos renováveis, reduzir resíduos, gerar energia limpa e promover a biodiversidade. Monitorando de forma contínua o uso da água em suas operações, a gestão das certificações, as emissões de gases de efeito estufa em operações florestais, industriais e logísticas, o consumo de energia e a qualidade do ar.

A Suzano e a Klabin, têm em comum o fato de serem grandes empresas de setor de papel e celulose do Brasil, atuando no mercado internacional com foco em produtos sustentáveis, a partir de florestas renováveis de eucalipto, além de buscarem eficiência, controle de custos e disciplina de capital. As ações da Suzano e da Klabin aparecem em destaque na bolsa com perspectivas de valorização, impulsionadas por resultados operacionais e estratégias de investimento. A Suzano acumula o desempenho de alta de mais de 5% e tem potencial de valorização de até 30% em preço-alvo, enquanto a Klabin, apesar de desempenhar em quedas recentes cerca de 25%, atingindo o menor nível de cotação, tem o preço-alvo com potencial de alta superior a 60% de valorização (Money Times, 2025).

Tanto a Klabin, quanto a Suzano se destacam no setor de papel e celulose por adotarem certificações como FSC, PEPC e ISO 14001, que asseguram práticas ambientais corretas e gestão eficiente de recursos. Essas certificações garantem a origem responsável dos produtos florestais, fortalecendo a posição dessas empresas no mercado global. Segundo Paiva et al (2015), a certificação florestal é um instrumento de diferenciação no mercado e fundamental no segmento de celulose e papel, principalmente para empresas cuja produção é destinada à exportação.

A certificação permite que a empresa demonstre seu compromisso com a sustentabilidade e responsabilidade ambiental, melhorando sua imagem no mercado e aumentando a confiança dos clientes e *stakeholders*. A relação entre o comércio exterior e o meio ambiente é fundamental para o desenvolvimento de um comércio

sustentável, além de assegurar as medidas para o controle do clima e a mitigação dos efeitos negativos para o meio ambiente (Mourão, 2023).

Embora não haja informações específicas sobre as dificuldades enfrentadas pelas empresas objeto deste estudo, é comum que empresas do setor enfrentem desafios como garantir a rastreabilidade da matéria-prima, cumprir com requisitos ambientais e sociais rigorosos e manter a conformidade com normas internacionais. Segundo Paiva et al (2015), a certificação requer ajustes e monitoramento constantes, a fim de corrigir as não conformidades observadas em cada auditoria. As certificadoras, por sua vez, concedem prazos variáveis para adequações nos processos, conforme a complexidade das atividades envolvidas.

Identificando potencialidades e dificuldades na implementação da certificação FSC em indústria de celulose no Mato Grosso do Sul, Oliverio e Pizella (2017) verificaram que sem o engajamento de todas as áreas para a garantia do Sistema como um todo, não é possível manter a certificação. Além disso a referida Certificação tem um alto custo, devido às adequações específicas para a manutenção do selo, que requer mais do que apenas o cumprimento da legislação ambiental.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A importância social da indústria de papel e celulose no Brasil é manifestada, não apenas pela geração de empregos e divisas, mas também pelo seu papel na promoção do desenvolvimento regional e na oferta de produtos essenciais para o cotidiano da população.

O estudo realizado permitiu compreender que as certificações de sustentabilidade no setor de papel e celulose, especialmente no contexto das empresas Suzano e Klabin, representam não apenas um diferencial competitivo, mas um requisito essencial para a inserção e consolidação no mercado internacional. Ao atender padrões globais de manejo florestal e gestão ambiental, como FSC, PEFC e ISO 14001, essas empresas não apenas garantem a rastreabilidade e a origem sustentável de seus produtos, mas também reforçam sua legitimidade institucional e comercial.

Os resultados evidenciaram que tais certificações funcionam como instrumentos estratégicos que ampliam a aceitação dos produtos em mercados mais exigentes, fortalecem a imagem corporativa e abrem novas oportunidades de

negócios. Além disso, observa-se que a gestão ambiental contribui para a redução de riscos climáticos, a valorização da marca e a fidelização de consumidores cada vez mais conscientes, principalmente em países desenvolvidos.

No entanto, a obtenção e manutenção dessas certificações também apresentam desafios, como o atendimento a normas rigorosas, custos de auditoria e necessidade de constante atualização de processos.

Conclui-se, portanto, que no atual cenário globalizado, as certificações de sustentabilidade deixaram de ser opcionais, assumindo papel de pré-requisito para que empresas do setor de papel e celulose possam competir em igualdade de condições em mercados internacionais. Nesse sentido, Klabin e Suzano, demonstram que a integração entre gestão ambiental responsável, inovação e certificações reconhecidas internacionalmente contribuem efetivamente com o desenvolvimento sustentável e proporcionam caminhos para a expansão global das empresas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. **O que é certificação e como obtê-la?** Disponível em https://abnt.org.br/certificacao/sobre-a-certificacao/ Acesso NOV 2025.

AGROSTAT/MAPA. **Exportações do Agronegócio – Produtos Florestais**. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/ Acesso em MAIO 2025

AMTRANS LOGISTICS. **Brasil está entre os maiores produtores e exportadores de papel do mundo.** Disponível em: https://amtrans.com.br/post/brasil-esta-entre-os-maiores-produtores-e-exportadores-de-papel-do-mundo/ Acesso em: ABR: 2025

AMBLEGIS. **Quais os requisitos gerais para obter a ISO 14001?** Disponível em: https://amblegis.com.br/meio-ambiente/quais-sao-os-requisitos-gerais-para-obter-a-iso-14001/ Acesso em: ABR.2025

APCER S.A. **PEFC - Cadeia de Custódia** - Disponível em: https://apcergroup.com/pt-br/certificacao/pesquisa-de-normas/207/pefc Acesso em: SET.2025

BRASIL. PORTARIA Nº 177, DE 16 DE JUNHO DE 2021. **Procedimentos e critérios para certificação fitossanitária na exportação e na importação de vegetais** Disponível em: https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-177-de-16-de-junho-de-2021-327365590 Acesso em: MAI. 2025

ENGEMA. **Sustentabilidade no setor de papel e celulose**. Disponível em: https://engemausp.submissao.com.br/23/arquivos/518.pdf Acesso em: ABR. 2025.

FAZCOMEX. **Conheça os documentos de exportação.** Disponível em: https://www.fazcomex.com.br/npe/documentos-de-exportacao/ Acesso em: MAI.2025

FLEXO IN FOCO. **O Papel do Brasil no Mercado Global de Celulose e Papel.** Disponível em: https://flexoinfoco.com.br/newsletter/exportacao-celulose/ Acesso em: ABR. 2025.

FSC ORG. **Seja um certificado** Disponível em https://br.fsc.org/br-pt/junte-se-a-nos/seja-um-certificado Acesso em: ABR. 2025

FSC ORG. **Sobre a certificação** Disponível em https://pt.fsc.org/pt-pt/sobre-a-certificacao Acesso em: ABR. 2025

IMAFLORA ORG. **Certificação Florestal de PEFC**. Disponível em: https://imaflora.org/ Acesso em: SET. 2025

INFLOR**. Produção de celulose no Brasil em destaque: entenda o porquê!** Disponível em: https://inflor.com/pt-br/blog/producao-de-celulose-no-brasil-em-destaque-entenda-o-porque/ Acesso em: ABR. 2025

JD1 NOTICIAS. **Setor de papel e celulose investirá R$ 105 bilhões no país até 2028.** Disponível em: https://www.jd1noticias.com/brasil/setor-de-papel-e-celulose-investira-r-105-bilhoes-no-pais-ate 2028/141267/ Acesso em: ABR. 2025

KLABIN. **Documentos e Certificações de Sustentabiblidade** Disponível em: https://klabin.com.br/sustentabilidade/estrategia/documentos-e-certificacoes. Acesso em: MAR. 2025.

KLABIN. **Líder no mercado de embalagem**. Disponível em: https://klabin.com.br/nossa-essencia/sobre-a-klabin. Acesso em: SET. 2025

KLABIN. **Relatório de Sustentabilidade.** Disponível em: https://klabin.com.br/documents/47753/0/RS+Klabin+-+A4+ +08jul_compressed+%281%29.pdf/fb4e9ffd-409e-1e0e-6fca-05a768a64180?t=1752756402733 Acesso em: SET. 2025

MOBIL INDUSTRIAL. **Como a indústria de papel e celulose se mantém na vanguarda da sustentabilidade.** Disponível em: https://www.mobilindustrial.com.br/blog/como-a-industria-de-papel-e-celulose-se-mantem-na-vanguarda-da-sustentabilidade/ Acesso em: ABR. 2025

MINISTÉRIO DA AGRICULTUA E PECUÁRIA. **Representantes da Câmara Setorial de Florestas Plantadas apresentam potencial da cadeia produtiva ao ministro Carlos Fávaro.** 2024a**.** Disponível em https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/representantes-da-camara-setorial-de-florestas-plantadas-apresentam-potencial-da-cadeia-produtiva-ao-ministro-carlos-favaro Acesso em ABR. 2025

MINISTÉRIO DA AGRICULTUA E PECUÁRIA. **Projeções do Agronegócio – celulose e papel.** Brasília: SPA/Mapa, SUEST/SMAE/Embrapa**.** 2024b. Disponível

em https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/projecoes-do-agronegocio/projecoes-do-agronegocio-2022-2023-a-2032-2033.pdf Acesso em ABR. 2025

MINISTÉRIO DA AGRICULTUA E PECUÁRIA. **Plano Floresta+ Sustentável.** Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/plano-floresta-sustentavel Acesso em MAI. 2025

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS. **Indústria de papel e celulose anuncia investimentos de R$ 105 Bilhões** Disponível em: https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/noticias/2024/agosto/industria-de-papel-e-celulose-anuncia-investimentos-de-r-105-bilhoes Acesso em: ABR.2025

MOURÃO, AP.P. et al Comércio exterior e de papel e celulose e sustentabilidade: ações sustentáveis no setor. **XI Simpósio Brasileiro de Engenharia de Produção**. Campina Grande, PB, 24 a 26 de maio 2023. Disponível em https://www.researchgate.net/publication/371563331_Comercio_exterior_e_de_papel_e_celulose_e_sustentabilidade_acoes_sustentaveis_no_setor Acesso em: SET.2025

MONEY TIMES. **SUZB3, KLBN11 e RANI3: Qual ''papel'' ter na carteira no 3T25 ?** Disponível em: https://www.moneytimes.com.br/suzb3-klbn11-e-rani3-qual-papel-ter-na-carteira-no-3t25-pads/ Acesso em: NOV. 2025

NIMF**. Elementos de Categorização de Produtos Básicos de acordo com seu Risco de Pragas.** Disponível em: https://www.ippc.int/largefiles/NIMF_32_2009_PTFINAL_0.pdf Acesso em: MAI. 2025

NOMUS INDUSTRIAL. **Certificação ISO 14001: o que é, para que serve e como a sustentabilidade pode beneficiar sua indústria.** Disponível em https://www.nomus.com.br/blog-industrial/certificacao-iso-14001-o-que-e-para-que-serve/ Acesso em: ABR. 2025

OLIVERIO, G. L.; PIZELLA, D.G. As potencialidades e dificuldades para a certificação florestal "Foward Stewardship Council" (FSC): estudo de caso da empresa Eldorado Brasil. **VIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental** Campo Grande/MS – 27 a 30/11/2017.

PAIVA, S.M. et al. A certificação florestal pelo fsc®: um estudo de caso. **Floresta**: Curitiba, PR, v. 45, n. 2, p. 213 - 222, abr. / jun. 2015.

PEFC Brasil. **Certificação Florestal e sustentabilidade** Disponível em https://pefcbrasil.org/#principal Acesso em: ABR. 2025

PEFC Brasil. **O que é manejo florestal sustentável?** Disponível em: https://www.pefc.org/what-we-do/our-approach/what-is-sustainable-forest-management Acesso em: SET. 2025

PORTAL Packing. **Suzano e Klabin adotam estratégias distintas no setor de papel, celulose e embalagens.** Disponível em: https://portalpackaging.com.br/suzano-e-klabin-adotam-estrategias-distintas-no-setor-de-papel-celulose-e-embalagens/ Acesso em: SET.2025

ROCHA CERQUEIRA. **ISO 14001: o que é, porque a certificação é importante?** Disponível em https://rochacerqueira.com.br/iso-14001/ Acesso em: ABR.2025

ROSA, B.S. **Saiba quais são os requisitos da avaliação de conformidade**.2022, Disponível em https://blog.cpexcert.com.br/certificacoes/avaliacao-de-conformidade. Acesso em: AGO 2025

ROTA BIOCEÂNICA. **Indústria de papel e celulose anuncia investimentos de R$ 105 bilhões.** Disponível em https://rotabioceanica.com.br/2024/08/industria-de-papel-e-celulose-anuncia-investimentos-de-r-105-bilhoes/ Acesso em: ABR. 2025

SEBRAE. **Certificações sustentáveis: como posso adquirir?** 2022. Disponível em: https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/pe/artigos/certificacoes-sustentaveis-como-posso-adquirir,2f2bf4405d521810VgnVCM100000d701210aRCRD. Acesso em: AGO.2025

SISCOMEX. **Etapas da Operacionalização da Exportação** Disponível em: https://www.gov.br/siscomex/pt-br/servicos/aprendendo-a-exportar/9-operacionalizacao-da-exportacao/etapas-da-operacionalizacao-da-exportacao Acesso em: MAI.2025

SUZANO. **Gestão de Certificações**. Disponível em: https://centraldesustentabilidade.suzano.com.br/indicadores/?ind=gestao-sobre-certificacoes-cadeia-de-custodia. Acesso em: MAR. 2025.

SUZANO. **Somos a Suzano** Disponível em: https://www.suzano.com.br/ Acesso em: SET. 2025

SUZANO. **Certificações** Disponível em: https://www.suzano.com.br/suzano/transparencia/certificacoes Acesso em: SET. 2025

SUZANO. **Relatório de Sustentabilidadde** Disponível em: https://www.suzano.com.br/sustentabilidade/relatorios-de-sustentabilidade Acesso em SET. 2025

SUZANO. **Econômia Sustentável** Disponível em: https://rs2024.klabin.com.br/economia-sustentavel/ Acesso em NOV. 2025

WG PAPEÍS. **Setor Florestal Brasileiro Movimenta R$ 202,6 Bilhões e lidera exportações globais de celulose em 2023**. Disponível em: https://www.wgpapeis.com.br/noticias/setor-florestal-brasileiro-movimenta-r-202-6-bilhoes-e-lidera-exportacoes-globais-de-celulose-em-2023 Acesso em: ABR. 2025

ESTUDO DE CASO SOBRE AS DIFICULDADES NA ADOÇÃO DA ISO 9001:2015 EM UMA EMPRESA FABRICANTE DE CARROCERIAS DE ÔNIBUS NO INTERIOR DE SÃO PAULO

A CASE STUDY ON THE CHALLENGES OF IMPLEMENTING ISO 9001:2015 IN A BUS BODY MANUFACTURING COMPANY IN THE SÃO PAULO HINTERLAND

Eliel Godoi Bueno[1]
Janaina Aparecida Alves Scaliza[2]
Géssica Mina Kim Jesus[3]
Paulo Roberto Alves[4]

RESUMO: A forma com que as empresas lidam com a qualidade é um diferencial muito importante para se manterem no mercado competitivo. Assim, as empresas encontraram em um sistema de gestão da qualidade baseado na norma ABNT NBR ISO 9001:2015 uma maneira de garantir a qualidade de seus produtos por meio da qualidade de seus processos. O objetivo desse trabalho é apresentar as dificuldades enfrentadas durante o processo de implantação do sistema ISO 9001, na sua versão mais atual - ISO 9001:2015 - em uma empresa encarroçadora de ônibus, localizada no interior do Estado de São Paulo, que atua na produção de carrocerias urbanas, por meio de um estudo de caso. Os principais resultados foram a identificação de dificuldades como resistência às mudanças, altos custos de implantação, disponibilidade de recursos humanos e excesso de burocracia, inerentes aos documentos, aos registros de processos e a forma em que são controlados.
Palavras-Chaves: dificuldades de implantação; sistema de gestão da qualidade; abnt nbr iso 9001:2015.

ABSTRACT: The way companies deal with quality is a very important differential to maintain themselves in the competitive market. In this manner, companies have found in a quality management system based on the ABNT NBR ISO 9001:2015 standard a way to ensure the quality of their products through the quality of their processes. The objective of this work is to present the difficulties encountered during the implementation process of the ISO 9001 system, in its most current version - iso 9001:2015 - in a bus bodybuilding company, located in the interior of the State of São Paulo, which specializes in the production of urban bus bodies, through a case study. The main results were the identification of difficulties, such as resistance to change, high implementation costs, availability of human resources, and excessive bureaucracy inherent in documents, process records, and the way in which they are controlled.
keywords: Implementation Difficulties; Quality Management System; ABNT NBR ISO 9001:2015.

1 INTRODUÇÃO

A ideia de qualidade surgiu com os filósofos gregos, que constantemente buscavam responder as dúvidas sobre excelência (Quintanilha, 2000). Atualmente, a

ideia de qualidade é baseada no resultado de ações que buscam unir pessoas, o produto e a percepção dos desejos do cliente em um único objetivo (Landiva, 2021).

Dentro do espectro da qualidade, há o conceito de qualidade total, em que a organização busca a melhoria contínua de seus processos, de forma constante e como parte de seu planejamento estratégico e cultura organizacional prevalentes (Kotler, 2000; Gonçalves; Gasparotto, 2019).

A qualidade total mudou a forma como fornecedores lidam com qualidade, pois o foco não está apenas no produto ou serviço, e sim na análise e gestão do processo como um todo, ao visar melhorar continuamente o desempenho das operações, e assim buscar resultados a curto e longo prazos. Além disso, a qualidade total mantém o foco nos clientes e envolve todas as partes interessadas (Santos; Guimarães; Brito, 2013).

Na busca do gerenciamento da qualidade total, há o sistema de gestão da qualidade (SGQ), em que o objetivo, por meio de ferramentas e métodos, é garantir a padronização do processo, de modo a proporcionar a satisfação do cliente, sendo no produto ou serviço buscando controlar e evidenciar, de forma clara, a maneira com que as empresas lidam com a melhoria contínua (Soares; Camara; Souza, 2023). De acordo com Nazmia, Silalahi e Asbari (2023), a implementação de um Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) baseado na norma ISO 9001 tem se consolidado como uma prática essencial na administração de empresas. Assim, essa norma se torna um importante ponto de referência para garantir a satisfação dos clientes e promover a melhoria contínua nas organizações. Entre as várias opções disponíveis para a adoção de um SGQ, a ISO 9001 tem sido a escolha mais comum, com um aumento constante na sua adoção.

Porém, há inúmeras dificuldades referentes à implantação de um sistema de gestão da qualidade e certificação baseada na normativa ISO 9001, sendo: complexidade das operações realizadas, disponibilidade de funcionários para a realização de treinamentos, baixo nível de escolaridade dos funcionários, registro de documentos necessários à certificação, mão de obra necessária para implantação, cultura organizacional e resistência a mudanças (Pereira; Graciano; Verri, 2016; Antunes, 2022).

Considerando esse cenário, o objetivo desse trabalho é apresentar as dificuldades enfrentadas durante o processo de implantação do Sistema ISO 9001, na sua versão mais atual - ISO 9001:2015 - em uma empresa encarroçadora de ônibus,

localizada no interior do Estado de São Paulo, que atua na produção de carrocerias urbanas.

2 METODOLOGIA

Este trabalho apresenta um estudo de caso, que é um método de pesquisa científica que permite uma análise mais detalhada de um cenário real, em que o objetivo é gerar conhecimento por meio do caso apresentado e servir de apoio para situações semelhantes ao estudado (Lunetta; Guerra, 2023).

Esse estudo de caso descreve o processo de implantação do sistema ABNT NBR ISO 9001:2015, realizado no primeiro semestre do ano de 2021 em uma empresa filial de uma encarroçadora de ônibus, localizada no interior do Estado de São Paulo, que atua na produção de carrocerias urbanas.

O estudo foi realizado por meio do acompanhamento das equipes envolvidas com a implementação, entrevistas não estruturadas e acesso a documentos utilizados nesse projeto.

Os acompanhamentos das áreas envolvidas foram realizados de forma participativa em reuniões de abertura do processo de implantação, contando com a presença de analistas e auditores internos. Também foram acompanhadas as atividades gerenciais e processuais necessárias para o andamento e alcance do objetivo de certificação. Também houve entrevistas não estruturadas, realizadas com gestores, analistas e operadores.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

As indústrias dos mais diversos setores de atuação encontram-se em um cenário de competitividade sem fronteiras econômicas, em que seus clientes estão cada vez mais exigentes. Para atender a todas as exigências, nota-se que a implantação de um sistema de qualidade é uma alternativa para fornecer às organizações mecanismos e ferramentas que auxiliam no controle produtivo, em que a ISO 9001 é o sistema de gestão mais utilizado para atender e superar as expectativas (Oliveira *et al.*, 2011; Hartika; Fitridiani; Asbarl, 2023).

A ISO (Organização Internacional de Normalização) desempenha um papel significativo na competição de mercado ao estabelecer padrões globais de qualidade

e conformidade. As empresas que buscam aderir às normas ISO demonstram compromisso com a qualidade, eficiência e segurança em seus produtos e processos. Isso não apenas aumenta a confiança dos clientes, mas também facilita o comércio internacional, reduzindo barreiras técnicas e regulatórias (Campos; Ribeiro, 2022).

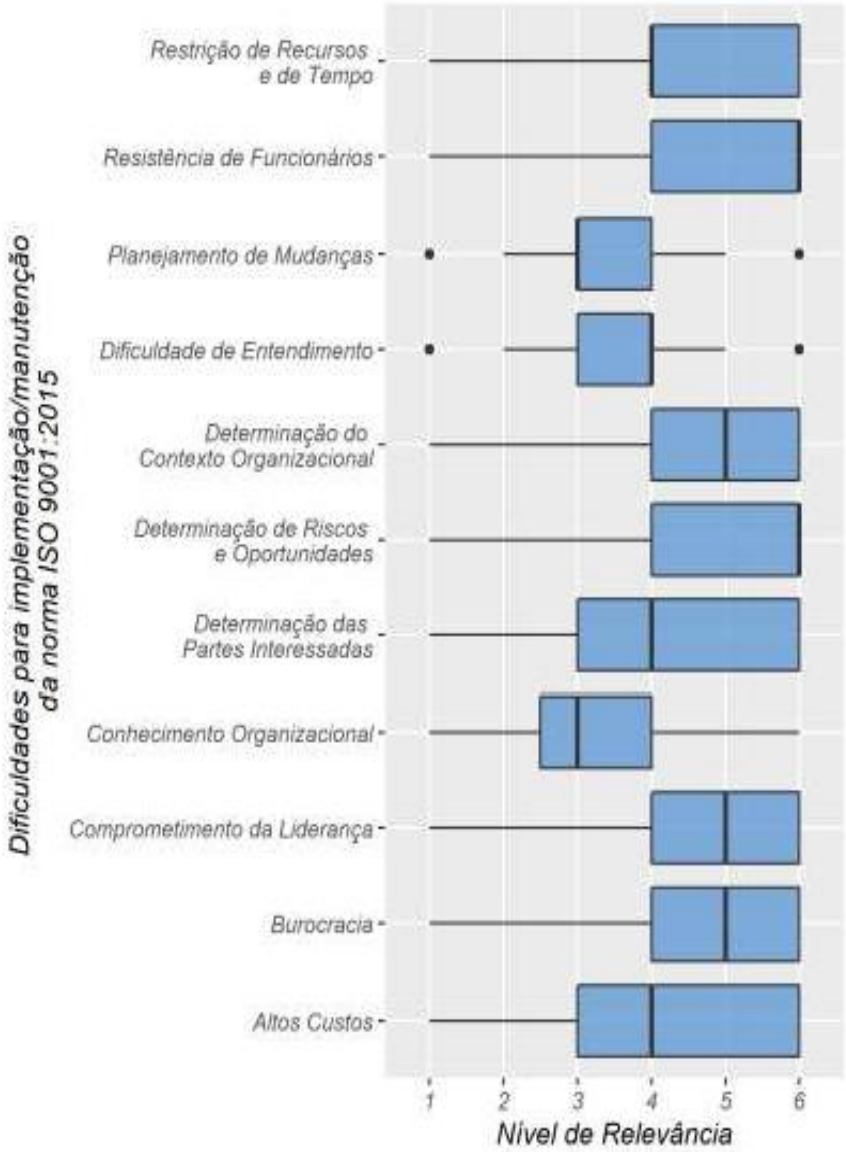
Porém, durante o processo de implantação de um sistema, programa ou ferramenta podem aparecer várias dificuldades, ligadas a alta gestão, restrições financeiras, culturas enraizadas e excesso de burocracias resultantes de uma má interpretação da norma (Maekawa; Carvalho; Oliveira, 2013; Kühler *et al.*, 2023). Outros entraves identificados foram a falta de capacitação técnica, e a alta demanda de tempo e esforços dos funcionários, ligados ao processo de desenvolvimento de novos documentos e registro dos documentos já existentes na empresa (Corbett *et al.*, 2005).

Segundo Faria *et al.* (2023), o processo de implantação da norma ISO 9001 passa por dificuldades quanto ao conhecimento e entendimento da metodologia e técnicas, em que os funcionários ligados ao operacional associam a norma à qualidade do produto e não ao sistema global da organização.

Para Fantinato e Garcia (2017), os principais desafios e barreiras relacionados à obtenção e manutenção da certificação permanecem intimamente relacionados à gestão e controle de registros, pois isso afeta diversos requisitos para o desenvolvimento de padrões de gestão da qualidade. A transparência e a rastreabilidade são fatores cruciais quando se discutem motivadores e benefícios, em que a gestão da informação e da documentação desempenha um papel fundamental neste contexto.

Mello (2022) traz um estudo bibliográfico de artigos sobre o tema, nas bases de dados *Scopus e Web of Science*, em que as principais dificuldades para a implantação são resistência dos funcionários, falta de comprometimento da alta direção, burocracia e excesso de documentação, restrição de recursos e de tempo, falta de conhecimento e treinamento, cultura de qualidade, resistência à mudança e custos de implementação e manutenção, conforme Figura 01.

Figura 01 – Principais dificuldades para implementação/manutenção da norma ISO 9001



Fonte: Mello (2022).

Além disso, Mello (2022) agrupa as dificuldades encontradas durante um processo de implantação/manutenção do sistema ISO 9001:2015 com base em seu nível de relevância, conforme indicado pela Figura 02.

Figura 02 – Dificuldades para implementação/manutenção da norma ISO 9001:2015

Fonte: Mello (2022).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para dar início ao processo de implantação foi utilizado o programa MS Project para realizar um cronograma contendo as atividades necessárias para se obter a certificação. As quais baseiam-se nos requisitos da norma ABNT NBR ISO 9001:2015.

Após elaborado, o cronograma foi disponibilizado na plataforma Next (Sistema ERP utilizado para controle de atividades), em que todos os facilitadores da norma possuíam acesso de forma on-line, podendo acompanhar o desenvolvimento das atividades, bem como aos prazos estabelecidos.

A primeira atividade do cronograma consistia na convocação de facilitadores (funcionários indicados por gestores de diversos setores, responsáveis por acompanhar o andamento das atividades de implantação) e formação de auditores internos, os quais junto a uma equipe de auditores já formados atuantes na empresa matriz, ficaram responsáveis por auditar todos os processos e documentos existentes a fim de identificar qual era o cenário atual da empresa conforme o ambiente interno e externo, dados necessários para a definição das metas e objetivos.

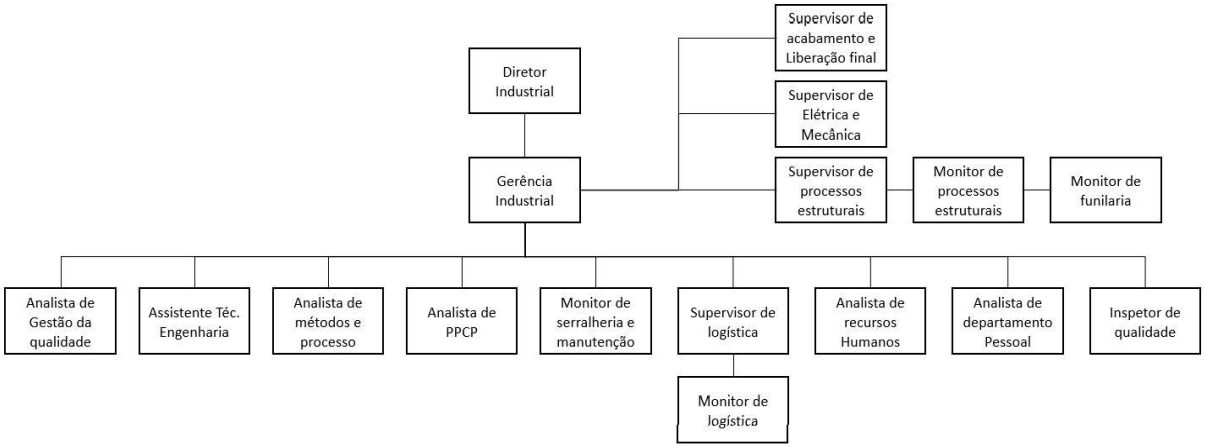
Na sequência das atividades foi realizado um treinamento aos diferentes níveis de gestão, do topo à operação, etapa necessária para o engajamento do sistema e auxílio na disseminação aos *stakeholders.* Essa atividade contemplou a formação de todos os funcionários. Nesse momento, a gestão de topo optou por oferecer formações relacionadas ao *Lean Manufacturing*, como o 5S, para promover boas

práticas de trabalho. Além disso, foram realizadas formações sobre comunicação e comportamento organizacional

Seguindo o processo de implantação, foram identificados os primeiros gargalos e dificuldades. A filial não dispunha de um setor, dedicado, responsável pela elaboração e acompanhamento de projetos, capaz de elaborar um cronograma com base nas necessidades da norma ABNT NBR ISO 9001:2015. Para confrontar o problema, foi realizado um trabalho junto à matriz visando a implantação do modelo de gestão da qualidade, já em desenvolvimento pelo próprio processo. Com a participação de um analista do sistema de gestão da qualidade presencial na planta, foi possível identificar que esse sistema constitui a principal ferramenta para controlar e padronizar os processos, corrigir situações inadequadas e articular a comunicação entre todas as partes interessadas. Esses procedimentos também foram destacados por Moraes (2023).

A necessidade de um novo analista na planta evidenciou pontos indicados por Mello (2022), destacando a restrição de recursos (mão de obra) e custos devido à nova contratação. Também foram necessários gastos com transporte para que o novo funcionário realizasse treinamentos na matriz para capacitação, transferência e padronização de documentos entre empresas e até mesmo elaboração de novos documentos para atender aos requisitos da norma. O novo organograma empresarial segue conforme Figura 3, representando os setores a serem auditados, separados na horizontal como áreas produtivas indiretas e na vertical como áreas produtivas diretas,

Figura 03 – Organograma industrial (Distribuição direta e Indireta)



Fonte: Autor (2023).

Como é possível observar na Figura 4, apesar da instalação de um novo setor, a questão da a disponibilidade de mão de obra, por mais que um novo setor foi instalado, ainda continuou limitada, tendo em vista o curto período para implantação e alta demanda de documentos e registros requisitados pela norma ABNT NBR ISO 9001:2015.

Figura 04 – Distribuição quantitativa de mão de obra (Distribuição direta e Indireta)

Alta Gestão	
Setor / Cargo	Qtd. M.O Disponível
Diretor Industrial	1
Gerência industrial	1

Setores indiretos	
Setor / Cargo	Qtd. M.O Disponível
Analista de gestão da qualidade	1
Assistente téc. de engenharia	1
Analista de métodos e processos	1
Analista de PPCP	1
Monitor de serralheria e manutenção	1
Supervisor de logística	1
Monitor de logística	1
Analista de recursos humanos	1
Analista de departamento pessoal	1
Inspetor de qualidade	5

Setores produtivos diretos	
Setor / Cargo	Qtd. M.O Disponível
Supervisor de acabamento e liberação final	1
Supervisor de elétrica e mecânica	1
Supervisor de processos estruturais	1
Monitor de processos estruturais	1
Monitor de funilaria	1

Fonte: Autor (2023).

O excesso de burocracia e documentação, pontos também abordados por Maekawa, Carvalho e Oliveira (2013), são cruciais neste trabalho, pois são os principais desencadeadores das dificuldades. A norma ABNT NBR ISO 9001:2015 exige, para sua certificação, uma série de documentos que comprovem a existência de um sistema de gestão eficaz, tanto para a qualidade de produto quanto para a qualidade dos processos, processos esses que eram efetuados através de conhecimento tácito, em que os funcionários realizavam as atividades com base em suas experiências e aprendizados com funcionários mais antigos.

Para atender as exigências da norma ABNT NBR ISO 9001:2015, todo o conhecimento tácito, precisa ser transformado em explícito. Aqui, a conversão do conhecimento deu-se através de documentos e padrões já utilizados pela matriz fazendo-se necessários a implantação e registro de procedimentos operacionais padrão (POP); instruções técnicas (IT); Matriz de habilidade e mapas de processos. Assim como mencionado por Silva (2021) em Implementação dos requisitos da norma ISO 9001:2015 numa fábrica de alimentação para animais.

Por sua vez, a implantação de novos documentos não é o suficiente para garantir a certificação ABNT NBR ISO 9001:2015, já que todos devem ser controlados, possuir cópias distribuídas e possuir registro de treinamentos para cada documento ou procedimento cadastrado no sistema de gestão da qualidade da empresa.

A fase treinamentos e registros também apresentou dificuldades, da mesma forma que apresentada por Mello (2022), no caso a resistência dos funcionários. Os procedimentos ligados ao operacional, atividades de mão de obra direta, foram criados pelo departamento de métodos e processos e durante o processo de desenvolvimento foi possível identificar falhas no operacional, gerando a necessidade de alterações nos processos produtivos, alterações essas que não foram bem aceitas pelos funcionários ligados ao operacional, que relacionavam as novas atividades somente ao aumento de trabalho e não à melhoria de processo e produto. Para promover o engajamento e aceite, foi instalado um novo programa que permite que os funcionários ligados ao operacional apresentem ideias que reflitiam em seu processo e ambiente e possam ser bonificados conforme a classificação da modificação sugerida.

A fase de controle das cópias distribuídas (cópias controladas), exigência da ABNT NBR ISO 9001:2015, ficou sob responsabilidade dos setores de gestão da qualidade (para procedimentos, diagramas e mapas de processo) e do setor de engenharia (para projetos ligados ao produto). Porém novamente gerou-se resistência, pois os documentos ligados ao operacional estavam dispostos em pastas visíveis no servidor da empresa, permitindo que fossem replicados sem passar pelo controle e distribuição e documentos o que resultava em cópias impressas sem controle, podendo estar em uso após uma revisão; para isso, as pastas que continham projetos foram bloqueadas apenas para visualização, garantindo que as cópias só pudessem ser impressas pelos controladores atribuídos; o que resulta que as dificuldades encontradas estão relacionadas a restrição de recursos de mão de obra e tempo, excesso de burocracia e documentação, resistência dos funcionários por falta de conhecimento e na transferência do conhecimento tácito, adquirido de forma inconsciente ao longo do tempo trabalhado, para o explícito, em que a informação é documentada, podendo ser acessada e adquirida por todos. Além, identificaram questões gerenciais comportamentais associadas a uma cultura já enraizada.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mercado econômico para empresas encarroçadoras de ônibus encontra-se cada vez mais competitivo, sendo necessária a busca constante de melhorias e mudanças em seus produtos e processos produtivos. Para isso, as empresas buscam em sistemas de gestão da qualidade baseados na norma NP EN ISO 9001:2015 padronizar e controlar, através de seus requisitos, a forma em que lidam com seus produtos e processos.

Dessa forma o estudo em questão visou identificar e exemplificar as dificuldades decorrentes do processo de implantação e certificação do sistema ABNT NBR ISO 9001:2015, em que no decorrer do processo foi identificada a importância de um sistema de gestão da qualidade eficaz, capaz roteirizar o processo de implantação, para que as dificuldades e gargalos fiquem aparentes, possibilitando a resolução dos problemas e o alcance dos resultados.

Durante o processo de implantação, foram notórias as dificuldades, sendo por parte de recursos humanos em que ocorreu uma resistência dos funcionários quanto a mudança da cultura da empresa e da forma em que os processos ocorriam. Também foram apontadas dificuldades quanto à disponibilização de recursos financeiros devido aos custos de implantação e treinamentos para formação de auditores e facilitadores internos. A disponibilização de mão de obra também foi um fator agravante devido ao enxuto quadro de funcionários que precisavam conciliar os processos de implantação com suas atividades diárias.

A maior parte das dificuldades foram sanadas antes da auditoria de certificação, por meio da contratação de um funcionário dedicado ao sistema de gestão da qualidade e de treinamentos que promoveram o engajamento e a capacitação das equipes quanto aos requisitos da norma.

Como limitações, não foi possível fornecer dados específicos como o salário de um analista de qualidade, os custos de treinamentos para qualificação de auditores internos e treinamentos para qualificação de funcionários ligados ao operacional. Também não foi possível apresentar os custos para a certificação final, que envolvem a visita, estadia e emissão do certificado, devido a política de proteção de dados da empresa e a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD).

Dessa forma, trabalhos futuros devem apresentar os benefícios e retornos financeiros e processuais obtidos com a implantação de um sistema da qualidade e certificação na norma ABNT NBR ISO 9001:2015.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, Felisbela Pereira. **Sistemas de Gestão da Qualidade nos CLDS: Barreiras e/ou dificuldades à implementação**. 2022. 60 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Gestão Integrada da Qualidade, Ambiente e Segurança, Escola Superior de Tecnologia e Gestão, Santa Eulália, 2022.

BONATO, Samuel Vinícius; CATEN, Carla Schwengber Ten. Diagnóstico da integração dos sistemas de gestão ISO 9001, ISO 14001 e OHSAS 18001. **Production**, v. 25, p. 626-640, 2015.

CORBETT, C. J.; MONTES-SANCHO, M. J.; KIRSCH, D. A. The financial impact of ISO 9000 certification inthe United States: an empirical analysis. **Management Science**, v. 51, n. 7, p. 1046-1059, 2005.

DE LUNETTA, Avaetê; GUERRA, Rodrigues. METODOLOGIA DA PESQUISA CIENTÍFICA E ACADÊMICA. **Revista OWL (OWL Journal)-Revista Interdisciplinar de Ensino e Educação**, v. 1, n. 2, p. 149-159, 2023.

FANTINATO, Sandra RC; GARCIA, Peterson D. Estudo da resistência à mudança e sua interferência na implantação de um sistema de gestão da qualidade. **Revista Espacios**, v. 38, n. 34, p. 30-43, 2017.

FARIA, Dyonis Paulo et al. Motivos, Dificuldades e Benefícios da Implementação da Norma NBR ISO 9001 em Empresas da Cidade de Formiga-MG. **Gestão Contemporânea**, v. 13, n. 1, p. 152-173, 2023.

GONÇALVES, Leandro Rogério; GASPAROTTO, Angelita Moutin Segoria. um estudosobre gestão pela qualidade total na indústria de máquinas e equipamentos. **Revista Interface Tecnológica**, v. 16, n. 2, p. 428-440, 2019.

HARTIKA, Adelia; FITRIDIANI, Mutiara; ASBARI, Masduki. Analisis Penerapan ISO 9001: 2015 di Rumah Sakit: Sebuah Narrative Literature Review. **Journal of Information Systems and Management (JISMA)**, v. 2, n. 3, p. 16-24, 2023.

KOTLER, Philip. **Administração de marketing: a edição do novo milênio**. 10. ed. São Paulo: Prentice-Hall, 2000.

KÜHLER, Ivete et al. Percepções dos colaboradores frente às demandas da organização–um estudo sobre a resistência à mudança em uma indústria do Noroeste do RS. **Saber Humano: Revista Científica da Faculdade Antonio Meneghetti**, v. 1, n. 01, 2023.

LANDIVA, Talita Helena. **Gestão da qualidade total**. 1° edição. São Paulo: Platos Soluções Educacionais S.A, 2021.

MAEKAWA, Rafael; CARVALHO, Marly Monteiro de; OLIVEIRA, Otávio José de. Um estudo sobre a certificação ISO 9001 no Brasil: mapeamento de motivações, benefícios e dificuldades. **Gestão & Produção**, v. 20, p. 763-779, 2013.

MELLO, Marcela Xavier Tereza de. **Investigação empírica da norma ISO 9001:2015 no Brasil: motivações, benefícios e dificuldades**. 2022. 149 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2022.

MORAES, Simone de Sá de. **Uma nova implementação de um sistema de gestão da qualidade no âmbito da norma ISO 9001:2015**. 2022. 107 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Engenharia e Gestão da Qualidade, Universidade do Minho, Braga, 2023.

NAZMIA, Ima; SILALAHI, Esra; ASBARI, Masduki. Implementation Analysis of ISO 9001: 2015 in the Food Industry: A Narrative Literature Review. **Journal of Information Systems and Management (JISMA)**, v. 2, n. 3, p. 25-33, 2023.

OLIVEIRA, José Augusto de et al. Um estudo sobre a utilização de sistemas, programas e ferramentas da qualidade em empresas do interior de São Paulo. **Production**, v. 21, p. 708- 723, 2011.

PEREIRA, Jaiane Aparecida; GRACIANO, Denise Alves; VERRI, Reginaldo Aparecido. O processo de preparação para a implantação de um sistema de gestão da qualidade: estudo das dificuldades na ótica do pessoal do setor de gestão da qualidade. **Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas**, v. 11, n. 4, p. 61-61, 2016.

SANTOS16, Antonia Angélica Muniz; GUIMARÃES17, Edna Almeida; DE BRITO18, Giliard Paulo. **Gestão da qualidade: conceito, princípio, método e ferramentas**. Ano 1, Número 2–Setembro/2013, p. 91, 2013.

INCLUSÃO DE TRABALHADORES DALTÔNICOS NA INDÚSTRIA: PROPOSTA DE CODIFICAÇÃO GEOMÉTRICA PARA SINALIZAÇÃO DE SOLO
INCLUSION OF COLOR-BLIND WORKERS IN INDUSTRIAL SETTINGS: A PROPOSAL OF GEOMETRIC CODING FOR FLOOR SIGNAGE

Yasmin Costa Silva de Oliveira[1]
Bruno José Viana Kortz[2]

RESUMO: O presente estudo propõe um sistema de codificação complementar para a sinalização industrial, voltado à inclusão de trabalhadores com daltonismo. A condição, caracterizada pela dificuldade de distinguir determinadas cores, compromete a interpretação de informações visuais em ambientes industriais, nos quais a padronização cromática é amplamente utilizada para fins de segurança e organização. O objetivo foi desenvolver um modelo de acessibilidade que associe formas geométricas às cores convencionais, possibilitando a compreensão universal das demarcações visuais. A pesquisa foi conduzida em uma indústria de manufatura química localizada em Itapetininga (SP), por meio de um estudo de caso com um trabalhador daltônico. Foram realizadas observações e análises do ambiente de trabalho, seguidas da implementação de padrões geométricos aplicados às fitas de demarcação de solo e a outros sistemas visuais internos. Os resultados demonstraram que a proposta ampliou a autonomia e a segurança do colaborador, além de atender aos princípios da Lei Brasileira de Inclusão (Lei nº 13.146/2015). A solução apresentada mostrou-se viável e passível de replicação em diferentes contextos industriais e organizacionais, contribuindo para a valorização da diversidade, a prevenção de acidentes e a promoção de ambientes mais inclusivos.
Palavras-chave: Acessibilidade; Daltonismo; Diversidade; Inclusão; Segurança.

ABSTRACT
This study proposes a complementary coding system for industrial signage, aimed at the inclusion of workers with color blindness. This condition, characterized by difficulty distinguishing certain colors, compromises the interpretation of visual information in industrial environments, where color standardization is widely used for safety and organizational purposes. The objective was to develop an accessibility model that associates geometric shapes with conventional colors, enabling universal understanding of visual demarcations. The research was conducted in a chemical manufacturing plant located in Itapetininga, São Paulo, through a case study involving a color-blind worker. Observations and analyses of the work environment were conducted, followed by the implementation of geometric patterns applied to floor marking tapes and other internal visual systems. The results demonstrated that the proposal increased employee autonomy and safety, in addition to meeting the principles of the Brazilian Inclusion Law (Law No. 13,146/2015). The solution presented proved to be viable and replicable in different industrial and organizational contexts, contributing to the appreciation of diversity, accident prevention and the promotion of more inclusive environments.
Keywords: Accessibility; Color Blindness; Diversity; Inclusion; Safety.

Comércio Exterior – Fatec Itapetininga – Email: yasmin.oliveira13@fatec.sp.gov.br[1]
Professor Orientador Mestre – Fatec Itapetininga- bruno.kortz@fatec.sp.gov.br[2]

1 INTRODUÇÃO

A acessibilidade no ambiente de trabalho tem sido um tema de crescente relevância nas discussões sobre inclusão social e diversidade. No contexto industrial, a padronização visual por meio de cores é amplamente utilizada para a sinalização e organização dos espaços, sendo essencial para a segurança e eficiência operacional. No entanto, essa prática pode representar um desafio significativo para indivíduos com daltonismo, condição que afeta a percepção das cores e pode dificultar a interpretação de informações visuais padronizadas.

O daltonismo, também denominado discromatopsia, pode ser hereditário ou adquirido e afeta predominantemente indivíduos do sexo masculino devido à sua associação ao cromossomo X. Segundo Bruni e Cruz (2006), a condição acomete entre 6% e 10% dos homens e entre 0,4% e 0,7% das mulheres. As dificuldades enfrentadas por pessoas daltônicas em ambientes que utilizam sinais visuais codificados por cores impactam sua eficiência no trabalho e segurança, podendo comprometer a inclusão no mercado profissional e social.

Diante desse cenário, este estudo tem como objetivo desenvolver um sistema de codificação complementar, utilizando formas geométricas associadas às cores convencionais, garantindo que a sinalização industrial seja compreendida independentemente da percepção cromática. A pesquisa foi conduzida em uma indústria de manufatura química localizada em Itapetininga, São Paulo, por meio de um estudo de caso com um trabalhador daltônico. Foram realizadas análises e observações para compreender os desafios enfrentados e propor soluções acessíveis.

A relevância deste estudo está na contribuição para a inclusão de pessoas com deficiência visual no mercado de trabalho, alinhando-se à Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei nº 13.146/2015) e às normas de acessibilidade. Além disso, espera-se que a proposta possa ser ampliada para outros contextos que utilizam codificação por cores, promovendo maior independência e segurança para indivíduos daltônicos. Assim, esta pesquisa busca não apenas reforçar a segurança e eficiência no ambiente industrial, mas também fortalecer a valorização da diversidade e da inclusão social, portanto o objetivo deste trabalho é criar uma codificação geométrica para denominar as cores e auxiliar as pessoas daltônicas a receber informações transcritas por cores.

2 METODOLOGIA

A metodologia adotada foi o estudo de caso, no qual, a partir da experiência de uma pessoa com essa condição, surgiu o questionamento sobre os desafios enfrentados por essa minoria. Por meio de pesquisas e análises, identificou-se a dificuldade na transmissão de informações em ambientes de trabalho que dependem predominantemente de cores para comunicação.

O estudo foi conduzido em uma indústria de manufatura química localizada em Itapetininga, no interior de São Paulo. Nesse contexto, uma pessoa com essa condição foi utilizada como referência essencial para o desenvolvimento de padrões geométricos codificados, posteriormente inseridos nas fitas de demarcação de solo da empresa.

Além disso, essa codificação foi implementada em outras áreas onde a informação anteriormente era transmitida apenas por meio de símbolos coloridos, como mapas de risco e índices de desempenho da produção, facilitando a compreensão e acessibilidade

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 PESSOAS COM DEFICIÊNCIA NO MERCADO DE TRABALHO

A participação de pessoas com deficiência (PCD) no mercado de trabalho é essencial para sua inclusão social e autonomia financeira. No Brasil, a Lei nº 8.213/1991, conhecida como Lei de Cotas, determina que empresas com 100 ou mais funcionários devem destinar de 2% a 5% de suas vagas para PCDs. Entretanto, a efetividade dessa legislação ainda enfrenta desafios significativos.

Bahia e Schommer (2010) dizem que o mercado de trabalho deve combater preconceitos e discriminação ao criar oportunidades de emprego para pessoas com diferentes características. A empresa inclusiva é aquela que ativamente ajuda a transformar a sociedade, desenvolvendo o potencial das pessoas em função das suas diferenças, tanto na contratação quanto na oferta de produtos e serviços. Violante e Leite (2011) ressaltam que, na inclusão social, a adaptação costuma depender da pessoa com deficiência, pois somente aqueles que se adequam à normalidade social são contratados. Assis e Carvalho-Freitas (2014) falam sobre a responsabilidade do

indivíduo em se ajustar aos padrões sociais. Os empregadores, segundo Violante e Leite, frequentemente veem as limitações das pessoas com deficiência (PCD) ao oferecer vagas de emprego, não as reconhecendo como capazes.

Os autores acima também mencionam a falta de formação sobre inclusão de PCD nas empresas, o que agrava o desemprego e o preconceito. A contratação inclusiva deve adaptar as funções às especificidades das pessoas, usando recursos e tecnologias auxiliares se necessário. Em uma empresa inclusiva, as diferenças são valorizadas e podem exigir mudanças físicas ou administrativas para que funcionários com deficiência desempenhem suas funções de forma satisfatória. Violante e Leite (2011), listam várias ações que a empresa inclusiva deve promover, como a adaptação dos locais de trabalho e a revisão das políticas de contratação.

Gerir uma empresa inclusiva é desafiador, devido aos diferentes tipos de deficiência que afetam a adequação ao trabalho. Barreiras funcionais, como infraestrutura inadequada e falta de acesso ao transporte, também dificultam a inclusão. Além disso, muitas pessoas com deficiência possuem baixa escolaridade, o que torna mais difícil encontrar candidatos qualificados para empregos reconhecidos. De acordo com o IBGE (2022), as PCD enfrentam maiores dificuldades de acesso à educação, ao trabalho e à renda, o que impacta diretamente sua inserção no mercado de trabalho. Portanto, é responsabilidade da sociedade eliminar essas barreiras para garantir que todos tenham acesso aos serviços necessários para seu desenvolvimento. A inclusão social deve ser uma prioridade de todos, buscando condições mais igualitárias para que cada indivíduo possa exercer seus direitos e obrigações como cidadão. Embora a mudança de percepção sobre as PCD seja um processo lento, é essencial para reconhecer seu potencial no mercado de trabalho.

Ter um psicólogo é crucial no processo de inclusão das pessoas com deficiência (PCD) no ambiente de trabalho e na sociedade. A atuação desse profissional contribui para a adaptação organizacional, o desenvolvimento de políticas inclusivas e o fortalecimento das relações interpessoais no ambiente profissional. Segundo Camargo, Goulart Júnior e Leite (2017), a inclusão das PCD no mercado de trabalho brasileiro envolve fatores como a motivação das empresas, o perfil dos funcionários, o processo de contratação e a interação entre as PCD e os demais trabalhadores.

3.2 DALTONISMO

John Dalton nasceu em 1766, em Eaglesfield, Inglaterra. Embora seja amplamente conhecido por sua contribuição à teoria atômica moderna, Dalton também se destacou por suas pesquisas sobre a visão de cores. Em 1794, ele apresentou um estudo detalhado sobre sua própria dificuldade em distinguir cores, especialmente entre tons de vermelho e verde. Ele e seu irmão compartilhavam essa característica, o que o levou a investigar a causa subjacente. Dalton elaborou a hipótese de que seu humor vítreo possuía uma tonalidade azulada que absorvia seletivamente certas cores, afetando sua percepção visual (HUNT, 1991).

Após sua morte, em 1844, seus olhos foram preservados para análise. Exames posteriores, incluindo análises de DNA realizadas em 1995, revelaram que Dalton era portador de deuteranopia, uma forma de discromatopsia caracterizada pela ausência de fotorreceptores sensíveis ao verde (WRIGHT, 1996).

A pesquisa pioneira de Dalton não apenas lançou as bases para o estudo científico do daltonismo, mas também trouxe maior conscientização sobre a condição. Em reconhecimento ao seu trabalho, o termo "daltonismo" tornou-se sinônimo de discromatopsia em várias línguas (WIKIPÉDIA, 2024).

Segundo Bruni e Cruz (2006), daltonismo atinge maioritariamente os homens devido a alteração genética ser mais comum no cromossomo X, podendo ser herdado ou adquirido. Em mulheres esse fenômeno é mais raro, pois elas possuem dois cromossomos X enquanto os homens possuem apenas um. A taxa de incidência dessa doença acomete a taxa de 6 a 10% em pessoas do sexo masculino e de 0,4 a 0,7% em pessoas do sexo feminino.

3.3 TIPOS DE DALTONISMO

De acordo com Drauzio Varella (2025), o daltonismo pode ser classificado em diferentes tipos, dependendo das cores que a pessoa tem dificuldade em distinguir. Os tipos mais comuns envolvem a dificuldade em diferenciar entre vermelho e verde. Em casos mais raros, o indivíduo pode ter dificuldades com o azul e o amarelo ou, até mesmo, sofrer de visão acromática, onde só é possível perceber tons de cinza.

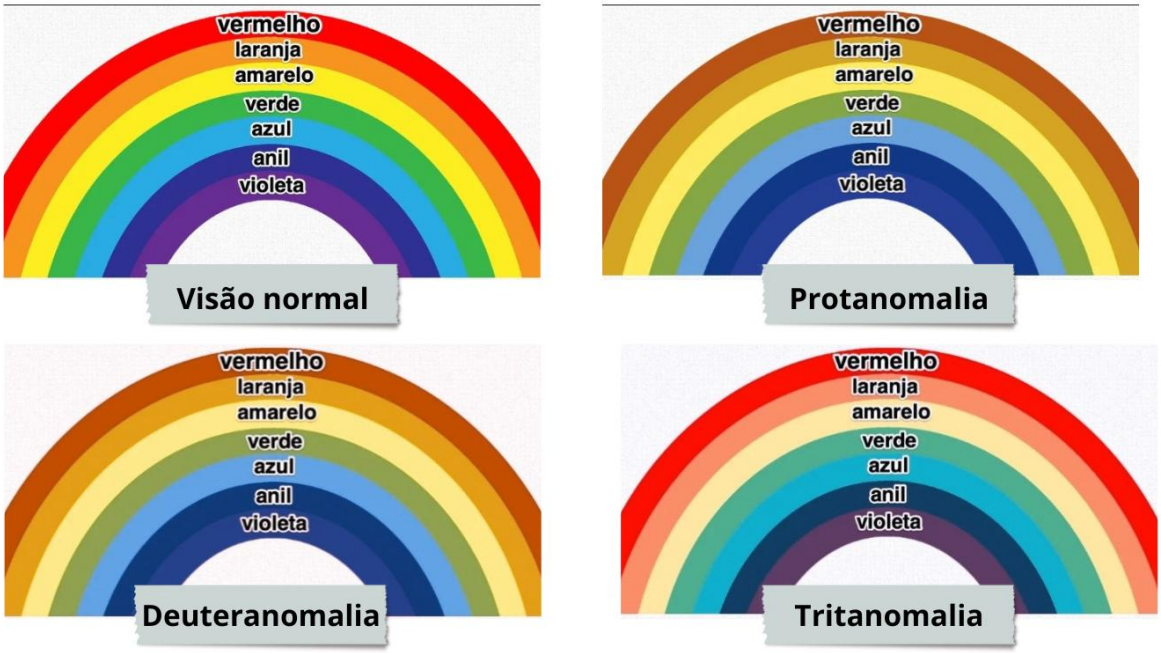
Os nomes dados aos tipos de distúrbios daltônicos são protanopia, deuteranopia e tritanopia. Cada uma dessas condições afeta uma cor específica, e a percepção das outras cores pode ser alterada, mas de maneira menos pronunciada.

As tricromacias anômalas, por exemplo, ocorrem quando há alterações nos pigmentos dos cones responsáveis pela percepção das cores. Essas anomalias nos cones afetam a capacidade de perceber cores específicas, mas não resultam em uma perda total da visão cromática, o que as diferencia das dicromacias.

Entre as tricromacias anômalas, destacam-se:

1. **Protanomalia**: caracteriza-se por uma sensibilidade reduzida à luz vermelha devido a uma anomalia nos cones L (long wavelength) (Neitz & Neitz, 2001).
2. **Deuteranomalia**: resulta de uma sensibilidade alterada à luz verde, sendo a forma mais comum de daltonismo (Pokorny et al., 1991).
3. **Tritanomalia**: menos comum, afeta a percepção da luz azul (Sharpe et al., 1999).

Figura 1 – A diferença das Tricomacias



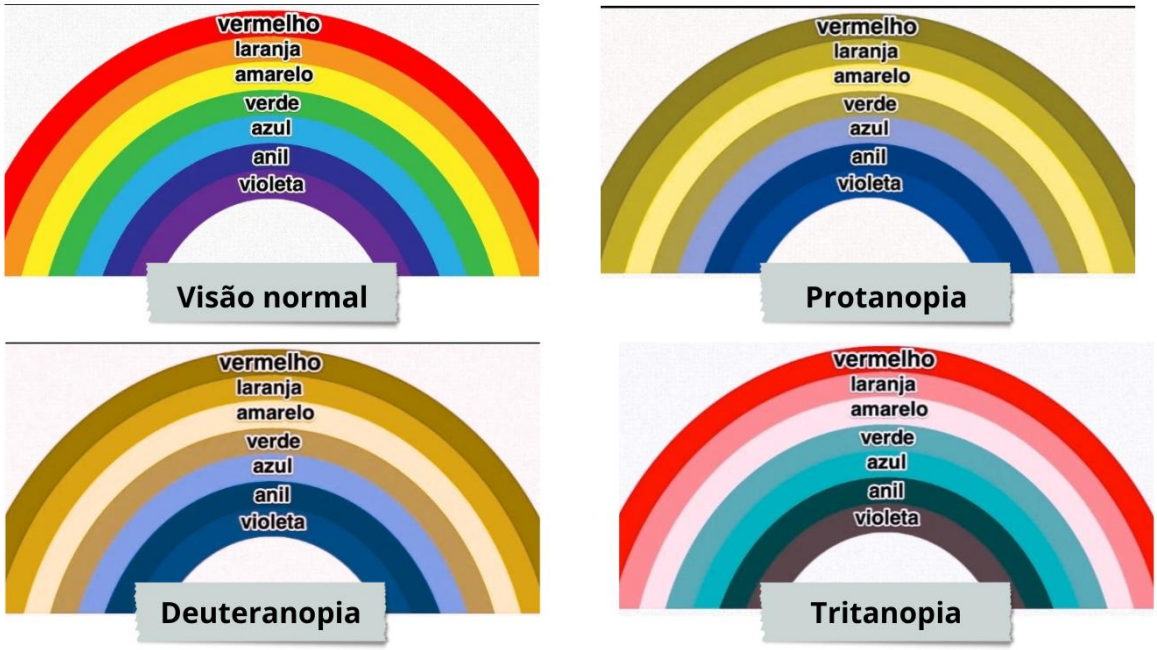
Fonte: Elaborado pelo autor.

As dicromacias, por outro lado, resultam da ausência completa de um dos tipos de cones, tornando a diferenciação de cores ainda mais prejudicada. Entre elas estão:

1. **Protanopia**: caracterizada pela ausência total dos cones L, resultando na incapacidade de perceber tons vermelhos (Neitz & Neitz, 2001).
2. **Deuteranopia**: ocorre pela falta dos cones M (medium wavelength), comprometendo a percepção do verde (Pokorny et al., 1991).

3. **Tritanopia**: resulta da ausência dos cones S (short wavelength), tornando a distinção entre azul e amarelo difícil (Sharpe et al., 1999).

Figura 2 – A diferença das dicromacias

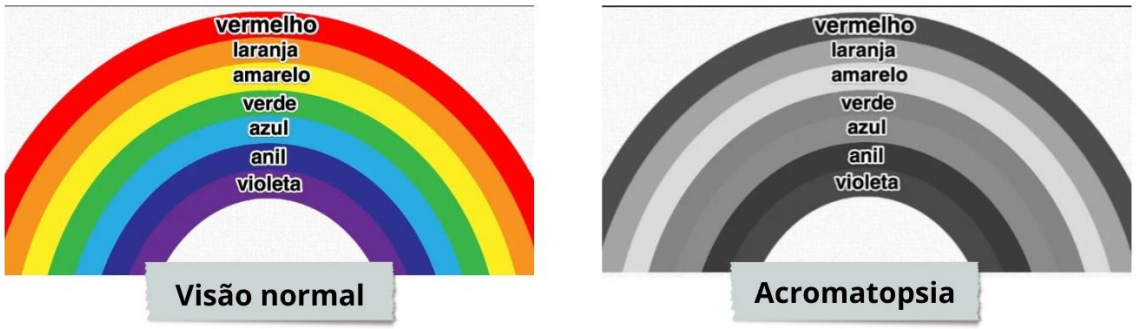


Fonte: Elaborado pelo autor.

A diferença entre a tricromacia anômala e a dicromacia é que, na tricromacia anômala, os três cones visuais estão presentes, mas um deles possui uma sensibilidade alterada, modificando parcialmente a percepção das cores. Já na dicromacia, um dos cones visuais está ausente ou não funcional, resultando na incapacidade de perceber completamente determinada cor.

Além dessas classificações, existe também a acromatopsia, uma condição rara e mais grave em que não há funcionamento dos cones, resultando na percepção do mundo em tons de cinza. A acromatopsia pode ser congênita ou adquirida e está associada a mutações em genes como o CNGA3 e o CNGB3 (Kohl et al., 2005).

Figura 3 – A diferença da acromatopsia



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.4 DIFICULDADES DA PESSOA DALTÔNICA

Um dos desafios diários para pessoas daltônicas é a escolha de roupas e acessórios. Mark Twain, com seu humor característico, afirmou: "Eu sou daltônico. O que vejo não é o que todos veem. Para mim, a vida é como um quadro pintado por um artista que não entende a paleta" (TWAIN, 1894).

Essa dificuldade se estende a atividades cotidianas e profissionais, onde a interpretação de gráficos e mapas se torna um empecilho significativo.

O ambiente escolar representa um dos primeiros desafios para pessoas daltônicas, especialmente quando materiais didáticos dependem de códigos de cores para transmitir informações. Estudos indicam que alunos com daltonismo podem enfrentar dificuldades em disciplinas como geografia, biologia e química, onde mapas, gráficos e diagramas frequentemente utilizam cores para diferenciação de elementos (Birch, 2012).

No ambiente profissional, diversas carreiras apresentam desafios específicos para daltônicos. Áreas como design gráfico, engenharia elétrica e medicina exigem uma percepção precisa das cores, tornando o acesso a essas profissões mais difícil para indivíduos com essa condição. Além disso, a falta de adaptações no local de trabalho pode gerar dificuldades na identificação de sinais visuais importantes, como botões coloridos em máquinas e indicadores de segurança (Sharpe et al., 1999).

No dia a dia, atividades como escolher roupas combinando cores, interpretar semáforos e diferenciar rótulos de produtos podem ser desafiadoras para daltônicos. Além disso, a segurança pode ser comprometida em contextos como a direção de

veículos e a identificação de sinais de alerta em ambientes públicos e industriais (Pokorny et al., 1987).

Apesar dos desafios, diversas estratégias podem ser adotadas para minimizar os impactos do daltonismo. Tecnologias assistivas, como aplicativos que identificam cores e óculos com lentes filtrantes, têm sido desenvolvidas para auxiliar daltônicos em sua vida cotidiana. Além disso, a conscientização sobre a condição pode incentivar adaptações em ambientes escolares e profissionais, promovendo maior inclusão e acessibilidade (Neitz & Neitz, 2011).

3.5 ADAPTAÇÕES DE INDÚSTRIAS PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA

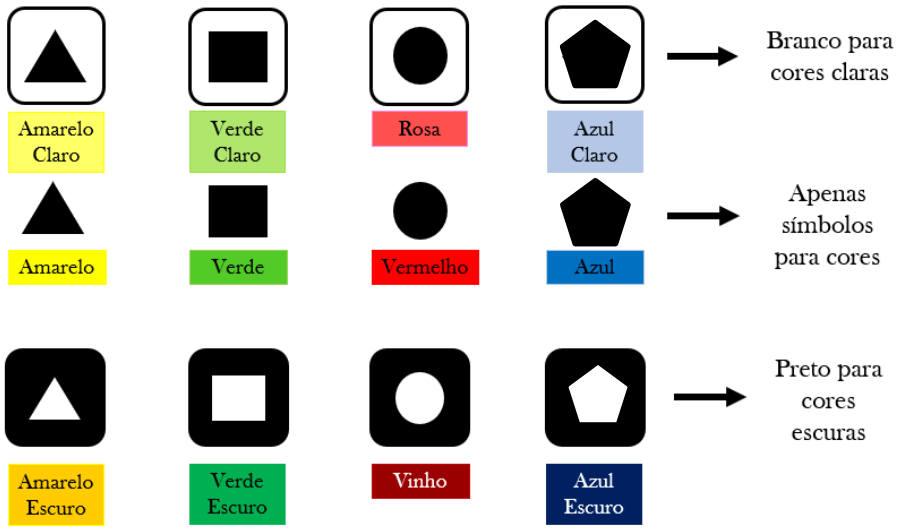
As adaptações nas indústrias para pessoas com deficiência são um componente crucial para a inclusão no mercado de trabalho, especialmente em um contexto de crescente valorização da diversidade e da equidade. No Brasil, as políticas públicas têm incentivado a acessibilidade no ambiente de trabalho, especialmente após a implementação da Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei nº 13.146/2015), que estabelece a obrigatoriedade de medidas para garantir o pleno acesso de pessoas com deficiência ao mercado de trabalho. A Organização Mundial da Saúde estima que cerca de 15% da população mundial possui algum tipo de deficiência, o que reforça a relevância de discutir as adaptações necessárias nas indústrias.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para atender à necessidade das pessoas daltônicas, foi desenvolvida uma tabela codificada com formas geométricas, correspondentes às cores das fitas de demarcação de solo presentes na fábrica.

Independentemente de sua condição, todo daltônico enxerga perfeitamente as cores preto e branco. Diante disso, toda a tabela foi criada com formas geométricas em preto, utilizando variações em branco para representar cores mais claras ou escuras.

Figura 5 – Tabela de codificação



Fonte: Elaborado pelo autor.

Nessa indústria, além de serem utilizadas para a demarcação de solo, as fitas coloridas também serviam para indicar a localização de diversos elementos na fábrica. Por exemplo: fitas amarelas representam áreas com peças e máquinas não móveis; fitas vermelhas demarcam locais com materiais retidos por qualidade, como gaiolas, caçambas e outros; fitas azuis identificam máquinas e equipamentos móveis; e, por fim, fitas verdes indicam áreas com produtos finalizados e empacotados.

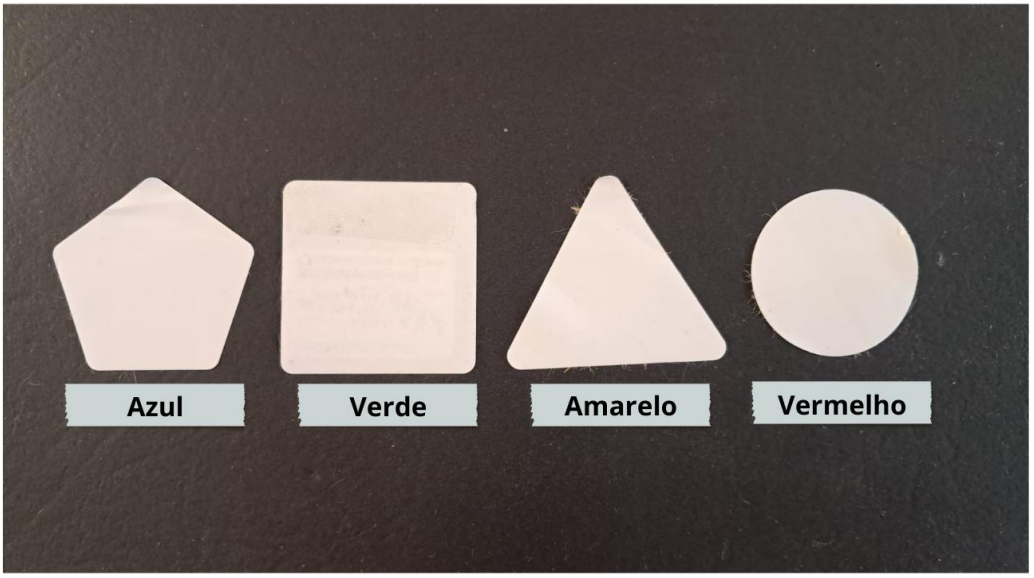
Dessa forma, além de auxiliar pessoas com daltonismo a se orientarem dentro da indústria, essa tabela também contribui para a compreensão das estruturas fixas e móveis na manufatura.

Por fim, foi criada uma tabela para repassar as novas instruções sobre o novo layout das áreas produtivas da fábrica.

Figura 6 - Códigos de fitas

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 7 – Formas geométricas



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 8 – Implementação na manufatura

Fonte: Elaborado pelo autor.

A adaptação da sinalização industrial não apenas contribuiu para a inclusão e segurança de pessoas com daltonismo, mas também atendeu aos requisitos da Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência, reforçando a importância da acessibilidade no mercado de trabalho. A implementação de formas geométricas no lugar de cores específicas ampliou a autonomia do trabalhador daltônico, promovendo uma maior independência e facilitando a navegação em ambientes industriais complexos.

Esses resultados indicam que a inclusão de indivíduos com deficiência visual no ambiente profissional não deve depender apenas de adaptações físicas, mas também de soluções tecnológicas e inovadoras que respeitem as especificidades de cada condição. A proposta apresentada neste estudo pode ser expandida para outros contextos, além da indústria, como estabelecimentos comerciais e ambientes educacionais, onde a sinalização por cores é amplamente utilizada.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados demonstraram a eficácia de um sistema de codificação complementar, que utiliza formas geométricas associadas às cores convencionais, permitindo que as informações visuais sejam compreendidas independentemente da

percepção cromática. Essa solução foi testada em um estudo de caso realizado em uma indústria de manufatura química, onde as dificuldades enfrentadas por um trabalhador daltônico foram identificadas e solucionadas de maneira prática.

Fica claro que, para alcançar uma sociedade verdadeiramente inclusiva, é necessário adotar abordagens mais amplas e colaborativas, envolvendo tanto a adaptação de ambientes quanto a conscientização sobre as necessidades das pessoas com deficiência. O caminho para uma inclusão efetiva deve ser contínuo, e este estudo oferece uma contribuição significativa para que as pessoas daltônicas possam exercer suas funções profissionais com mais segurança e autonomia. A aplicação de soluções como a proposta aqui apresentada pode representar um passo importante na promoção de uma maior equidade no mercado de trabalho e em outros espaços sociais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIRCH, J. (2012). Worldwide prevalence of red-green color deficiency. **Journal of the Optical Society of America** *A*, 29(3), 313-320. Disponível em: https://opg.optica.org/abstract.cfm?uri=josaa-29-3-313. Acesso em 20/03/2025

BRASIL ESCOLA. **Daltonismo: o que é, causas, tipos, diagnóstico**. Disponível em: https://brasilescola.uol.com.br/biologia/daltonismo.htm. Acesso em 05/03/2025.

COLOR BLINDNESS. **Coblis — Color Blindness Simulator.** Disponível em: https://www.color-blindness.com/coblis-color.blindness-simulator/. Acesso em 20/03/2025

DRAUZIO VARELLA. **Daltonismo**. Disponível em: https://drauziovarella.uol.com.br/doencas-e-sintomas/daltonismo/. Acesso em 05/03/2025.

INDIO DO BRASIL DO CARMO, Marwin Machay; GILLA, Clarissa Garcia; QUITERIO, Patricia Lorena. **Um estudo sobre a inclusão de pessoas com deficiência no mercado de trabalho brasileiro**. *Psicologia em Estudo*, v. 20, 2025. Disponível em: https://revistas.ufpr.br/psicologia/article/view/59972/41427. Acesso em 14/03/2025.

MORIJO, Daniel Kleber Santos; MARCELINO, Vitória de Oliveira; MANSANO, Naira da Silva. DALTONISMO E AS DIFERENTES PERCEPÇÕES DE CORES. **REGRAD - Revista Eletrônica de Graduação do UNIVEM - ISSN 1984-7866**, [S.l.], v. 10, n. 01, p. 433 - 439, nov. 2020. ISSN 1984-7866. Disponível em: <https://revista.univem.edu.br/REGRAD/article/view/3315>. Acesso em 06/03/2025.

NEITZ, M., & NEITZ, J. (2011). ***The genetics of normal and defective color vision.*** *Vision Research*, 51(7), 633-651. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0042698910005699. Acesso em 06/03/2025

POKORNY, J., SMITH, V. C., & Lutze, M. (1987). Aging of the human lens. **Applied Optics**, 43(13), 2395-2406. Disponível em: https://opg.optica.org/ao/abstract.cfm?uri=ao-26-8-1437
Acesso em 06/03/2025

PORTO, C. L. **Cor e posicionamento de marca: um estudo sob a percepção de daltônicos**. Monografia de conclusão de curso na UFRGS, Porto Alegre. Disponível em: https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/177711. Acesso em 05/03/2025.

RAMOS, R. M. **O daltonismo e o direito ao trabalho:** a luta por uma visão igualitária. Monografia de conclusão de curso na UniCEUB, Brasília. Disponível em: https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/235/10580/1/21212074.pdf. Acesso em 05/03/2023.

SHARPE, L. T., STOCKMAN, A., JÄGLE, H., & NATHANS, J. (1999). "***Opsin genes, cone photopigments, color vision, and color blindness".*** *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 23(3), 171-196. Disponivel em: https://www.allpsych.uni-giessen.de/karl/colbook/sharpe.pdf. Acesso em 03/03/2025

SIMUNOVIC, M. P. (2010). Color vision deficiency. *Eye (London)*, 24(5), 747-755. Disponível em : https://www.nature.com/articles/eye2009251. Acesso em 02/03/2025

NEITZ, M., & NEITZ, J. (2011). **The genetics of normal and defective color vision.** *Vision Research, 51*(7), 633-651. . Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21167193/. Acesso em 02/03/2025

KOHL, S., MARX, T., GIDDINGS, I., JÄGLE, H., JACOBSON, S. G., APFELSTEDT-SYLLA, E., & Wissinger, B. (1998). **Total colourblindness is caused by mutations in the gene encoding the α-subunit of the cone photoreceptor cGMP-gated cation channel.** *Nature Genetics, 19*(3), 257-259. Disponível em : https://doi.org/10.1038/935. Acesso em 02/03/2025

POKORNY, J., SMITH, V. C., & LUTZE, M. (1987). **Aging of the human lens.** *Applied Optics, 43*(13), 2395-2406. Disponivel em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20454339/. Acesso em 02/03/2025

SHARPE, L. T., STOCKMAN, A., JÄGLE, H., & NATHANS, J. (1999). **Opsin genes, cone photopigments, color vision, and color blindness.** *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 23*(3), 171-188 . Disponível em: https://www.appstate.edu/~steelekm/classes/psy3203/ColorBlind/colorblindgenetics.pdf. Acesso em 02/03/2025

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pessoas com deficiência têm menor acesso à educação, ao trabalho e à renda.** Agência de Notícias IBGE, 2022. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-

noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/37317-pessoas-com-deficiencia-tem-menor-acesso-a-educacao-ao-trabalho-e-a-renda. Acesso em: 3 abr. 2025.

CAMARGO, M. L.; GOULART JÚNIOR, E.; LEITE, L. P. **O psicólogo e a inclusão de pessoas com deficiência no trabalho.** Psicologia: Ciência e Profissão, v. 37, n. 3, p. 799-814, 2017. Disponível em: https://www.scielo.br/j/pcp/a/ngsbyT5Xz7JLTJnZCXPbRdC/. Acesso em: 3 abr. 2025.

HUNT, David M. The Chemistry of John Dalton's Color Blindness. *Science*, v. 267, n. 5200, p. 984–988, 1995. Disponível em: https://www.science.org/doi/10.1126/science.7863342. Acesso em: 3 abr. 2025.

WRIGHT, A. F. **The Chemistry of John Dalton's Color Blindness.** *Science*, v. 267, n. 5200, p. 984–988, 1995. Disponível em: https://www.science.org/doi/10.1126/science.7863342. Acesso em: 3 abr. 2025.

WIKIPÉDIA. John Dalton. ***Wikipédia: a enciclopédia livre*.** Última modificação em: mar. 2025. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/John_Dalton. Acesso em: 3 abr. 2025.

DESENVOLVIMENTO DE UMA PLATAFORMA DIGITAL PARA REÚSO E LOGÍSTICA REVERSA DE COMPONENTES ELETRÔNICOS
DEVELOPMENT OF A DIGITAL PLATFORM FOR REUSE AND REVERSE LOGISTICS OF ELECTRONIC COMPONENTS

Ana Clara Silveira Antunes[1]
Otávio Machado de Oliveira[2]
Silvia Roberta de Jesus Garcia [3]

RESUMO: O crescente descarte inadequado de componentes eletrônicos representa um significativo desafio socioambiental, demandando soluções eficazes para a gestão de resíduos e a promoção da economia circular. Diante disso, este trabalho descreve o desenvolvimento de uma plataforma digital para atuar como um e-commerce sustentável. A plataforma tem como objetivo conectar geradores de lixo eletrônico a recicladores, facilitando o reuso e a logística reversa de componentes eletrônicos. A pesquisa envolveu o levantamento de requisitos, a análise de necessidades, a definição do público-alvo e o desenvolvimento de um protótipo, incluindo uma revisão bibliográfica para fundamentação teórica. Espera-se que a solução proposta fomente uma rede colaborativa, capaz de estimular práticas sustentáveis, reforçando a importância da tecnologia para o desenvolvimento de uma economia circular.
Palavras-chave: Economia Circular; Reúso de Eletrônicos; Sustentabilidade.

ABSTRACT: The growing improper disposal of electronic components represents a significant socio-environmental challenge, demanding effective solutions for waste management and the promotion of a circular economy. In light of this, this work describes the development of a digital platform to act as a sustainable e-commerce. The platform aims to connect electronic waste generators with recyclers, facilitating the reuse and reverse logistics of electronic components. The research involved requirements gathering, needs analysis, defining the target audience, and developing a prototype, including a bibliographic review for theoretical foundation. It is expected that the proposed solution will foster a collaborative network capable of stimulating sustainable practices, reinforcing the importance of technology for the development of a circular economy.
Keywords: Circular Economy; Reuse of Electronics; Sustainability.

1 INTRODUÇÃO

De forma global, o aumento do consumo de equipamentos eletroeletrônicos tem causado uma preocupação crescente, especialmente pelo aumento na quantidade de resíduos gerados. Esse cenário se traduz em números alarmantes: o lixo eletrônico atingiu a marca de 62 milhões de toneladas em 2022, um aumento expressivo de 82% desde 2010, conforme dados da União Internacional de

Análise e Desenvolvimento de Sistemas - Fatec Itapetininga - E-mail: ana.antunes3@fatec.sp.gov.br [1]
Análise e Desenvolvimento de Sistemas - Fatec Itapetininga - E-mail: otavio.oliveira26@fatec.sp.gov.br[2]
Prof.ª Orientadora Mestre - Fatec Itapetininga - E-mail: silvia.garcia01@fatec.sp.gov.br [3]

Telecomunicações (ITU) e do Instituto das Nações Unidas para Formação e Pesquisa (UNITAR, 2024).

No Brasil, a situação se mostra igualmente preocupante. O país figura como o quinto maior produtor mundial, com cerca de 2,4 milhões de toneladas anuais. Desse total, no entanto, apenas uma pequena fração de 3% recebe o tratamento correto (Brasil de Fato, 2024). Essa baixa taxa de reciclagem é uma realidade apesar dos esforços governamentais, como a Política Nacional de Resíduos Sólidos e da existência de milhares de pontos de coleta, o que sugere uma lacuna entre a política e a prática (Brasil, 2010).

Quando descartados de forma incorreta, esses resíduos trazem implicações severas para o meio ambiente e a saúde pública. Metais pesados presentes nesses equipamentos, a exemplo de chumbo, mercúrio e cádmio, podem ser liberados no ambiente, contaminando o solo e a água e afetando de modo particular as populações vulneráveis (Green, 2024). Diversos fatores dificultam uma gestão mais eficiente desses materiais. Entre eles, destacam-se a pouca conscientização da população, uma infraestrutura de coleta ainda insuficiente e a baixa eficácia da logística reversa (Ewaste1, 2023).

Para enfrentar esse desafio, as soluções digitais que promovem a economia circular aparecem como uma alternativa promissora. Desse modo, este artigo propôs o desenvolvimento de uma plataforma de comércio eletrônico sustentável, projetada para o reúso e a logística reversa de componentes eletrônicos. A plataforma busca conectar os diferentes participantes dessa cadeia – desde consumidores e ofertantes até recicladores e recondicionadores por meio de um sistema que combina localização e rastreabilidade dos materiais. Com isso, a tecnologia é utilizada como uma ferramenta para superar as barreiras atuais e dar mais eficiência ao fluxo de materiais no ciclo de vida dos eletrônicos.

2 METODOLOGIA

Segundo Strauss e Corbin (1998), o método de pesquisa pode ser entendido como o conjunto de procedimentos e técnicas empregados para a coletar e análise de dados, funcionando como as ferramentas para alcançar os objetivos propostos. A presente pesquisa foi delineada a partir de sua classificação quanto aos seus fins e aos meios utilizados.

Quanto aos objetivos, a pesquisa classifica-se como exploratória e descritiva. A fase inicial do estudo foi exploratória, que segundo Temporini (1995), essa abordagem consiste em um estudo preliminar que visa familiarizar o pesquisador com o fenômeno investigado, de modo que a pesquisa principal possa ser planejada com maior entendimento e precisão. Esta etapa permitiu aprofundar o conhecimento sobre a problemática do lixo eletrônico e fundamentar teoricamente o desenvolvimento da solução.

Superada a fase exploratória, o estudo avançou para uma análise descritiva. De acordo com Silva e Menezes (2005), o propósito dessa abordagem é realizar a descrição das características de uma determinada população ou fenômeno. Tal método foi utilizado na definição do público-alvo, ao descrever os perfis dos diferentes usuários do sistema, e na análise das funcionalidades de soluções tecnológicas já existente.

Quanto aos meios, a pesquisa é bibliográfica e de levantamento. A pesquisa bibliográfica, conforme conceitua Gil (2002), é desenvolvida com base em materiais previamente elaborados, como livros e artigos científicos.

Sua aplicação foi essencial, pois, como afirma Fonseca (2002), toda investigação científica se inicia com uma pesquisa bibliográfica, uma vez que ela permite ao pesquisador conhecer o que já foi estudado sobre o assunto. Para isso, foram consultados artigos, legislações, como a Política Nacional de Resíduos Sólidos, e relatórios para contextualizar o problema.

A abordagem qualitativa esteve presente na fase de levantamento de dados, visto que se pretendia compreender as necessidades e os desafios do público-alvo. Conforme definem Silva e Menezes (2005), a pesquisa qualitativa parte do princípio de que há um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito o qual não pode ser traduzido em números. Nessa perspectiva, a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são elementos fundamentais no processo. Para isso, foi realizada uma análise de soluções tecnológicas semelhantes às já disponíveis no mercado, avaliando suas funcionalidades e limitações. A consolidação dessas informações, extraídas de bases de dados institucionais e relatórios técnicos, permitiu uma visão mais ampla sobre a necessidade e a viabilidade da solução proposta.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

O consumo acelerado de tecnologia transformou os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos no fluxo de lixo doméstico que mais cresce no mundo. A dimensão do problema é de tal forma significativa que a penetração desses aparelhos já supera a de infraestruturas básicas de saneamento em escala global (Perkins; Drisse; Nxele; Sly, 2014). Este cenário de geração massiva e descarte rápido impõe a necessidade de novos modelos de produção, consumo e também analisar o papel das plataformas digitais como ferramentas inovadoras para enfrentar esse desafio.

3.1 A PROBLEMÁTICA DOS RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS

Os Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos, também conhecidos como REE, são originados de produtos que necessitam de corrente elétrica ou baterias e que foram descartados ao final de sua vida útil. O volume global desses resíduos tem crescido de forma exponencial, impulsionado pela constante inovação tecnológica e pela alta taxa de obsolescência dos produtos. De acordo com Santos e Marchi (2022), a geração mundial de lixo eletrônico atingiu 53,6 milhões de toneladas em 2019, sendo que apenas 17,4% desse montante foi formalmente coletado e reciclado. No Brasil, a situação é particularmente crítica: o país é o maior gerador da América Latina, produzindo cerca de 1,5 milhão de toneladas anuais, mas com uma taxa de tratamento adequado de apenas 3%.

A complexidade do problema é amplificada pelo fluxo internacional desses materiais. Conforme apontam Perkins, Drisse, Nxele e Sly (2014), estima-se que entre 75% e 80% do lixo eletrônico mundial seja exportado, muitas vezes ilegalmente, para países em desenvolvimento na Ásia e na África sob o pretexto de doação ou reúso. Um estudo específico sobre o Brasil, realizado por Demajorovic, Augusto e Souza (2016), revelou que o país gera 96,8 mil toneladas por ano apenas de resíduos de computadores, um volume superado somente pela China. Esta realidade evidencia um cenário de descontrole e a necessidade urgente de sistemas de gestão mais eficientes para lidar com essa crescente e complexa cadeia de resíduos.

3.1.1 Impactos do descarte inadequado

O descarte incorreto de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos acarreta severas consequências para o meio ambiente e a saúde humana devido à sua composição tóxica. Segundo Franco, Moreira, Nascimento, Miranda e Cabral (2021), componentes como placas de circuito impresso contêm uma variedade de metais pesados, incluindo chumbo, mercúrio, cádmio e arsênio, que são altamente prejudiciais. Quando dispostos em aterros ou lixões, esses metais podem vazar e contaminar o solo e os lençóis freáticos, entrando na cadeia alimentar e causando danos a ecossistemas inteiros.

De acordo com Reis (2021), além da contaminação química, o volume desses materiais, que possuem partes de vidro e plástico, contribui para a redução da vida útil dos aterros sanitários.

Os impactos na saúde pública são igualmente alarmantes. A exposição a esses metais pode levar a danos permanentes nos sistemas neurológico, renal e reprodutivo, além de apresentar potencial cancerígeno. Conforme destacam Perkins, Drisse, Nxele e Sly (2014), populações vulneráveis, como mulheres e crianças, são desproporcionalmente afetadas, pois frequentemente trabalham na reciclagem informal sem qualquer tipo de proteção. Nestes locais, são comuns práticas rudimentares e perigosas, como a queima de cabos para extrair cobre e o uso de banhos de ácido a céu aberto para recuperar metais, liberando fumaças tóxicas como dioxinas e furanos, que agravam os riscos de intoxicação e o desenvolvimento de doenças crônicas na comunidade local.

3.2 A SINERGIA ENTRE ECONOMIA CIRCULAR E LOGÍSTICA REVERSA NO SETOR ELETRÔNICO

Como uma alternativa ao insustentável modelo econômico linear de "extrair-produzir-descartar", a Economia Circular oferece uma abordagem restauradora e regenerativa. Na visão de Souza (2023), o objetivo deste modelo é dissociar o desenvolvimento econômico do consumo de recursos finitos, redesenhando os ciclos de vida dos produtos para que todos os materiais possam ser mantidos em circulação, eliminando o conceito de lixo. Para que esse ciclo se complete, a Logística Reversa é a ferramenta operacional indispensável.

De acordo com Alós (2023), a Logística Reversa é caracterizada por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a

restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, seja para reaproveitamento em seu próprio ciclo ou em outros, ou para uma destinação final ambientalmente adequada.

No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305/2010, foi o marco que estabeleceu a obrigatoriedade da implementação de sistemas de Logística Reversa para o setor de eletroeletrônicos, baseada no princípio da responsabilidade compartilhada entre fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e consumidores (Demajorovic, Augusto e Souza, 2016).

A sinergia entre os conceitos é clara: a Economia Circular oferece a visão estratégica de um sistema produtivo sem desperdício, enquanto a Logística Reversa oferece os mecanismos táticos para que os produtos em fim de vida retornem ao ciclo, transformando um passivo ambiental em um ativo econômico com valor recuperável, como ouro e cobre (Reis, 2021).

3.3 O PAPEL DAS PLATAFORMAS DIGITAIS NA SUSTENTABILIDADE

A complexidade de coordenar os múltiplos atores da cadeia de Logística Reversa, como consumidores, varejistas, transportadores e recicladores, encontra nas plataformas digitais uma solução promissora para superar barreiras de informação e geográficas. Como sugerem Santos, Schults, Moreira, Campos, Figueiredo e Racowski (2025), o uso de tecnologias móveis, como aplicativos, no contexto da educação ambiental, pode transcender as limitações tradicionais e tornar as práticas sustentáveis mais acessíveis e atrativas para a sociedade. Essas ferramentas digitais são capazes de conectar os diversos elos da cadeia de valor, otimizando o fluxo reverso dos materiais e promovendo a conscientização.

O conceito de aprendizagem móvel, impulsionado por smartphones, permite que os cidadãos se tornem agentes ativos no processo de sustentabilidade, não apenas consumindo, mas também produzindo e compartilhando informações relevantes (Santos, Schults, Moreira, Campos, Figueiredo e Racowski, 2025).

Ao oferecer funcionalidades práticas, como a localização de pontos de descarte e sistemas de incentivo, as plataformas digitais atuam diretamente sobre os principais gargalos da Logística Reversa, como a falta de conscientização e o engajamento do consumidor.

Conforme a análise de Alós, Milan e Eberle (2023), a ausência de alinhamento entre os diferentes atores é um dos pontos críticos para o sucesso do sistema, e a tecnologia pode servir como a ponte para essa integração, catalisando a transição para uma Economia Circular mais eficiente.

3.3.1 Desafios e oportunidades para plataformas de reúso de eletrônicos

A implementação de plataformas digitais para a gestão de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos, embora promissora, enfrenta desafios consideráveis. Um dos principais, apontado por Souza (2023), é a barreira cultural e a falta de conscientização dos consumidores, que muitas vezes não sabem como proceder com o descarte correto. Soma-se a isso a complexidade logística e os altos custos de transporte no Brasil, um país de dimensões continentais, que dificultam a viabilidade econômica da coleta (Demajorovic, Augusto e Souza, 2016). A competição com um setor informal já estabelecido, que domina a coleta primária de muitos resíduos, também se apresenta como um obstáculo para a formalização da cadeia através de soluções digitais.

Apesar das dificuldades, as oportunidades são vastas. As plataformas podem fortalecer a Economia Circular ao promover o reúso e o reparo, etapas prioritárias na hierarquia da Economia Circular, conectando diretamente interessados, prolongando a vida útil dos equipamentos e criando um mercado secundário para componentes, transformando um desafio ambiental em uma oportunidade de negócio sustentável.

3.4 SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS SEMELHANTES PARA RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS

A tecnologia vem se mostrando um importante recurso para boas práticas de em relação ao gerenciamento de resíduos eletroeletrônicos, oferecendo soluções que articulam geradores, pontos de coleta e recicladores por meio de funcionalidades integradas de cadastro, agendamento de coleta, rastreabilidade e monitoramento de volumes. Softwares e plataformas específicas foram desenvolvidos para suprir essas demandas operacionais, disponibilizando ferramentas que auxiliam desde a localização de pontos de entrega até a emissão de documentação de conformidade e relatórios de destinação. Neste estudo, entre as principais iniciativas pesquisadas

destacam-se a Green Eletron, a Ecobraz Emigre e a Sucata Digital, que combinam recursos digitais e arranjos logísticos para facilitar o reúso de componentes e a gestão do fluxo reverso.

3.4.1 Green Eletron

A Green Eletron é uma plataforma que viabiliza e gerencia a logística reversa de eletroeletrônicos, pilhas e baterias portáteis no Brasil. A aplicação integra o gerenciamento de Pontos de Entrega Voluntária, a organização de ações itinerantes de coleta, o cadastro de geradores e parceiros e a geração de relatórios de conformidade ambiental. Suas funcionalidades permitem localizar pontos de entrega, registrar volumes coletados, controlar o fluxo documental e credenciar recicladores, o que resulta em vantagens como ampla capilaridade de coleta, maior governança sobre a cadeia reversa e capacidade de mobilização educativa junto à população. A Figura 1 ilustra a tela inicial do aplicativo Green Eletron (2025).

Figura 1 – Tela inicial da plataforma Green Eletron

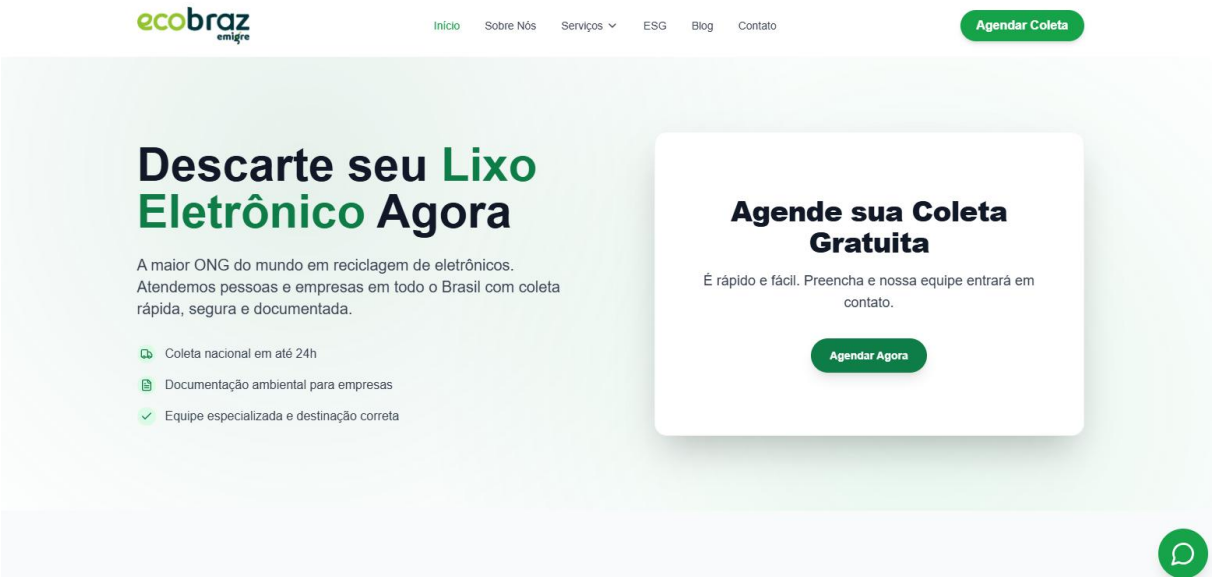
Fonte: Green Eletron (2025).

3.4.2 Ecobraz Emigre

A Ecobraz Emigre é uma organização não governamental (ONG), que atua na reciclagem de lixo eletrônico no Brasil e no mundo. O projeto disponibiliza um website

no qual reúne agendamento de coletas domiciliárias e empresariais, logística de transporte licenciada, triagem técnica para separação de componentes reutilizáveis e processos de manufatura reversa quando aplicáveis. Tais funcionalidades asseguram rastreabilidade documental, possibilitam a reaproveitamento de peças e garantem destinação final ambientalmente adequada, conferindo vantagens operacionais importantes para grandes geradores e clientes corporativos, como customização do serviço, eficiência logística e conformidade para programas de sustentabilidade. A Figura 2 apresenta sua interface inicial.

Figura 2 – Tela inicial da plataforma Ecobraz Emigre



Fonte: Ecobraz Emigre (2025).

3.4.3 Sucata Digital

A Sucata Digital é um website voltado para o comércio e gerenciamento de resíduos eletroeletrônicos. A aplicação oferece cadastro de doadores, agendamento de coletas, pontos de entrega locais, triagem e recondicionamento de equipamentos aptos ao reúso, além de procedimentos de higienização e formatação segura de dispositivos de armazenamento. Essas funcionalidades permitem a recuperação comercial de componentes de maior valor e fornecem relatórios e certificados de destinação, apresentando vantagens como agilidade logística em áreas metropolitanas, redução do custo de transporte e viabilidade para projetos-piloto de

economia circular em âmbito local. Na Figura 3, visualiza-se a página inicial do sistema.

Figura 3 – Tela inicial da plataforma Sucata Digital

Fonte: Sucata Digital (2025).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O crescente volume de lixo eletrônico e as baixíssimas taxas de reciclagem no Brasil representam um desafio socioambiental crítico. A falta de conscientização da população e a complexidade da logística reversa são barreiras significativas para uma gestão eficiente desses resíduos. Nesse contexto, a solução desenvolvida, WastSafe, foi projetada para preencher essa lacuna, oferecendo uma plataforma de e-commerce sustentável que conecta diretamente os geradores de resíduos a recicladores e outros interessados.

O principal desafio enfrentado no desenvolvimento desta solução foi a criação de uma interface acessível e intuitiva, considerando a necessidade de atender a múltiplos perfis de usuários, desde pessoas físicas a empresas. Além disso, foi fundamental projetar um sistema que transmitisse confiança e segurança, garantindo que os usuários pudessem transacionar e rastrear materiais de forma transparente.

O propósito final do sistema foi facilitar a interação entre os diversos atores da cadeia, transformando o que hoje é um passivo ambiental em um ativo com valor econômico. A plataforma visa operacionalizar os princípios da Economia Circular,

estimulando o reúso e o reparo de componentes. Ao fazer isso, a plataforma WastSafe busca não apenas otimizar a coleta e a destinação final, mas também fomentar um mercado que prolongue a vida útil dos equipamentos eletrônicos.

A interface inicial do sistema, apresentada na Figura 4, foi projetada para ser o ponto de entrada da plataforma, comunicando sua proposta central: ser uma "solução para Componentes Eletrônicos". A tela destaca as principais ações que o usuário pode tomar, como "Explorar Materiais" e "Anunciar Material", e introduz a missão do projeto de conectar geradores e recicladores para promover a economia circular.

Os resultados devem ser combinados com discussão. Dados suficientes, todos com algum índice de variação incluso, devem ser apresentados para permitir ao leitor a interpretação dos resultados do experimento.

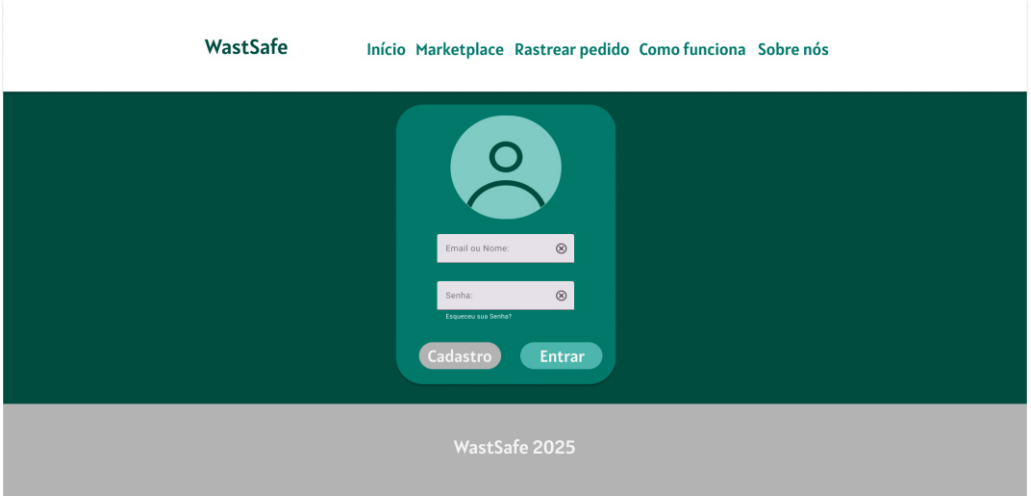
A discussão deve interpretar clara e concisamente os resultados e integrar resultados de literatura com os da pesquisa para proporcionar ao leitor uma base ampla na qual possa aceitar ou rejeitar as hipóteses testadas.

Figura 4 – Tela inicial da aplicação desenvolvida

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Para que os usuários possam acessar as funcionalidades, a plataforma requer um processo de autenticação, realizado por meio da tela de login (Figura 5). Essa interface dispõe de campos para a inserção de e-mail e senha, além de um botão de entrada e um link para recuperação de acesso.

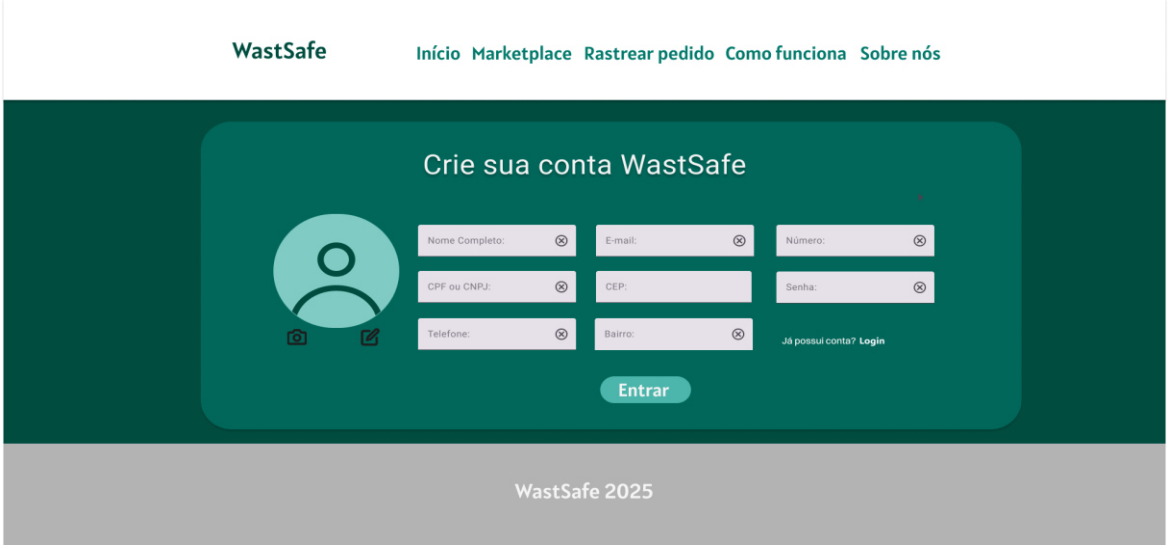
Figura 5 – Tela de Login



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Para novos participantes, há a opção de criação de conta, que os direciona à tela de cadastro (Figura 6). Neste ambiente, é possível preencher os dados necessários e definir uma senha de acesso. O formulário foi desenvolvido para abranger tantas pessoas físicas quanto jurídicas, ampliando o escopo de atuação da plataforma. Após a autenticação, o usuário é redirecionado à área principal do sistema para utilizar os serviços oferecidos.

Figura 6 – Tela de Cadastro

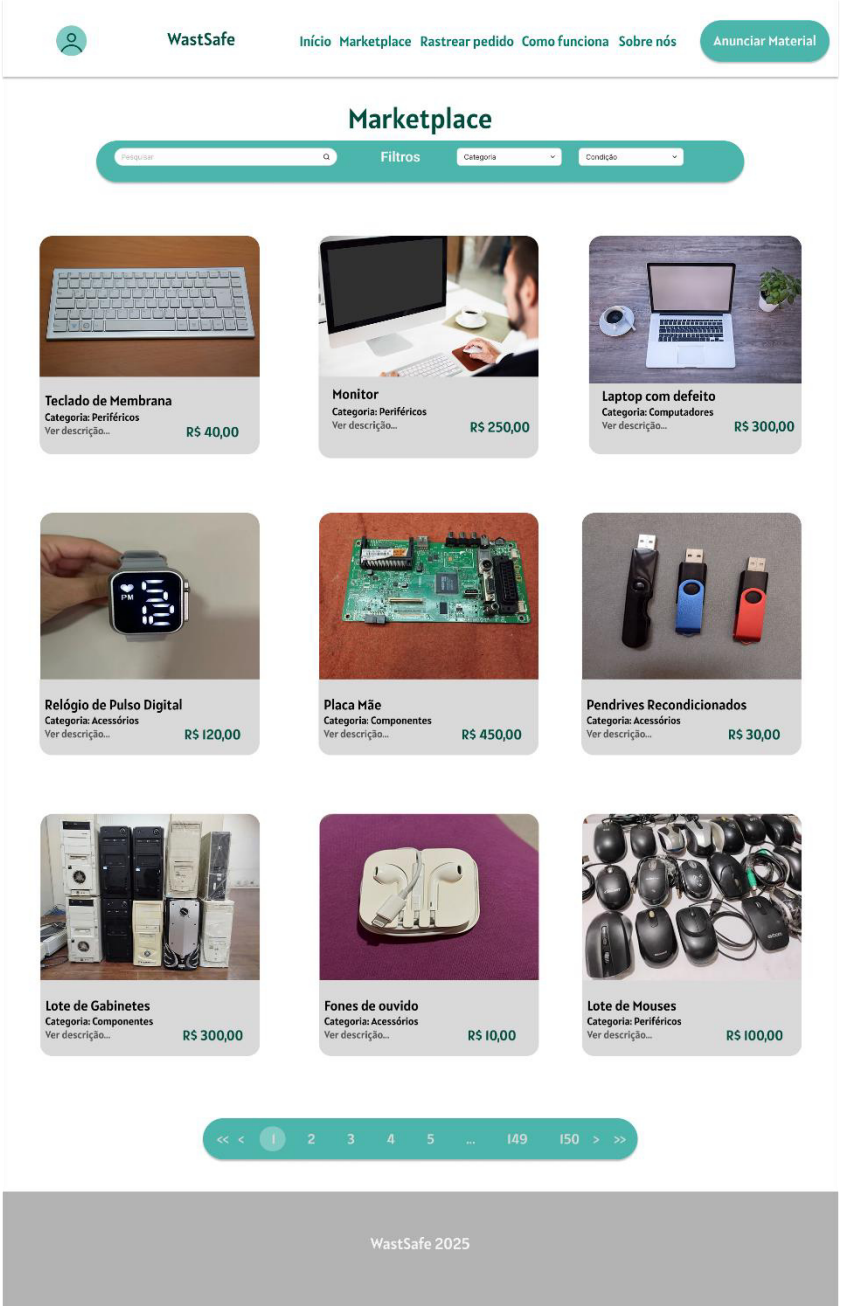


Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A seção do *marketplace*, ilustrada na Figura 7, constitui a funcionalidade central do sistema. Nela, os usuários encontram um catálogo de componentes e equipamentos disponíveis para negociação. Cada item é exibido com imagem, descrição e preço, e a interface inclui um campo de busca para facilitar a localização

de produtos específicos. Essa funcionalidade visa estimular diretamente o reúso e a comercialização de itens que seriam descartados.

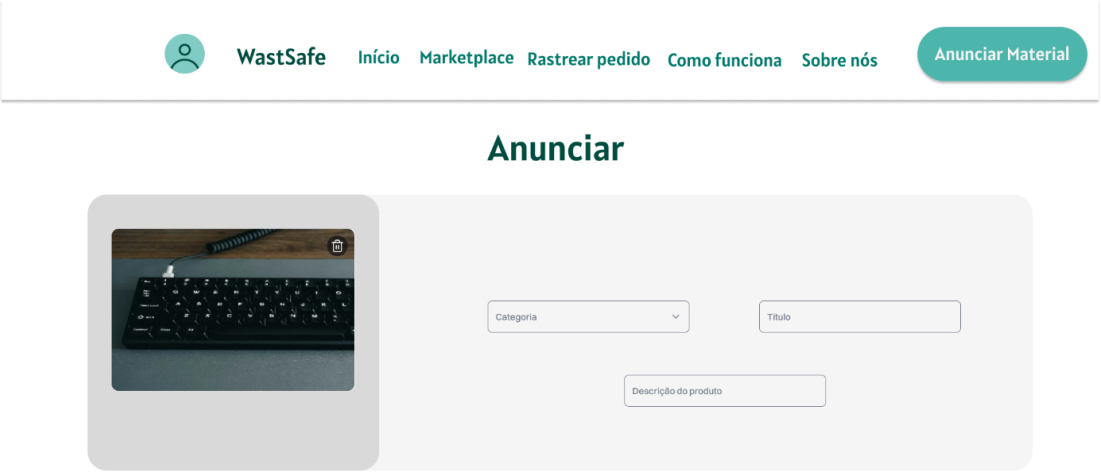
Figura 7 – Tela do Marketplace



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Para ofertar um item, o usuário acessa a tela de anúncio (Figura 8). A interface simplifica o processo de cadastro de um novo produto, solicitando apenas informações essenciais como imagem, categoria, título e descrição. Essa abordagem visa reduzir a complexidade e encorajar a participação ativa dos geradores de resíduos na plataforma.

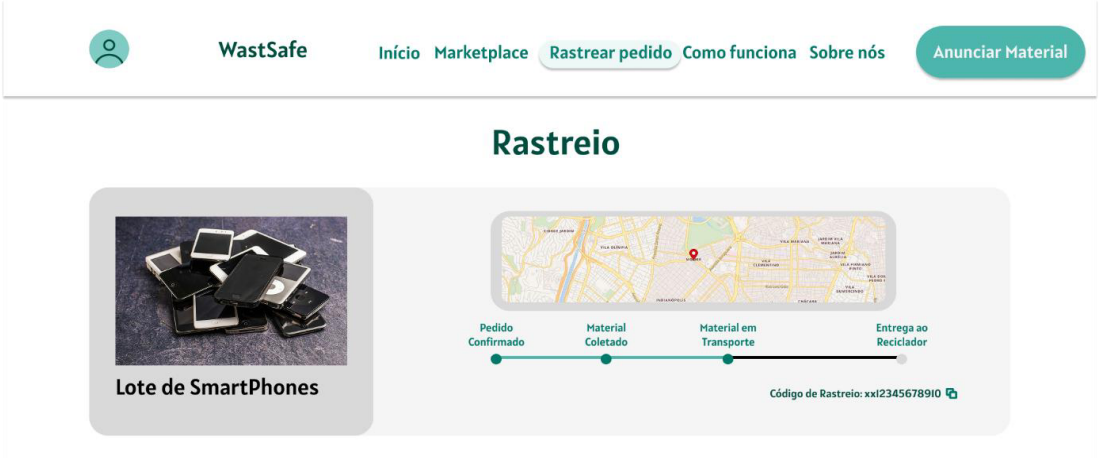
Figura 8 – Tela de Anúncio de Material



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Adicionalmente, a plataforma conta com uma seção de rastreio, apresentada na Figura 9, onde os usuários podem acompanhar o status da logística reversa de seus materiais. Nessa interface, são listadas as etapas do processo, desde a confirmação do pedido até a entrega ao reciclador, com o objetivo de oferecer transparência e confiança. Essa funcionalidade busca promover a segurança nas negociações e fortalecer a economia circular no setor.

Figura 9 – Tela de Rastreio



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A tela "Como Funciona" (Figura 10) serve como um guia rápido para o usuário. Ela resume a jornada dentro da plataforma em três etapas lógicas: anunciar o material, conectar-se a recicladores e realizar o descarte responsável. O objetivo é educar o usuário de forma sucinta sobre como aproveitar ao máximo os recursos do sistema.

Figura 10 – Tela Como Funciona

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Por fim, a seção "Sobre nós" (Figura 11) articula a missão e a visão do projeto. A interface textual reforça o compromisso da aplicação desenvolvida com a promoção da economia circular, a simplificação da logística reversa e o descarte responsável, consolidando a identidade da plataforma como uma iniciativa de impacto socioambiental.

Figura 11 – Tela Sobre Nós

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

O principal diferencial da aplicação, quando comparada a outras soluções de logística reversa existentes no mercado, é o seu foco na promoção direta do reúso através de um modelo de e-commerce sustentável. Enquanto plataformas tradicionais se concentram principalmente no gerenciamento da coleta e na destinação final dos resíduos, o WastSafe foi projetado para estimular ativamente um mercado secundário.

Ao implementar um marketplace, a plataforma permite que componentes e equipamentos sejam comercializados e reaproveitados antes mesmo de serem classificados como descarte, atacando o problema em uma etapa anterior à da simples reciclagem.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O descarte crescente de resíduos eletrônicos revela uma falha crítica no ciclo de vida dos produtos: a falta de conexão entre quem possui um eletrônico sem uso e quem poderia dar a ele um novo destino, seja pela reciclagem, seja pelo reúso. Este trabalho buscou sanar justamente essa lacuna. A solução proposta foi o projeto de uma plataforma digital que funciona como uma ponte, tornando a logística reversa e o reúso de componentes em processos mais simples e diretos. Com isso, tornou-se evidente que a tecnologia é uma via estratégica para enfrentar este desafio socioambiental e para dar vida aos princípios da economia circular.

O grande objetivo por trás do projeto foi criar uma ferramenta que fosse ao mesmo tempo útil e acessível, otimizando o contato entre todos os envolvidos. Nesse sentido, a geolocalização e a rastreabilidade não são apenas funcionalidades técnicas, mas a base para dar eficiência ao retorno dos materiais ao ciclo produtivo. Acima de tudo, a intenção foi construir um ecossistema de confiança, fator fundamental para que pessoas e empresas realmente usem a plataforma e ajudem a transformar o que hoje é lixo em um recurso valioso.

O potencial prático desta iniciativa é vasto. A plataforma pode, por exemplo, fomentar um mercado para peças de segunda mão, o que estende diretamente a vida útil dos aparelhos e diminui a necessidade de extrair matéria-prima virgem. Essa mudança de fluxo vai além de somente otimizar a coleta, representando um passo importante para a construção de um modelo de economia mais participativo e sustentável, alinhado ao que propõe a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Como melhorias futuras, pretende-se integrar uma ferramenta de inteligência artificial para análise de imagens, capaz de ajudar os usuários a identificar e a sugerir um valor justo para os componentes, facilitando a negociação, assim como um sistema de certificação e avaliação para os parceiros recicladores, garantindo aos usuários que a destinação dos resíduos seguirá as normas ambientais. Desse modo, o projeto se posiciona como uma iniciativa prática e alinhada às necessidades atuais,

reforçando o potencial da tecnologia para otimizar a gestão de resíduos e fortalecer a economia circular. Não devem ser repetição de resultados e devem estar fundamentadas sobre os objetivos propostos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALÓS, J. dos S.; MILÃO, G. S.; EBERLE, L. **A operação logística reversa de resíduos sólidos pós-consumo de produtos eletrônicos de uso doméstico no Brasil**. Revista de Administração da UFSM, v. 3, p. e2, 2023. DOI: 10.5902/1983465974238. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reaufsm/article/view/74238>. Acesso em: 23 set. 2025.

BRASIL. **Lei nº 12.305**, de 02 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. Brasília, DF: Casa Civil, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm>. Acesso em: 23 set. 2025.

BRASIL DE FATO. **Brasil é 5º país que mais gera lixo eletrônico, mas só 3% são descartado corretamente**; **saiba como fazer**. São Paulo, 26 dez. 2024. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2024/12/26/brasil-e-5-pais-que-mais-gera-lixo-eletronico-mas-so-3-e-descartado-corretamente-saiba-como-fazer/>. Acesso em: 17 set. 2025.

DÉMAJOROVIC, Jacques; AUGUSTO, Eryka Eugênia Fernandes; SOUZA, Maria Tereza Saraiva de. **Resíduos eletrônicos: desafios e oportunidades para a gestão ambiental**. Revista Ambiente & Sociedade, v. 19, n. 2, abr./jun. 2016. DOI: 10.1590/1809-4422ASOC141545V1922016.

ECOBRAZ. Ecobraz: **soluções ambientais em reciclagem**. [S. l.], [s.d.]. Disponível em: <https://www.ecobraz.net/>. Acesso em: 23 set. 2025.

EWASTE1. **Top barriers to e-waste recycling**. [S. l.], [s.d.]. Disponível em: <https://www.ewaste1.com/top-barriers-to-e-waste-recycling/>. Acesso em: 23 set. 2025.

FRANCO, Adriana dos Santos et al. **Danos causados à saúde humana pelos metais tóxicos presentes no lixo eletrônico**. Diversitas Journal, v. 6, n. 2, p. 2025–2039, 2021. DOI: 10.17648/diversitas-journal-v6i2-1626. Disponível em: <https://diversitasjournal.com.br/diversitas_journal/article/view/1626>. Acesso em: 23 set. 2025.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 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: 18 set. 2025.

GREEN ELETRON. Green Eletron: **logística reversa de eletrônicos**. [S. l.], [s.d.]. Disponível em: <https://greeneletron.org.br/>. Acesso em: 23 set. 2025.

GREEN ELETRON. **Como o descarte incorreto de eletrônicos impacta a saúde e o meio ambiente**. 11 set. 2024. Disponível em: <https://greeneletron.org.br/blog/como-o-descarte-incorreto-de-eletronicos-impacta-a-saude-e-o-meio-ambiente/>. Acesso em: 23 set. 2025.

INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION: UNITED NATIONS INSTITUTE FOR TRAINING AND RESEARCH. **The global e-waste monitor 2024**. Bonn: UNITAR; Geneva: ITU, 2024. Disponível em: <https://ewastemonitor.info/the-global-e-waste-monitor-2024/>. Acesso em: 17 set. 2025.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Crianças e lixões digitais: exposição ao lixo eletrônico e saúde infantil**. 2021. Disponível em: <https://iris.who.int/handle/10665/341718>. Acesso em: 23 set. 2025.

PERKINS, D. N. et al. E-waste: **a global hazard. Annals of Global Health**, v. 80, n. 4, 25 nov. 2014. DOI: 10.1016/j.aogh.2014.10.001.

PIOVESAN, Armando; TEMPORINI, Edméa Rita. **Pesquisa exploratória: procedimento metodológico para o estudo de fatores humanos no campo da saúde pública**. Revista de Saúde Pública, v. 29, n. 4, p. 318-325, 1995. DOI: 10.1590/S0034-89101995000400010.

RANZANI, Calina; SHIMABUKU, Letícia Mayumi. **Resíduos eletrônicos e a economia circular: uma revisão bibliográfica sistemática**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Química) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2024. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/37781>. Acesso em: 18 set. 2025.

REIS, Erika Karoline da Silva. **O uso da logística reversa para minimizar os impactos ambientais causados pelo lixo eletrônico**. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, v. 7, n. 8, p. 843–859, 2021. DOI: 10.51891/rease.v7i8.2020. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/2020>. Acesso em: 23 set. 2025.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2005. Disponível em: <http://tccbiblio.paginas.ufsc.br/files/2010/09/024_Metodologia_de_pesquisa_e_elaboracao_de_teses_e_dissertacoes1.pdf>. Acesso em: 18 set. 2025.

SILVA, Victo; CONSONI, Flávia. **Economia das plataformas digitais e sustentabilidade**. Instituto de Geociências – UNICAMP, 07 jun. 2021. Disponível em: <https://unicamp.br/unicamp/noticias/2021/06/07/economia-das-plataformas-digitais-e-sustentabilidade>. Acesso em: 18 set. 2025.

SOUZA, Fernando Rodrigo de. **Economia circular na indústria eletroeletrônica: o caso da empresa** ABC. Revista Produção Online, v. 23, n. 3, p. 5003, 2024. DOI: 10.14488/1676-1901.v23i3.5003. Disponível em: <https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/5003>. Acesso em: 23 set. 2025.

STRAUSS, Anselm; CORBIN, Juliet. **Basics of qualitative research: techniques and procedures for developing grounded theory**. 2. ed. Thousand Oaks: Sage Publications, 1998.

SUCATA DIGITAL. Sucata Digital: **reciclagem de eletrônicos**. [S. l.], [s.d.]. Disponível em: <https://sucatadigital.com.br/>. Acesso em: 23 set. 2025.

TRAJANO SCHULTS, João et al. **E-waste hero: aplicativo móvel como ferramenta de economia circular para promoção do correto descarte de resíduos de equipamento eletroeletrônico (REEE) de linha verde na cidade de São Bernardo do Campo (SP)**. Latin American Journal of Business Management, v. 16, n. 1, 2025. DOI: 10.69609/2178-4833.2025.v16.n1.a820. Disponível em: <https://www.lajbm.com.br/journal/article/view/820>. Acesso em: 23 set. 2025.

IPRESENCE: SISTEMA PARA OTIMIZAÇÃO E CONTROLE DA FREQUÊNCIA ESCOLAR
IPRESENCE: SYSTEM FOR OPTIMIZATION AND CONTROL OF SCHOOL ATTENDANCE

Gabriel de Oliveira Rocha[1]
Marcelo Augusto da Silva Leite[2]
Victor Furtado Teixeira de Carvalho[3]
Silvia Roberta de Jesus Garcia[4]

RESUMO: A evasão escolar é um dos principais desafios da educação no Brasil, trazendo consequências sociais e econômicas significativas. Entre os fatores que dificultam a identificação precoce de alunos em risco está o modelo tradicional de registro de frequência, limitado a procedimentos manuais e burocráticos. Para enfrentar esse problema, este trabalho desenvolveu o Ipresence, um sistema virtual que transforma o controle de presença em uma ferramenta estratégica de monitoramento. O projeto foi conduzido pela metodologia *Design Science Research* (DSR) e resultou em um sistema desenvolvido com ReactJS, Node.js e PostgreSQL, oferecendo interfaces distintas para professores e responsáveis. Aos docentes, a plataforma disponibiliza um painel digital ágil para registro de frequência; aos pais, fornece relatórios em tempo real por meio de *dashboard* interativo. Os resultados preliminares indicam viabilidade técnica e potencial de aplicação prática. Conclui-se que o Ipresence representa uma solução com potencial para apoiar a permanência escolar e fortalecer a gestão educacional.
Palavras-chave: Aplicativo; Interface Humano-Computador; Permanência do Aluno; Tecnologia Educacional; Usabilidade.

ABSTRACT: School dropout is one of the main challenges in Brazilian education, bringing significant social and economic consequences. Among the factors that hinder the early identification of students at risk is the traditional attendance recording model, limited to manual and bureaucratic procedures. To address this issue, this study developed Ipresence, a virtual system that transforms attendance control into a strategic monitoring tool. The project was conducted using the Design Science Research (DSR) methodology and resulted in a system developed with ReactJS, Node.js, and PostgreSQL, offering distinct interfaces for teachers, parents and guardians. For teachers, the platform provides an agile digital panel for attendance recording; for parents, it delivers real-time reports through an interactive dashboard. Preliminary results indicate technical feasibility and potential for practical application. It is concluded that Ipresence represents a solution with strong potential to support student retention and strengthen educational management.
Keywords: Application; Educational Technology; Human-Computer Interaction; Student Retention; Usability.

1 INTRODUÇÃO

Análise e Desenvolvimento de Sistemas - Fatec Itapetininga - E-mail:marcelo.leite6@fatec.sp.gov.br [1]
Análise e Desenvolvimento de Sistemas - Fatec Itapetininga - E-mail: victor.carvalho20@fatec.sp.gov.br[2]
Análise e Desenvolvimento de Sistemas - Fatec Itapetininga - E-mail: gabriel.rocha33@fatec.sp.gov.br[3]
Profª. Orientadora Mestre - Fatec Itapetininga - silvia.garcia01@ fatec.sp.gov.br[4]

A evasão escolar é um sério problema enfrentado no Brasil, cujas raízes são mais profundas do que parecem e as consequências apresentam um sério obstáculo ao desenvolvimento social e econômico do país. Ao analisar as raízes do problema da evasão, é possível perceber que o abandono escolar é o culminar de um processo gradual de desengajamento, alimentado por uma complexa interação de fatores socioeconômicos, institucionais e pessoais (Fernandes, 2010).

O problema da evasão escolar gera um ciclo vicioso de desvantagens que afeta não apenas o indivíduo, mas toda a sociedade. As consequências de longo prazo são profundas e multifacetadas, representando um custo humano e econômico imenso para o país. O jovem que abandona a escola tem suas oportunidades futuras severamente limitadas. Com menor qualificação, ele enfrenta maior dificuldade de inserção no mercado de trabalho formal, ficando restrito a empregos precários, de baixa remuneração e sem perspectivas de crescimento. Isso se traduz em menores rendimentos ao longo da vida e maior vulnerabilidade à pobreza e à exclusão social (Lino, 2020).

Em escala macro, a evasão escolar compromete o desenvolvimento do Brasil. A perda de capital humano resulta em uma força de trabalho menos qualificada e produtiva, o que limita a capacidade de inovação e a competitividade do país no cenário global. O aumento da desigualdade social, uma consequência direta da exclusão educacional, gera instabilidade e demanda maiores gastos públicos com políticas de assistência social e segurança (Fernandes, 2010).

A discussão sobre a evasão escolar frequentemente se concentra em fatores externos à gestão cotidiana da escola. No entanto, uma análise crítica das rotinas administrativas internas revela um gargalo operacional significativo que impede a identificação precoce e a intervenção eficaz: o sistema tradicional de gerenciamento de frequência. O diário de classe manual, uma ferramenta onipresente na educação brasileira, é mais do que um método antiquado; ele representa uma barreira estrutural que limita a capacidade da escola de agir proativamente para garantir a permanência de seus alunos (Costa, 2020).

O sistema manual de controle de frequência enquadra a chamada como uma tarefa puramente burocrática, uma obrigação legal a ser cumprida. O foco está no preenchimento correto do formulário para fins de conformidade, e não no uso da informação como um termômetro do bem-estar e do engajamento do aluno (Secretaria Municipal da Educação de Pinhalzinho, 2023).

Ainda neste contexto, Filgueiras (2013) relata que este sistema opera em um silo, desconectado de outras fontes de informação sobre a vida escolar do estudante, como seu desempenho acadêmico, registros de comportamento ou interações com a equipe pedagógica.

O objetivo deste projeto foi desenvolver um ambiente virtual onde os professores e supervisores escolares possam realizar o monitoramento dos alunos de forma mais precisa e engajada, tornando este processo mais eficiente e ágil para os gestores escolares, melhorando a coleta de informações para a realização de ações focadas no combate ágil à evasão escolar.

O propósito central deste projeto reside na criação de um ambiente virtual robusto, concebido para capacitar docentes e supervisores escolares a realizar um acompanhamento discente com precisão aprimorada e maior envolvimento. Dessa forma, o fluxo de trabalho para os gestores escolares pode ser otimizado, tornando-o mais eficiente e dinâmico, ao passo que a coleta de dados é agilizada e a implementação de medidas preventivas contra a evasão escolar pode ser acelerada.

2 METODOLOGIA

O presente trabalho caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, pois seu objetivo central é a geração de conhecimento para a solução de um problema prático e imediato, identificado no contexto organizacional da gestão escolar. Para nortear a criação da solução tecnológica, adotou-se a abordagem metodológica da *Design Science Research* (DSR). Esta escolha justifica-se por ser um método focado na concepção e avaliação de artefatos — neste caso, um software — que busca resolver problemas do mundo real e, simultaneamente, gerar conhecimento científico sobre o processo de design (Lacerda et al., 2013).

O desenvolvimento do projeto seguiu um fluxo de etapas sequenciais, alinhadas ao ciclo do DSR. A primeira etapa consistiu na fase investigativa inicial, compreendendo uma rigorosa revisão de literatura e uma prospecção de mercado focada em soluções tecnológicas existentes para a gestão de frequência escolar. Esta análise permitiu identificar a lacuna estratégica que norteou o projeto: embora existam sistemas que automatizam o registro de presença, verificou-se uma carência de soluções que utilizem esses dados como um canal de comunicação proativo e em tempo real com os responsáveis, transformando o dado em ação. Na segunda etapa,

com base na lacuna identificada, realizou-se o levantamento detalhado de requisitos. Este processo foi fundamental para traduzir as necessidades do problema em especificações técnicas, definindo os requisitos funcionais (o que o sistema deve fazer, como notificar os pais) e os requisitos não funcionais (como o sistema deve operar, incluindo segurança e desempenho).

A terceira etapa foi dedicada à modelagem e ao design do artefato. A partir dos requisitos, procedeu-se à elaboração detalhada dos diagramas UML (*Unified Modeling Language*). Foram desenvolvidos os diagramas de caso de uso, para definir as interações dos atores (gestores, professores e responsáveis) com o sistema; os diagramas de classes, para modelar a estrutura de dados e seus relacionamentos no banco de dados; e os diagramas de sequência, para mapear os fluxos de operação, especialmente o processo de registro de ausência e o disparo automático de notificações. Na quarta etapa, deu-se início à codificação do primeiro protótipo funcional. Este artefato serviu como prova de conceito, sendo essencial para validar a arquitetura tecnológica escolhida e testar as funcionalidades centrais em um ambiente controlado, permitindo ajustes antes do desenvolvimento da versão final.

Por fim, a quinta etapa consistiu no desenvolvimento e concretização da solução final, denominada neste estudo como Ipresence. O sistema foi construído sobre uma arquitetura moderna, utilizando ReactJS para a interface do usuário (front-end), Node.js para a lógica do servidor (back-end) e PostgreSQL para o gerenciamento do banco de dados. Desta forma, o Ipresence foi especificamente desenhado para preencher a lacuna investigada, evoluindo o simples controle de presença para uma ferramenta de monitoramento ativo e engajamento parental.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Este referencial teórico analisa a modernização do controle de frequência escolar, abordando a transição de métodos manuais para sistemas tecnológicos automatizados. Explora a importância da assiduidade para o desempenho do aluno, o papel das Tecnologias da Informação (TIC) na educação e o uso de inovações como QR Code e biometria.

3.1 GESTÃO ESCOLAR E IMPORTÂNCIA DA ASSIDUIDADE

A gestão escolar reconhece a assiduidade dos estudantes como um pilar fundamental e um indicador crítico da saúde do ambiente educativo. Indo além do simples controle burocrático, a análise da frequência revela o nível de engajamento e bem-estar discente, permitindo que os gestores identifiquem padrões, antecipem a evasão escolar e implementem estratégias pedagógicas mais eficazes. A interação entre a administração da escola, as políticas públicas e os efeitos da infrequência é, portanto, um campo essencial para a melhoria contínua da educação (Brasil, 2018).

A literatura acadêmica demonstra de forma consistente uma forte correlação entre a frequência escolar e o desempenho acadêmico. Estudos como o realizado no Instituto Federal Catarinense validam essa relação direta, reforçando a ideia de que a permanência em sala de aula é crucial para o sucesso do aluno (Melo, Petry, Tokura, Villa, Campos, 2022). A infrequência é frequentemente um sintoma de desafios mais profundos, como desmotivação ou ansiedade, que podem iniciar um ciclo de desengajamento (Fernandes, 2016). Portanto, uma gestão eficaz não se limita a cobrar a presença, mas investiga e atua sobre as causas das ausências para apoiar o estudante integralmente.

No Brasil, o controle da frequência escolar é um componente central de importantes políticas públicas, como o Programa Bolsa Família (PBF), que exige uma presença mínima para a transferência de renda (Reis, 2018). Essa estratégia, também adotada pelo programa Pé-de-Meia, visa combater a evasão associando apoio financeiro à permanência na escola. A crescente digitalização desse controle, como proposto pelo Projeto de Lei 2275/24 (Câmara dos Deputados, 2024), embora vise aprimorar o monitoramento, também levanta questões importantes sobre a privacidade e o uso ético dos dados de milhões de estudantes.

3.2 TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TIC) NA EDUCAÇÃO

A introdução das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) na educação brasileira é um processo de transformação contínua, impulsionado por políticas públicas e acelerado por eventos como a pandemia. Essa digitalização redefiniu as práticas pedagógicas e a gestão escolar, tornando a análise de sua trajetória, benefícios e desafios fundamentais para se compreender o futuro do ensino na era digital (Brasil, 2021).

O histórico da inserção de TICs nas escolas brasileiras remonta aos anos 1980, com programas pioneiros como o ProInfo em 1997 (Falcade; Falcade; Abegg, 2024) e, mais recentemente, a instituição da Política Nacional de Educação Digital (Lei nº 14.533/23). Apesar do avanço na legislação, a implementação dessas políticas sempre enfrentou um hiato significativo, marcado pela falta de investimento em infraestrutura e na formação continuada de professores, uma fragilidade que se tornou evidente com a necessidade do ensino remoto emergencial (Mendes; Bastos; Lopes, 2024).

A digitalização oferece inúmeros benefícios, como o maior engajamento dos alunos, a personalização do ensino por meio de metodologias ativas e o uso de plataformas que facilitam a gestão das aulas (Fialho; Cid; Coppi, 2023). Contudo, essa transição expõe desafios críticos, principalmente a exclusão digital, que aprofunda as desigualdades sociais (Silva, 2024). Além disso, a necessidade de formação docente adequada e as preocupações com a segurança de dados exigem um planejamento cuidadoso para que a tecnologia seja, de fato, uma ferramenta de inclusão (Brasil, 2021).

As tendências futuras apontam para a consolidação do ensino híbrido, que combina o melhor das modalidades presencial e online. A Inteligência Artificial (IA) surge como uma força transformadora, capaz de personalizar o aprendizado em escala e otimizar a gestão escolar. Outras inovações, como a gamificação de acordo com o estudo dos autores Malta, Wanderley, Moura, Silva, Santos, Carlette (2024), ganham espaço por seu potencial de aumentar a motivação e o engajamento dos alunos, enquanto a automação de tarefas administrativas permite que as instituições de ensino se concentrem em um planejamento mais estratégico.

3.3 SISTEMAS DE GESTÃO ESCOLAR: CONCEITOS, MODELOS E APLICAÇÕES

A gestão escolar moderna é um processo dinâmico e participativo que articula as áreas pedagógica, administrativa e financeira para garantir a qualidade do ensino. Nesse cenário, os Sistemas de Gestão Escolar (SGE) surgem como ferramentas tecnológicas cruciais, projetadas para otimizar rotinas, centralizar informações e fornecer dados que possibilitem uma tomada de decisão mais estratégica e fundamentada (Silva, 2020).

O ecossistema educacional já utiliza diversas ferramentas de gestão. As principais são os próprios SGEs (ou ERPs educacionais), plataformas robustas que integram a gestão acadêmica, financeira e a comunicação. Além desses sistemas centralizadores, as escolas utilizam ferramentas especializadas como Plataformas de Aprendizagem (LMS), sistemas de avaliação online e aplicativos de comunicação, que, em conjunto, apoiam as diferentes facetas da administração escolar (Candinho; Schmitz; Medeiros; Silva; Gabriel, 2025).

Os métodos tradicionais de controle, como o diário de classe em papel, apresentam sérias limitações para a gestão moderna. Além dos custos e da alta suscetibilidade a erros manuais, o processo de chamada nominal consome um tempo de aula precioso, que poderia ser melhor aproveitado (Governo do Paraná, 2023). A principal desvantagem, contudo, é a incapacidade de gerar dados ágeis e estruturados, o que impede a identificação de padrões de absenteísmo e a implementação de ações preventivas de forma rápida e eficaz.

A solução para a fragmentação de informações é a integração de sistemas, que conecta diferentes *softwares* para que compartilhem dados de forma automática (Ferreira, 2022). Essa integração elimina a redundância de tarefas manuais e, mais importante, fortalece a tomada de decisão ao fornecer uma visão holística da instituição. Ao cruzar informações, a gestão pode adotar uma postura proativa, identificando padrões e atuando de forma precisa para apoiar os alunos antes que os problemas se agravam, transformando dados em inteligência para uma gestão mais humana e eficiente (Matos; Kusunoki; Nossa; Damasceno; Camargo, 2025).

3.4 AUTOMATIZAÇÃO E TECNOLOGIAS EMERGENTES PARA REGISTRO DE PRESENÇA

A modernização da gestão escolar tem impulsionado a adoção de tecnologias emergentes para automatizar o registro de presença, visando substituir os métodos manuais por soluções mais eficientes e seguras. As principais tecnologias variam em complexidade e custo, indo desde o *QR Code*, uma opção acessível e o RFID, que automatiza a identificação por radiofrequência, até sistemas biométricos de alta segurança, como a biometria digital e o reconhecimento facial (Araújo; Silva; Costa; Costa, 2023).

A aplicação dessas tecnologias já é uma realidade no Brasil. A rede estadual do Paraná, por exemplo, implementou um sistema de chamada por reconhecimento

facial em mais de 1.600 colégios. Diversos municípios, como Mata de São João (BA) e Canoas (RS) (Prefeitura de Canoas, 2025), também adotaram o reconhecimento facial para aumentar a segurança e melhorar a gestão. Embora menos comum em larga escala, a tecnologia RFID também é explorada em projetos-piloto e pesquisas acadêmicas como uma forma eficaz de monitorar a entrada e saída de alunos.

As potencialidades da automação são significativas, sendo a principal delas a otimização do tempo em sala de aula, que libera os professores de tarefas burocráticas para se dedicarem ao ensino (Governo do Paraná, 2023). Além disso, esses sistemas aumentam a precisão e a confiabilidade dos dados de frequência, fornecendo à gestão escolar uma ferramenta poderosa para monitorar o absenteísmo e tomar decisões ágeis.

Apesar dos benefícios, a implementação enfrenta barreiras técnicas, financeiras e culturais. Contudo, o maior obstáculo é o ético-legal, especialmente para tecnologias biométricas. A coleta de dados sensíveis de crianças e adolescentes impõe obrigações rigorosas sob a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), tornando a complexidade jurídica e o risco de vazamentos a barreira mais intimidante para a adoção em massa dessas tecnologias (Brasil, 2018).

3.5 APLICAÇÕES RELACIONADAS

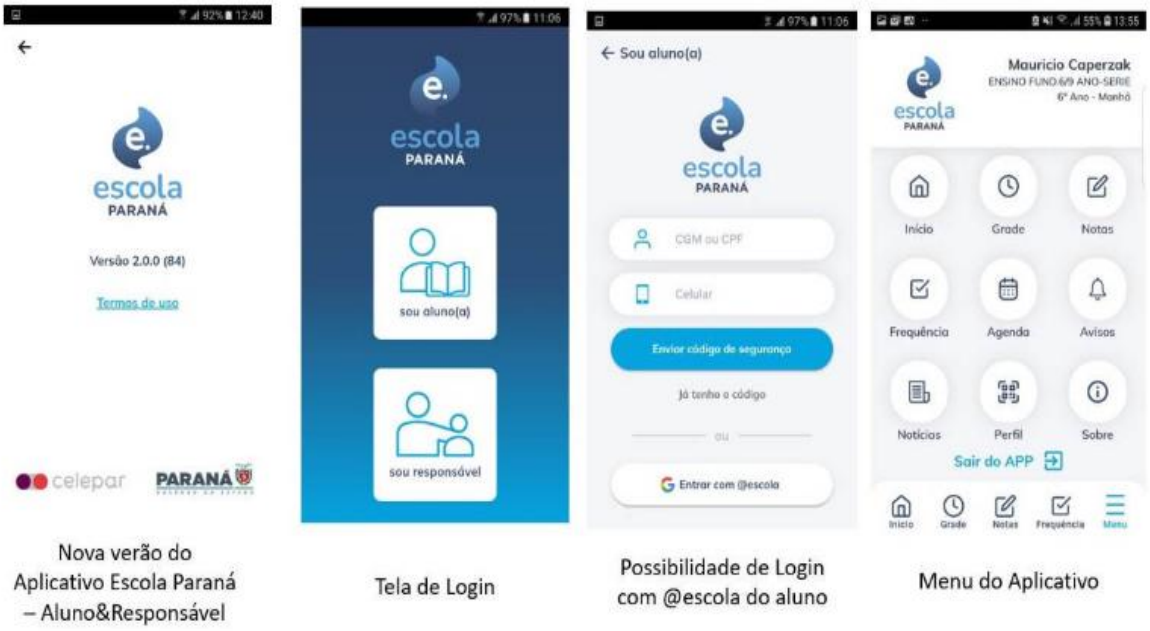
A seguir são apresentadas as principais aplicações relacionadas à área de estudo.

3.5.1 Presente na Escola

O programa Presente na Escola, desenvolvido pela Secretaria da Educação do Paraná (Seed-PR) em 2019, visa monitorar a frequência e combater a evasão escolar. A solução se baseia no aplicativo "Registro de Classe", que permite aos professores realizarem a chamada de forma offline pelo celular, fornecendo dados em tempo real.

Adicionalmente, o programa integra-se ao aplicativo "Escola Paraná", que envia mensagens diárias aos pais e responsáveis informando sobre a presença do aluno. As informações são compiladas em relatórios detalhados por escola, permitindo a análise de padrões de faltas e a criação de ações direcionadas.

Figura 1 - Telas do Projeto Presente na Escola

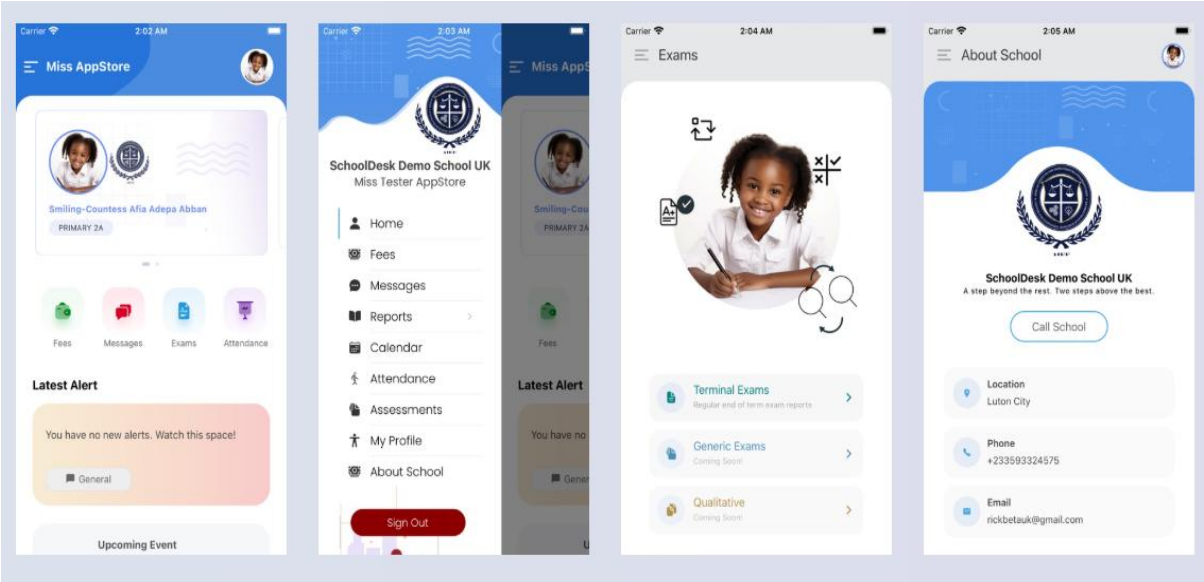


Fonte: Escola Paraná (2017).

3.5.2 SchoolGuardian

A *SchoolGuardian* é uma plataforma de tecnologia educacional (*EdTech*) que integra a gestão da segurança e da comunicação escolar em uma solução completa (*all-in-one*). Projetada com um foco duplo, a solução busca oferecer eficiência operacional para as escolas e, simultaneamente, tranquilidade para os pais. Para isso, oferece um robusto sistema de gestão de acesso, que engloba o controle de entrada e saída, autorizações digitais e um recurso de "Saída Inteligente" para otimizar a retirada dos alunos. Adicionalmente, a plataforma automatiza o registro de frequência e centraliza a comunicação entre escola e família em um único aplicativo. A consolidação da ferramenta no mercado é evidenciada por sua presença em centenas de escolas em mais de 10 países.

Figura 2 - Telas do aplicativo SchoolGuardian



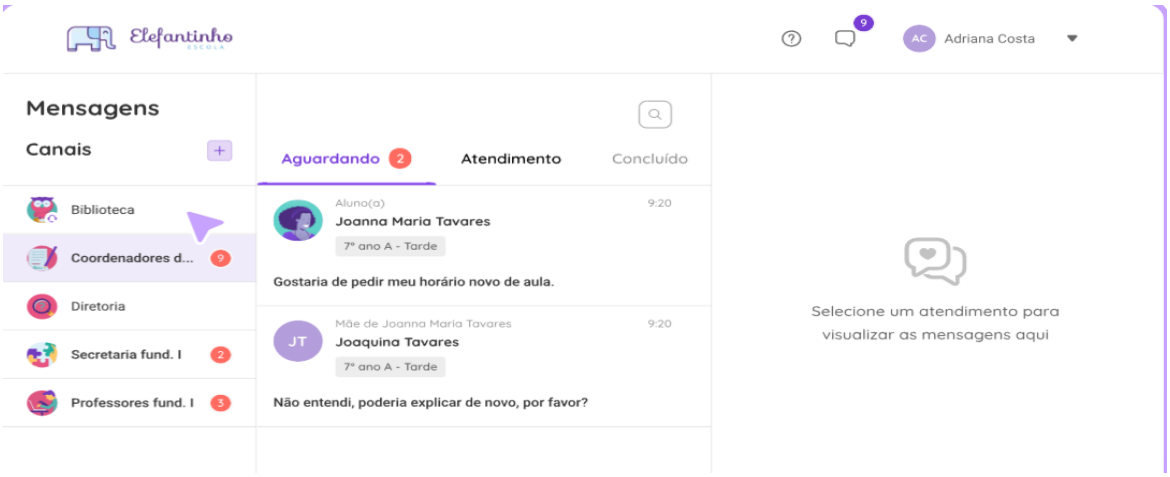
Fonte: SchoolGuardian (2018).

3.5.3 Agenda Edu

Agenda Edu consolida-se no cenário brasileiro de tecnologias educacionais (EdTechs) como um "superapp" de comunicação, projetado para unificar a jornada escolar em uma única plataforma. Sua proposta de valor é otimizar a interação entre pais, alunos, professores e gestores, superando as problemáticas dos canais de comunicação tradicionais e fortalecendo o engajamento da comunidade.

A plataforma oferece um ecossistema digital que vai além da simples troca de mensagens, englobando funcionalidades para o acompanhamento da rotina diária do aluno, registro de frequência, compartilhamento de momentos e até a integração de soluções financeiras e pedagógicas. Diferente de soluções especializadas em automação de tarefas específicas, como o controle de acesso por *hardware*, o foco da Agenda Edu reside na amplitude de sua abordagem de *software*, priorizando a gestão completa da experiência educacional. Dessa forma, a ferramenta se posiciona como uma solução abrangente para a gestão do relacionamento e da comunicação escolar.

Figura 3 - Telas dos Canais AgendaEdu



Fonte: AgendaEdu (2020).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

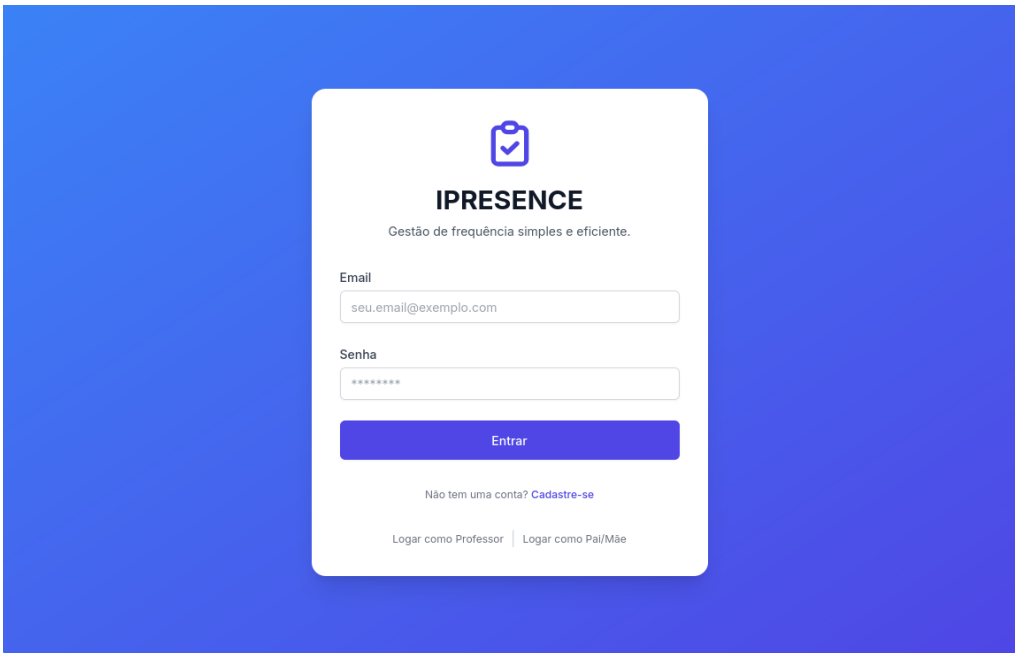
Esta seção apresenta os resultados obtidos através da prototipagem da interface do sistema de gerenciamento de chamadas. Os resultados primários consistem nas interfaces de usuário (UI) desenvolvidas para os fluxos de trabalho dos dois perfis de usuário alvo: professores e pais/responsáveis. Cada subseção detalha uma tela ou fluxo específico, combinando a apresentação dos resultados visuais com uma discussão aprofundada que interpreta as decisões de design, integra conceitos da literatura de Interação Humano-Computador (IHC) e aborda as dificuldades encontradas durante o processo de desenvolvimento.

A porta de entrada do sistema é a tela de autenticação conforme a Figura 4 - *Tela de Login do Ipresence*. O design é caracterizado pelo minimalismo, apresentando um *layout* centralizado com os seguintes componentes: (a) identidade visual da aplicação, composta por logo e slogan; (b) campos de entrada para E-mail e "Senha"; (c) um botão de ação primária ("Entrar") com alto contraste e destaque visual; e (d) links secundários para cadastro e simulação de perfis para fins de teste. Os dados de entrada, como o e-mail prof@escola.com ou pai@familia.com, servem como variável para direcionar o usuário a diferentes painéis de controle no protótipo.

A concepção desta tela foi guiada pelo princípio da minimização da carga cognitiva, um conceito fundamental em IHC que postula que a quantidade de esforço mental exigido para usar uma interface deve ser a menor possível. A literatura enfatiza a importância de interfaces que não exijam que o usuário pense desnecessariamente.

Ao adotar um formulário de login convencional, a interface se apoia em padrões mentais já estabelecidos, reduzindo o atrito e facilitando o acesso.

Figura 4 - Tela de Login do Aplicativo Ipresence



Fonte: Elaborado pelos Autores (2025).

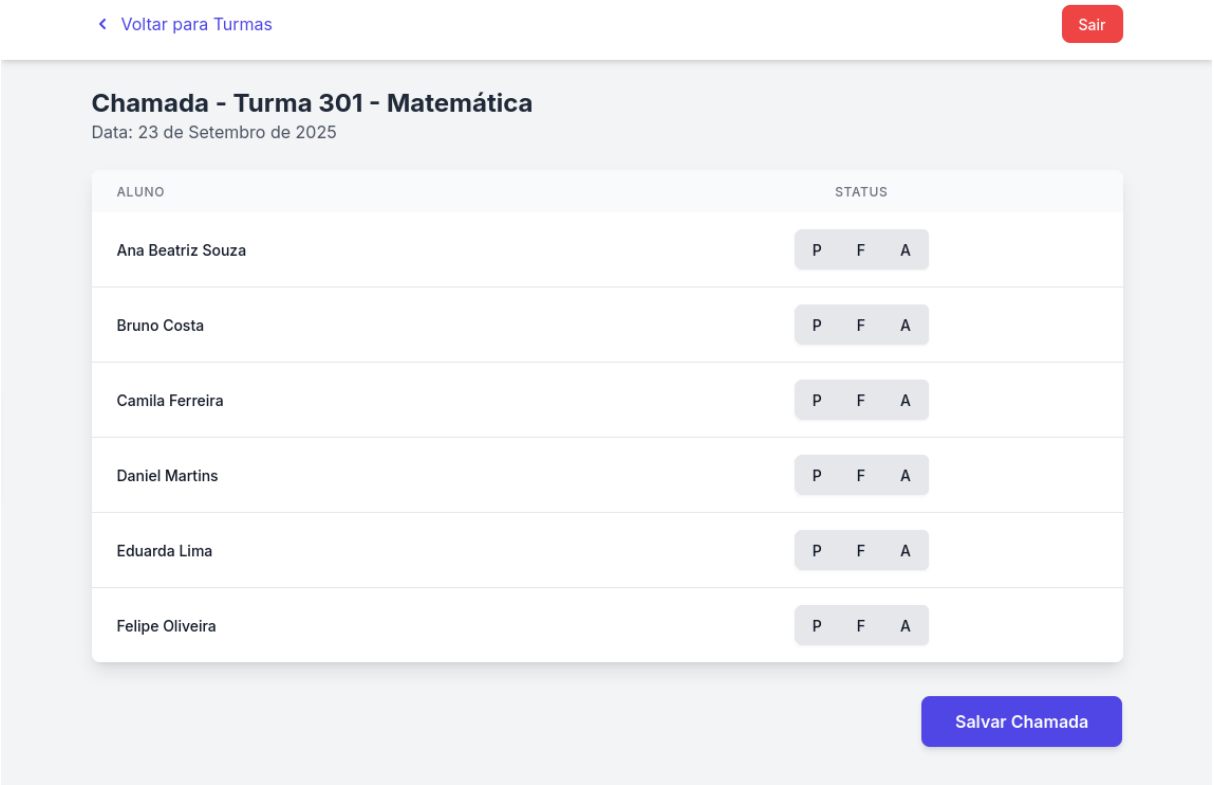
Após a autenticação bem-sucedida, o professor é direcionado ao seu painel de controle (*Dashboard*). O resultado é uma interface organizada em formato de grade, com "cards" que representam cada turma lecionada. Cada *card* contém dados variáveis, como o nome da turma ("Turma 301 - Matemática") e o número de alunos (e.g., 25, 28, 30 alunos), seguido por um botão de ação proeminente: "Fazer Chamada".

Ao acionar este botão, o usuário avança para a tela de chamada. Esta tela consiste em uma lista tabular dos alunos da turma selecionada (Figura 6 - Painel de Processo de Chamada). Ao lado de cada nome, um grupo de três botões de estado ("P" - Presente, "F" - Falta, "A" - Atraso) permite a marcação do status. A seleção de um estado é confirmada por uma alteração de cor imediata (*feedback* visual), e o processo é concluído com um botão "Salvar Chamada".

Figura 5 - Painel de Controle Do Professor

Fonte: Elaborado pelos Autores (2025).

Figura 6 - Painel de Processo de Chamada



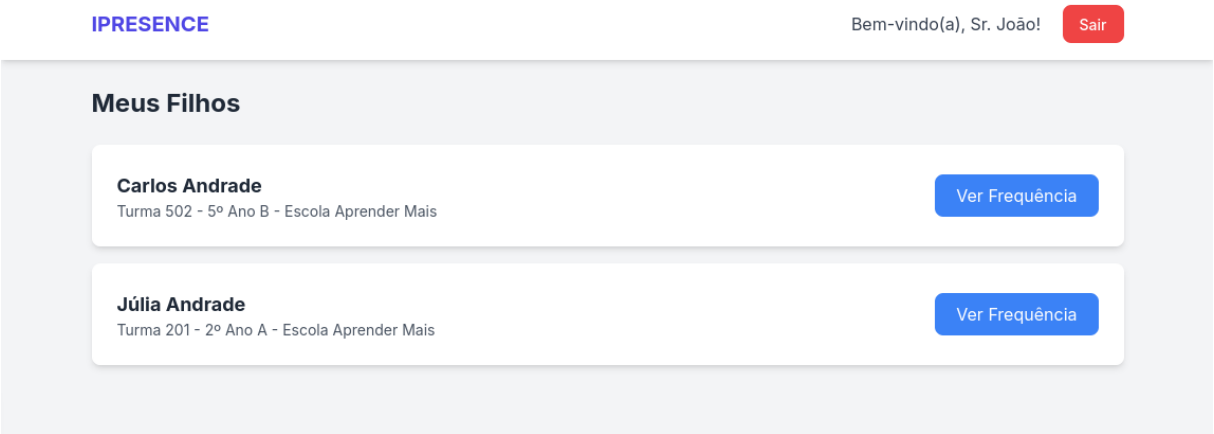
Fonte: Elaborado pelos Autores (2025).

Após a autenticação bem-sucedida, o professor é direcionado ao seu painel de controle (*Dashboard*). O resultado é uma interface organizada em formato de grade, com "cards" que representam cada turma lecionada. Cada *card* contém dados variáveis, como o nome da turma ("Turma 301 - Matemática") e o número de alunos (e.g., 25, 28, 30 alunos), seguido por um botão de ação proeminente: "Fazer Chamada".

Ao acionar este botão, o usuário avança para a tela de chamada. Esta tela consiste em uma lista tabular dos alunos da turma selecionada (Figura 6 - Painel de Processo de Chamada). Ao lado de cada nome, um grupo de três botões de estado ("P" - Presente, "F" - Falta, "A" - Atraso) permite a marcação do status. A seleção de um estado é confirmada por uma alteração de cor imediata (*feedback* visual), e o processo é concluído com um botão "Salvar Chamada".

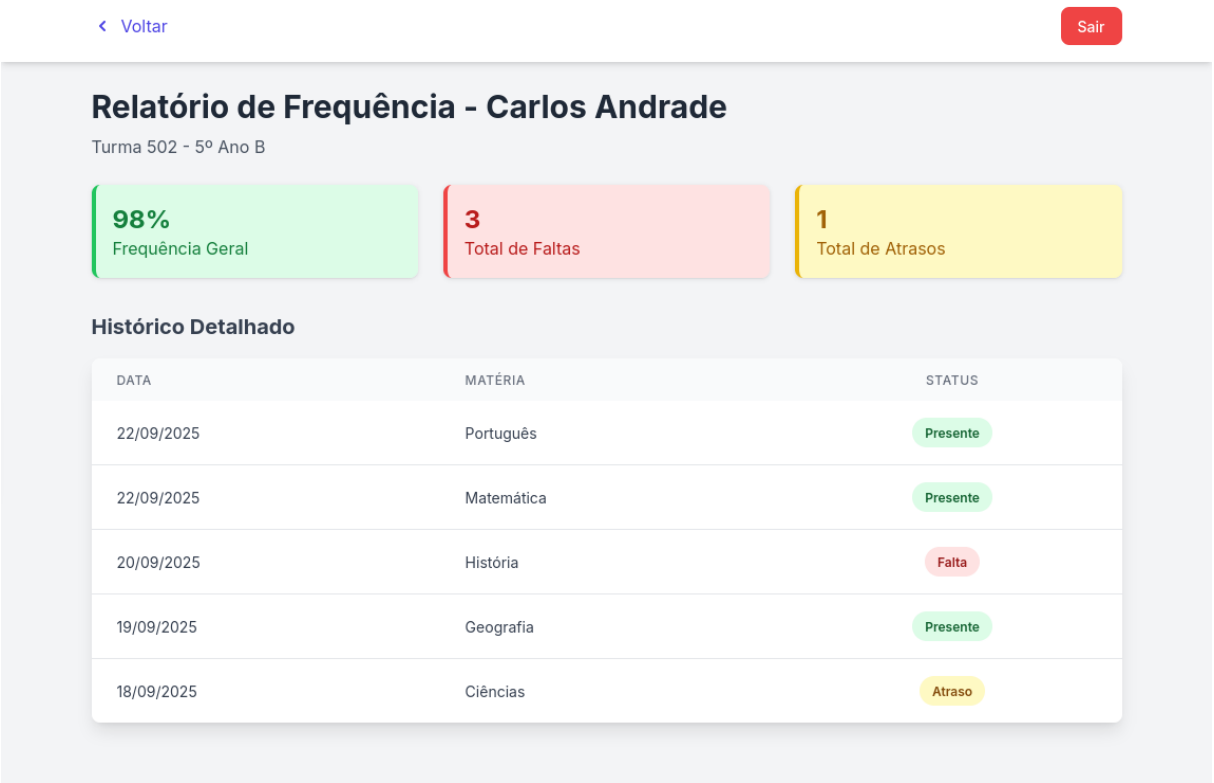
O fluxo para os pais inicia-se com um *dashboard* que lista seus filhos matriculados em formato de cards. Cada *card* exibe o nome do filho e sua turma, com um botão "Ver Frequência" como na Figura 7 - Painel de Controle dos Pais. Ao clicar, o usuário é levado a uma tela de relatório detalhado presente para visualização na Figura 8 - Painel de Visualização de Frequência. Esta tela é estruturada em duas partes: (a) uma seção de resumo no topo, com métricas agregadas como "Frequência Geral (%)", "Total de Faltas" e "Total de Atrasos", e (b) uma seção de histórico detalhado, apresentada em uma tabela que lista cada registro de aula com data, matéria e *status*, este último destacado por um selo colorido (verde para presente, vermelho para falta, amarelo para atraso). Os dados apresentam variação no histórico de cada aluno, simulando um cenário real.

Figura 7 - Painel de Controle dos Pais



Fonte: Elaborado pelos Autores (2025).

Figura 8 - Painel de Visualização de Frequência



Fonte: Elaborado pelos Autores (2025).

A arquitetura de informação desta seção foi projetada seguindo o modelo da pirâmide invertida, onde as informações mais importantes e concisas são apresentadas primeiro. Esta abordagem permite que os pais absorvam o estado geral da frequência de seus filhos rapidamente, apenas recorrendo aos detalhes se os indicadores de resumo justificarem uma análise mais aprofundada.

O principal diferencial do Ipresence manifesta-se na materialização de um ecossistema digital que transcende o simples registro de assiduidade, criando uma ponte de comunicação direta e transparente entre a instituição de ensino e os tutores e responsáveis. Ao oferecer um ambiente acessível, com dados de frequência atualizados em tempo real, a plataforma não apenas otimiza a rotina dos educadores, mas também engaja ativamente a família na vida escolar do aluno, fortalecendo o senso de responsabilidade compartilhada. Este ambiente mais conectado é um pilar essencial no combate à evasão escolar, pois o monitoramento deixa de ser uma tarefa burocrática e reativa para se tornar uma fonte de inteligência que permite a identificação precoce de padrões de ausência. Consequentemente, a gestão escolar

pode desenvolver estratégias de combate e intervenção que são não apenas mais rápidas, mas significativamente mais eficazes e personalizadas.

Existe ainda, a possibilidade de futuramente integrar o projeto Ipresence com *Hardwares* para controle automático via RFID ou biometria. De forma que os alunos possam utilizar cartões ou chaveiros RFID para autenticar sua presença em sala de aula, sem a necessidade de um trabalho adicional vindo dos professores.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou o desenvolvimento do Ipresence, um sistema virtual focado na otimização do controle de frequência escolar como ferramenta estratégica no combate à evasão. A solução partiu do diagnóstico de que os métodos tradicionais segundo o referencial teórico, como o diário de classe, são ineficientes e impedem a identificação precoce de alunos em risco. A aplicação desenvolvida materializa a proposta ao oferecer interfaces funcionais para professores e pais, transformando a chamada em um processo digital ágil e centralizado, enquanto fornece aos responsáveis uma ferramenta de acompanhamento em tempo real, fortalecendo a parceria entre família e escola.

A condução do projeto foi pautada pela metodologia de DSR, que se mostrou adequada ao orientar o desenvolvimento desde a conceituação do problema até a criação do artefato tecnológico. O sistema Ipresence não apenas resolve uma questão prática, mas também se alinha às tendências de digitalização da gestão educacional, fundamentado na premissa de que a assiduidade é um indicador crítico do engajamento discente. Dessa forma, a plataforma converte o que era um processo burocrático em uma fonte de inteligência para uma gestão escolar mais proativa e focada no aluno.

Conclui-se que o Ipresence atende aos requisitos funcionais e de usabilidade estabelecidos, constituindo uma solução viável e promissora. Futuras melhorias poderão incluir análises estatísticas para validar a capacidade do sistema em prever riscos de evasão escolar, consolidando sua eficácia. O Ipresence apresenta potencial significativo para evoluir de um sistema de controle para uma plataforma estratégica de acompanhamento e intervenção, contribuindo de forma direta para a permanência e o sucesso acadêmico dos estudantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, Emily; SILVA, Wystefani; COSTA, Fernando; COSTA, Saulo. **A Tecnologia QR Code como Ferramenta para o Gerenciamento**. Disponível em: https://sol.sbc.org.br/index.php/ctrle/article/view/25829. Acesso em: 23 set. 2025.

BRASIL. Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. **Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD)**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 15 ago. 2018. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/L13709.htm. Acesso em: 26 set. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. **Política Nacional de Educação Digital: Diretrizes e Implementação das TIC na Educação Básica**. Brasília: MEC, 2021. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/educacao-digital. Acesso em: 26 set. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. **Programa de Apoio à Gestão Escolar e à Permanência do Aluno: Frequência e Engajamento Escolar**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/programa-gestao-escolar. Acesso em: 26 set. 2025.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **PL 2275/2024.** Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2439450 Acesso em: 28 out. 2025.

CANDINHO, Amanda; SCHMITZ, Hellen; MEDEIROS, Marli; SILVA, Patrícia; GABRIEL, Sarita. **USO DE FERRAMENTAS DIGITAIS NA GESTÃO ESCOLAR** - Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação. Disponível em: https://periodicorease.pro.br/rease/article/download/17867/10183/44073. Acesso em: 23 set. 2025.

COSTA, Otávio Barduzzi Rodrigues da. **Evasão escolar, identificação, causas e características: uma revisão bibliográfica**. Revista Educação Pública, CECIERJ, v. 23, n. 41, p. ---, 2020.

FALCADE, Lais; FALCADE, Andressa; ABBEG, Ilse. **Linha do tempo das políticas públicas voltadas para a informática educativa**. SciELO Preprints, 2024. DOI: 10.1590/SciELOPreprints.10081. Disponível em: https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/download/10081/18571/19177. Acesso em: 23 set. 2025.

FERNANDES, Gonçalo. **Assiduidade, motivação e fatores para o sucesso no processo de ensino-aprendizagem no ensino politécnico: situação e procedimento no Instituto Politécnico da Guarda-IPG-Portugal**. In: CONFERENCIA LATINOAMERICANA SOBRE EL ABANDONO EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR, 6., 2016, [S. l.]. Memórias [...]. [S. l.: s. n.], 2016. p. 135-144. Disponível em: https://revistas.utp.ac.pa/index.php/clabes/article/view/1311. Acesso em: 17 set. 2025.

FERREIRA, Ana Paula; MENDES, Ricardo. **Integração de sistemas na gestão escolar: desafios e impactos na análise de dados acadêmicos**. Revista Brasileira

de Informática na Educação, v. 28, n. 1, p. 112-129, 2022. Disponível em: https://www.rbied.org.br/artigo/integracao-sistemas-gestao-escolar. Acesso em: 26 set. 2025.

FIALHO, Isabel; CID, Marília; COPPI, Marcelo. **Vantagens e dificuldades na utilização de plataformas e tecnologias digitais por professores e alunos** - Semantic Scholar, acessado em setembro 23, 2025, https://pdfs.semanticscholar.org/2ee0/9a305c56d5690c3981d2f2fe5f0706fdb703.pdf. Acesso em: 23 set. 2025.

FLEURY, Maria Tereza Leme; WERLANG, Sergio R. C. **Pesquisa aplicada: conceitos e abordagens**. FGV Pesquisa, 2016/2017. Disponível em: https://periodicos.fgv.br/apgvpesquisa/article/download/72796/69984/150874. Acesso em: 24 set. 2025.

FILGUEIRAS, Cristina Almeida Cunha. **Parceria intersetorial em políticas sociais: o controle de frequência escolar no PBF**. Brasília: ENAP, 2012. Disponível em: https://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/290/7/Parceria%20intersetorial%20em%20pol%C3%ADticas%20sociais%20o%20controle%20de%20frequ%C3%AAncia%20escolar%20no%20PBF.pdf. Acesso em: 23 set. 2025.

GOVERNO DO PARANÁ. **Inteligência artificial para registro de presença agiliza processos na rede estadual de ensino - Governo do Paraná**. Disponível em: https://www.parana.pr.gov.br/aen/Noticia/Inteligencia-artificial-para-registro-de-presenca-agiliza-processos-na-rede-estadual-de. Acesso em: 23 set. 2025.

INSTITUTO UNIBANCO. **Ensino médio: como aumentar a atratividade e evitar a evasão**. São Paulo: Instituto Unibanco, 2013. Disponível em: https://www.institutounibanco.org.br/wp-content/uploads/2013/07/ensino_medio-como_aumentar_a_atratividade_e_evitar_a_evasao.pdf. Acesso em: 08 set. 2025.

LACERDA, Daniel; DRESCH, Alice; PROENÇA, Adriano; JÚNIOR, José. **Aplicação da metodologia de pesquisa Design Science Research em Engenharia de Produção: revisão dos últimos 10 anos**. Gestão & Produção, São Carlos, v. 29, 2022. Disponível em: https://www.scielo.br/j/gp/a/3CZmL4JJxLmxCv6b3pnQ8pq/. Acesso em: 24 set. 2025.

LINO, Ellen Rízia Oliveira. **A evasão escolar na educação de jovens e adultos (EJA): um desafio da contemporaneidade**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Pedagogia) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2020. Disponível em: https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/bitstream/123456789/728/1/Monografia%20II%20Ellen%20Ri%CC%81zia%20VERSA%CC%83O%20FINAL%20CORRIGIDA%20.pdf. Acesso em: 08 set. 2025.

MALTA, Daniela; WANDERLEY, Alexandra; MOURA, Almir; SILVA, Éverton; SANTOS, Julliana; CARLETTE, Maria. **EDUCAÇÃO E TECNOLOGIA: BENEFÍCIOS E DESAFIOS DO AMBIENTE DIGITAL NO MODELO ATUAL**. Disponível em:

https://periodicorease.pro.br/rease/article/download/16505/9041/38519. Acesso em: 23 set. 2025.

MATOS, Victor; KUSUNOKI, Márcio; NOSSA, Dulcinéia; DAMASCENO, Valdirene; CAMARGO, Renata. **Gestão escolar e inovação: o uso de tecnologias para a tomada de decisão - New Science**. Disponível em: https://periodicos.newsciencepubl.com/LEV/article/download/4199/5633/17660. Acesso em: 23 set. 2025.

MELO, Giane; PETRY, Mirta; TOKURA, Luciene; VILLA, Bruna; CAMPOS, Leonardo. **Assiduidade e ocorrências disciplinares relacionados aos índices de aprovação de alunos em um curso técnico**. Revista Sítio Novo, Palmas, v. 6, n. 1, p. 61-71, jan./mar. 2022. Disponível em: https://sitionovo.ifto.edu.br/index.php/sitionovo/article/download/1206/392/4973. Acesso em: 14 set. 2025.

MENDES, Joelma; BASTOS, Ana Maria; LOPES, Natália. **As Tecnologias Digitais na Educação: uma análise da legislação brasileira**. Disponível em: http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1809-38762024000100282. Acesso em: 23 set. 2025.

PREFEITURA DE CANOAS. **Canoas lança sistema de reconhecimento facial nas escolas municipais**. Disponível em: https://www.canoas.rs.gov.br/noticias/canoas-lanca-sistema-de-reconhecimento-facial-nas-escolas-municipais/. Acesso em: 23 set. 2025.

REIS, Jales Renan Silva. **Evasão escolar: Uma análise sobre a frequência de estudantes do ensino médio do Distrito Federal no Programa Bolsa Família**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Sociais) - Universidade de Brasília, Brasília, 2018. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/25574/1/2018_JalesRenanSilvaReis_tcc.pdf. Acesso em: 17 set. 2025.

SECRETARIA MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO DE PINHALZINHO. **Instrução Normativa nº 01, de 15 de fevereiro de 2023**. Disponível em: https://www.pinhalzinho.sp.gov.br/portal-educacao/secretaria-download-normativa/2/. Acesso em: 26 set. 2025.

SILVA, Ligiane. **AMBIENTE DIGITAL NA EDUCAÇÃO: Vantagens, Benefícios e Riscos no Processo de Ensino Aprendizagem** | Revista Gestão Universitária, acessado em setembro 23, 2025, http://gestaouniversitaria.com.br/artigos/ambiente-digital-na-educacao-vantagens-beneficios-e-riscos-no-processo-de-ensino-aprendizagem--2. Acesso em: 23 set. 2025.

SILVA, Maria Aparecida da; LIMA, José Carlos de. **Sistemas de Gestão Escolar: integração tecnológica e melhoria da administração escolar**. Educação em Revista, v. 36, n. 2, p. 45-62, 2020. Disponível em: https://www.periodicoeducacaoemrevista.org.br/artigo/sge-integracao-tecnologica. Acesso em: 26 set. 2025.

ZAGONEL, Mateus; MACHADO, Cristian; MÔNEGO, Cassiano. **TECNOLOGIA RFID: UM ESTUDO DE CASO PARA CONTROLE DE ACESSO EM ESCOLAS** - Revistas URI – FW. Disponível em: https://revistas.fw.uri.br/recet/article/download/2247/pdf_1/10707. Acesso em: 23 set. 2025.

APOSTAS ONLINE NO BRASIL: PERSPECTIVAS ENTRE A PRÁTICA E OS RISCOS DE DEPENDÊNCIA
ONLINE GAMBLING IN BRAZIL: PERSPECTIVES BETWEEN PRACTICE AND RISKS OF DEPENDENCE

Gabriel de Almeida Martins[1]
Gustavo Barreto de Campos Ferreira[2]
Marcos Vinicius Silva Almeida[3]
Silvia Roberta de Jesus Garcia[4]

RESUMO: O crescimento das apostas *online* no Brasil tem gerado impactos significativos para a saúde pública e para a economia das famílias, especialmente entre as mais vulneráveis. Este estudo, teve como objetivo analisar dados recentes sobre o setor e discutir suas implicações sociais, psicológicas e financeiras. A pesquisa adotou abordagem documental, com base em relatórios oficiais, estudos acadêmicos e fontes jornalísticas de credibilidade. Os resultados indicaram que mais de 10 milhões de brasileiros encontram-se em uso arriscado de apostas, sendo parte já diagnosticada com transtorno do jogo, além de constatar que milhões de beneficiários do Bolsa Família destinam parcela relevante de seus recursos às plataformas. Diante desse cenário, o estudo sugere medidas de conscientização, maior regulação da publicidade e desenvolvimento de ferramentas tecnológicas de autocontrole, com vistas a reduzir os riscos associados e promover maior responsabilidade no uso das plataformas.
Palavras-chave: Comportamento do usuário; Políticas públicas; Vulnerabilidade psicológica.

ABSTRACT: The growth of *online* gambling in Brazil has generated significant impacts on public health and the family economy, especially among the most vulnerable. This study aimed to analyze recent data on the sector and discuss its social, psychological, and financial implications. The research adopted a documentary approach, based on official reports, academic studies, and credible journalistic sources. The results indicated that more than 10 million Brazilians are involved in risky gambling, some already diagnosed with gambling disorders, and that millions of beneficiaries of the Bolsa Família program allocate a significant portion of their resources to these platforms. Given this scenario, the study suggests awareness campaigns, greater regulation of advertising, and the development of technological self-control tools to reduce associated risks and promote greater responsibility in the use of these platforms.
Keywords: User Behavior; Awareness; Psychological Vulnerability.

Análise e Desenvolvimento de Sistemas - Fatec Itapetininga - E-mail: gabriel.martins62@fatec.sp.gov.br [1]
Análise e Desenvolvimento de Sistemas - Fatec Itapetininga - E-mail: gustavo.ferreira82@fatec.sp.gov.br [2]
Análise e Desenvolvimento de Sistemas - Fatec Itapetininga - E-mail: marcos.almeida21@fatec.sp.gov.br [3]
Profª. Orientadora Mestre - Fatec Itapetininga - E-mail: silvia.garcia01@fatec.sp.gov.br [4]

1 INTRODUÇÃO

As apostas têm como principal elemento a imprevisibilidade de um resultado incerto determinado pelo acaso. Esta prática pode trazer muito prazer ao apostador, devido a combinação das sensações de risco e excitação, além das sensações de sucesso e poder. A dependência é causada pela liberação de dopamina, um neurotransmissor responsável pelas sensações citadas anteriormente, sua liberação ativa o sistema de recompensa do cérebro, mas à medida com que o cérebro se acostuma à liberação constante, acontece a dessensibilização, demandando estímulos mais fortes, criando um ciclo interminável de apostas cada vez mais arriscadas (Moraes, 2024).

No Brasil, as apostas ganharam grande volume e se tornaram mais recorrentes, devido à popularização de plataformas *online*, denominadas *bets*, e jogos como "tigrinho" por meio das redes sociais, com a promessa de lucros fáceis e imediatos. De acordo com o secretário-executivo do Banco Central, Rogerio Lucca, "os brasileiros gastam de R$ 20 bilhões a R$ 30 bilhões, por mês, com apostas *online*" (Martello, Cunha, 2025, parág. 1).

A ilusão do dinheiro fácil, juntamente com a narrativa de "renda extra" divulgada por alguns influenciadores digitais, contribuem para atrair principalmente pessoas financeiramente vulneráveis. Diante da própria situação de fragilidade econômica, muitas destas pessoas acabam recorrendo ao jogo sem plena consciência dos riscos psicológicos e financeiros que isso pode trazer para suas vidas.

Segundo o Banco Central, cerca de 5 milhões de beneficiários do Bolsa Família destinaram R$ 3 bilhões em um mês para plataformas de apostas, um valor equivalente a quase 20% do orçamento mensal do programa. Através desses dados é notável que esta prática atinge de forma desproporcional as camadas mais pobres da população, comprometendo os recursos que deveriam garantir seu sustento (Reuters, 2025).

De acordo com um estudo realizado pelos economistas Luiz Cherman e Pedro Duarte, do Itaú, entre julho de 2023 e junho de 2024, apostadores brasileiros enviaram R$ 68,2 bilhões à jogos de aposta *online*, dos quais retornaram somente R$ 44,3 bilhões, isso representa uma perda líquida de 23,9 bilhões em um ano. Em outras palavras, a cada R$ 3 apostados, R$ 1 é perdido no sistema. Evidenciando que o retorno é extremamente reduzido, configurando um ciclo de perdas que impacta principalmente os mais vulneráveis (Gualter, 2024).

Diante desse cenário, se torna urgente pensar em estratégias que vão além da proibição ou regulação, mas que também atuem de forma preventiva e educativa. O presente artigo tem como objetivo realizar uma análise crítica e levantar dados relevantes sobre o fenômeno, de modo a subsidiar sugestões de mudanças nas regulações, nas estratégias de conscientização e nas práticas de publicidade vinculadas ao setor; além de buscar reduzir os impactos sociais e econômicos associados ao vício em jogos de azar, especialmente entre os grupos mais vulneráveis, promovendo maior responsabilidade e autonomia no uso dessas plataformas.

2 METODOLOGIA

O presente estudo adota uma abordagem documental e analítica, fundamentada em fontes secundárias de caráter oficial, acadêmico e jornalístico de credibilidade reconhecida. A coleta de dados ocorreu entre agosto e setembro de 2025, abrangendo informações publicadas em relatórios governamentais, artigos científicos e bases de dados internacionais.

A escolha dessa abordagem justifica-se pela necessidade de analisar registros institucionais e relatórios técnicos que documentam o comportamento de apostadores e os impactos socioeconômicos das apostas online. Trata-se de um método particularmente apropriado para investigação de fenômenos sociais quando as informações primárias já se encontram sistematizadas em fontes oficiais, acadêmicas e jornalísticas. Segundo Gil (2019) e Marconi & Lakatos (2017), a pesquisa documental permite a identificação e a reinterpretação de dados existentes favorecendo a construção de novos conhecimentos. Essa estratégia mostra-se especialmente pertinente em estudos exploratórios que buscam caracterizar problemas públicos a partir de evidências secundárias.

As fontes de dados apresentadas são advindas de dados governamentais nacionais – Foram utilizados os seguintes relatórios:

- Banco Central do Brasil (2024) sobre movimentações financeiras de beneficiários do Programa Bolsa Família em plataformas de apostas *online*.
- Instituições financeiras privadas – Incorporou-se a análise conduzida por Cherman e Duarte (2024), Itaú Unibanco, referente ao volume de transações em apostas *online* no período de julho de 2023 a junho de 2024.

- Fontes internacionais de saúde pública – Foram consultados documentos oficiais da Organização Mundial da Saúde (2024) sobre jogos de azar e impactos à saúde (WHO, 2024), além da *The Lancet Public Health Commission on Gambling* (Wardle et al., 2024).
- Estudos acadêmicos revisados – Incluiu-se a revisão de literatura sobre prevenção e redução de danos em ambientes *online* (Marionneau et al., 2023) e a aplicação da perspectiva de saúde pública ao jogo de azar (Browne et al., 2016).

Todos os procedimentos analíticos consistem de documentos que foram analisados por meio de análise temática e estatística descritiva. Os valores financeiros extraídos de relatórios oficiais foram convertidos em proporções relativas (porcentagens) e equivalências em relação ao PIB ou orçamento público, de forma a contextualizar o impacto social. Além disso, foram realizadas comparações cruzadas entre dados de fontes nacionais, como Banco Central e Itaú Unibanco, e internacionais, como a Organização Mundial da Saúde (OMS) e a revista The Lancet, para identificar convergências na caracterização do jogo como questão de saúde pública.

Os Procedimentos estatísticos utilizados neste estudo são compostos por dados quantitativos secundários que foram tratados por estatística descritiva simples, expressos em termos absolutos e relativos (médias, proporções, perdas líquidas). Não foram realizadas inferências estatísticas ou modelagens preditivas, visto que o objetivo foi a caracterização exploratória do fenômeno.

O estudo concentrou-se no contexto brasileiro, com especial atenção à população de baixa renda afetada pelo jogo *online*, entre 2023 e 2024. A análise comparativa internacional foi realizada com base em relatórios publicados no mesmo período.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico deste artigo busca contextualizar o fenômeno das apostas *online* a partir de diferentes perspectivas que contribuem para a compreensão de seus impactos sociais e individuais. Primeiramente, discute-se o avanço das apostas no Brasil e suas implicações para a saúde pública, destacando como o crescimento

acelerado desse mercado tem repercutido em problemas de ordem psicológica e social.

Em seguida, aborda-se a facilidade de acesso às plataformas digitais, elemento que potencializa a expansão das apostas e amplia a vulnerabilidade dos usuários. Analisa-se também o papel da publicidade exagerada e sua influência sobre os comportamentos de aposta, evidenciando como estratégias de marketing agressivas contribuem para a normalização e intensificação dessa prática. Por fim, discute-se o papel dos algoritmos persuasivos, responsáveis por reforçar mecanismos de engajamento e retenção, muitas vezes intensificando comportamentos de risco.

3.1 O AVANÇO DAS APOSTAS ONLINE NO BRASIL E SUAS IMPLICAÇÕES PARA A SAÚDE PÚBLICA

A crescente popularidade das plataformas de apostas *online* no Brasil tem sido um fenômeno de rápida ascensão, transformando o cenário de entretenimento e lazer. Uma pesquisa recente da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp) aponta para uma realidade alarmante: aproximadamente 10,9 milhões de brasileiros se encontram em uma zona de "uso perigoso" das apostas. Essa modalidade, superada apenas pelas loterias em preferência nacional, destaca-se por apresentar um risco significativamente maior de desenvolvimento de um uso problemático. Segundo o estudo, os apostadores *online* têm uma probabilidade de 66,8% de desenvolverem comportamentos de jogo de risco, em contraste com os 26,8% observados em outras modalidades de aposta (LENAD, 2025).

Os dados sobre o uso problemático de apostas refletem diretamente nas estatísticas de saúde pública. O Sistema Único de Saúde (SUS) tem testemunhado um aumento significativo nos atendimentos relacionados a jogo patológico. Entre 2022 e 2023, houve um crescimento considerável no número de atendimentos, saltando de 841 para 1290. Essa escalada é ainda mais considerável quando comparada aos dados de 2018, quando apenas 108 atendimentos foram registrados, indicando um aumento de dez vezes no problema em um período de cinco anos (Prazeres, 2024).

Esse cenário reforça os alertas de especialistas e órgãos públicos, que associam o aumento das apostas online ao agravamento de problemas de saúde mental. Dados do Tribunal de Contas da União (TCU) apontam que os atendimentos no Sistema Único de Saúde (SUS) relacionados ao jogo patológico cresceram de 111

para cerca de 1.292 em 2023, evidenciando uma escalada preocupante no vício em apostas (Vargas, 2025).

3.2 FACILIDADE DE ACESSO NAS PLATAFORMAS DE APOSTAS ONLINE

A ascensão das plataformas de apostas *online* tem sido impulsionada pela evolução tecnológica e pela disseminação da internet móvel, permitindo que usuários realizem apostas a qualquer momento e lugar. Esse acesso irrestrito, aliado ao anonimato virtual, favorece o uso excessivo e dificulta o controle consciente da atividade, especialmente entre jovens e populações vulneráveis socioeconomicamente (Marionneau et al., 2023).

No Brasil, cerca de 24 milhões de pessoas participaram de jogos de azar via transferências Pix, demonstrando a integração entre plataformas de apostas e meios de pagamento instantâneos, o que reduz o intervalo entre a decisão de apostar e a efetivação da transação. Esse processo facilita decisões impulsivas e reforça ciclos repetitivos de aposta, muitas vezes sem reflexão crítica (Jiang, 2022; Wardle et al., 2024).

É fundamental reconhecer que a facilidade de acesso não é apenas conveniência tecnológica, mas um fator estrutural de risco à saúde pública. A ausência de limites operacionais e mecanismos regulatórios eficazes contribui para a normalização do jogo *online*, demandando políticas de prevenção, conscientização e regulação que considerem os potenciais danos sociais do ambiente digital.

Como ressaltam Marionneau et al. (2023):

> "Os formatos *online* de jogos de azar incorporam muitas características prejudiciais: alta velocidade e intensidade de jogo, bônus e marketing visível, venda cruzada de produtos e uma disponibilidade constante que foi ainda mais ampliada pela disseminação dos jogos de azar em dispositivos móveis..."

3.3 PUBLICIDADE EXAGERADA E SUA INFLUÊNCIA NAS APOSTAS ONLINE

A publicidade de apostas *online* tem crescido rapidamente, sobretudo em mídias digitais. Em 2024, o setor de jogos e apostas liderou o aumento em publicidade digital, com alta de 192% em relação ao ano anterior, somando R$ 37,9 bilhões em

investimentos (Interactive Advertising Bureau Brasil, 2025). Esse cenário contribui para normalizar o jogo como parte do cotidiano digital.

Além do volume de anúncios, as mensagens publicitárias reforçam ganhos fáceis e minimizam riscos. Estudos indicam que a exposição constante, principalmente a bônus e recompensas, eleva a intenção de apostar e aumenta os gastos dos jogadores (Gainsbury et al., 2016).

Pesquisas apontam ainda que grupos vulneráveis, como jovens e pessoas em situação de fragilidade econômica, são os mais impactados. Indivíduos com risco maior de desenvolver problemas relacionados ao jogo interagem mais com anúncios e os recordam com maior frequência (Thomas et al., 2016). Nesse contexto, o Banco Central (2024) afirma que "É razoável supor que o apelo comercial do enriquecimento por meio de apostas seja mais atraente para quem está em situação de vulnerabilidade financeira.".

Estudos longitudinais também mostram que o aumento em publicidade, bônus e patrocínios está diretamente relacionado ao crescimento do número de contas ativas e do volume apostado (Pérez et al., 2024). Assim, evidencia-se a necessidade de políticas regulatórias que limitem a frequência e o conteúdo da publicidade de apostas.

3.4 ALGORITMOS PERSUASIVOS E SUA FUNÇÃO NA RETENÇÃO DE APOSTADORES

O uso de algoritmos persuasivos em plataformas de apostas *online* tem sido amplamente discutido no campo da saúde pública e da regulação de tecnologias. Esses sistemas são projetados para estimular a permanência do usuário explorando vulnerabilidades cognitivas e emocionais. Como destaca Schüll em *Addiction by Design* (2012), o design dos jogos vai além da chance aleatória: ele utiliza o “*loop* de reforço intermitente”, um dos principais fatores associados ao comportamento compulsivo.

A literatura sobre persuasão digital, exemplificada por Fogg em *Persuasive Technology* (2003), demonstra que sistemas computacionais não apenas entretêm, mas moldam escolhas e comportamentos. No caso das apostas *online*, isso se manifesta por meio de notificações constantes, bônus atraentes, sensação de controle ilusória e personalização baseada no histórico do usuário. Tais estratégias são

potencializadas por algoritmos de recomendação, que ajustam a experiência em tempo real para manter o apostador ativo.

No Brasil, o impacto desse modelo é ainda mais preocupante. O Tribunal de Contas da União (2024) aponta que a expansão das apostas *online* tem intensificado problemas como endividamento e transtornos mentais, atingindo principalmente pessoas em vulnerabilidade econômica. Dessa forma, evidencia-se que o uso de algoritmos não é neutro, mas um recurso persuasivo voltado à retenção do jogador e à maximização dos lucros, configurando uma questão de saúde pública que demanda regulamentação específica.

3.5 MEDIDAS DE PROTEÇÃO AO CONSUMIDOR E JOGO RESPONSÁVEL

A regulamentação das apostas *online* no Brasil levanta debates sobre a necessidade de mecanismos eficazes de proteção ao consumidor e de promoção do chamado “jogo responsável”. Com o avanço da Lei nº 14.790/2023, que autoriza a operação das apostas de quota fixa no país, passa a ser responsabilidade do Estado e das operadoras garantir que a prática do jogo não resulte em prejuízos severos à saúde mental, à estabilidade financeira e ao bem-estar social dos usuários. Como apontam organizações internacionais, como a *The Lancet Public Health Commission* (Wardle et al., 2024), o setor de jogos deve adotar políticas proativas de redução de danos, tais como limitação de apostas, bloqueio voluntário, verificação de identidade e sistemas de alerta para comportamentos compulsivos.

No contexto brasileiro, medidas de proteção começaram a ser discutidas como parte do processo de regulamentação, incluindo a criação de cadastros nacionais de exclusão voluntária, exigência de identificação e restrição à publicidade excessiva direcionada a públicos vulneráveis (Agência Gov 2025). No entanto, tais medidas ainda enfrentam entraves operacionais e regulatórios, especialmente frente à atuação de empresas sediadas no exterior. O Instituto Brasileiro de Jogo Responsável (IBJR) também defende que as operadoras autorizadas implementem ferramentas educativas e de autocontrole para os apostadores, promovendo uma relação mais consciente com o ambiente de jogo.

Tais mecanismos são considerados fundamentais para conter o avanço de práticas problemáticas, sobretudo em países com alta desigualdade social e baixo acesso à educação financeira, como o Brasil. A ausência de uma regulação voltada à

proteção do consumidor pode agravar os impactos sociais do vício em jogos, conforme alertam pesquisadores da área de saúde pública (Browne et al., 2016). Assim, a regulamentação não deve se limitar à arrecadação fiscal, mas assumir um papel de prevenção ativa e de responsabilização das empresas envolvidas.

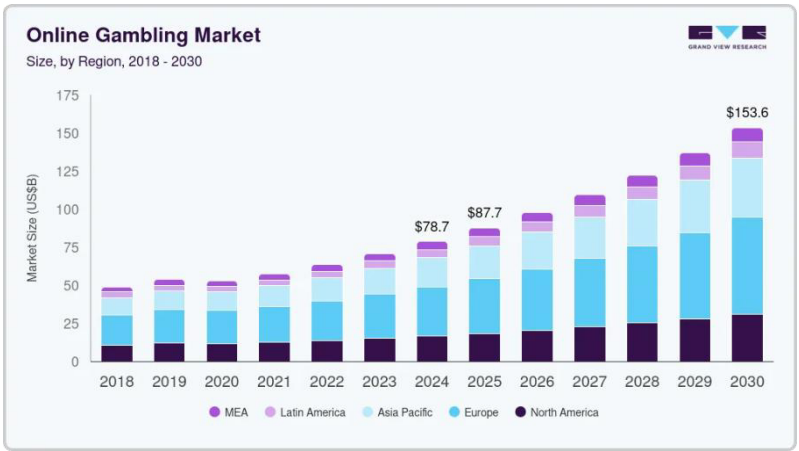
3.6 APOSTAS ONLINE NO CONTEXTO INTERNACIONAL

O mercado global de apostas online tem apresentado crescimento acelerado nas últimas décadas, evidenciando que o fenômeno que se observa no Brasil está inserido em um cenário internacional amplo. Diversos países desenvolvidos, como o Reino Unido, os Estados Unidos e a Austrália, já registram receitas bilionárias e um aumento das plataformas digitais de aposta (*Gambling Industry News*, 2025).

Novamente, segundo *Gambling Industry News*, em 2023 o mercado de jogos de aposta nos Estados Unidos alcançou aproximadamente US $66,52 bilhões, correspondendo cerca de 12,3 % da receita mundial estimada para o setor. Em outro recorte regional, no contexto europeu, o relatório da *European Gaming & Betting Association* aponta que o Reino Unido teve, em 2023, uma receita de €11,1 bilhões apenas em apostas online, superando países como Itália e França nesse segmento. (EGBA, 2025)

Estas estatísticas revelam dois pontos centrais para o estudo da dependência em apostas online. Primeiro, o alcance global do fenômeno demonstra que fatores como acessibilidade digital, publicidade e mecanismos algorítmicos não são exclusividade do Brasil, mas tendências internacionais. Segundo, o fato de mercados globais apresentarem alta influência online indica que a regulamentação e a fiscalização, mesmo em ambientes bem-estruturados, enfrentam desafios significativos. Portanto, ao posicionar o Brasil no panorama mundial, facilita-se a identificação de lições, melhores práticas e lacunas regulatórias que podem orientar a solução proposta neste trabalho.

Figura 1 - Mercado Global de Apostas



Fonte: Grand View Research (2025)

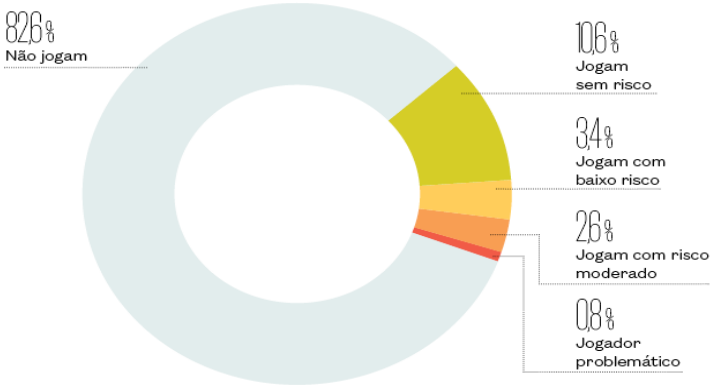
4 ANÁLISE DE DADOS

Nesta seção, apresentam-se estudos e produções acadêmicas que abordam a temática relacionada às apostas *online*, com foco nos impactos sociais, psicológicos e econômicos decorrentes dessa prática. O objetivo é identificar de que maneira esses trabalhos contribuem para a compreensão do fenômeno, destacando suas principais abordagens teóricas, metodológicas e conclusões. Essa análise possibilita situar a presente pesquisa dentro do contexto científico existente, evidenciando lacunas, convergências e oportunidades de aprofundamento.

4.1 ANÁLISE DE DADOS – REVISTA PESQUISA FAPESP

Um levantamento realizado em abril de 2025 no Brasil apontou que cerca de 10,9 milhões de pessoas com mais de 14 anos apostam de maneira que coloca em risco sua saúde física, mental e financeira (Revista Pesquisa FAPESP, 2025). Esses dados revelam a dimensão do problema no país, evidenciando que as apostas *online* não se restringem apenas a uma atividade recreativa, mas podem evoluir para um comportamento de risco capaz de comprometer tanto o bem-estar individual quanto a estabilidade econômica familiar de acordo com a Figura 1 apresentada.

Figura 1 – Pesquisa perfil de apostadores – Revista Pesquisa FAPESP



Fonte: Revista Pesquisa FAPESP (2025).

4.2 ANÁLISE DE DADOS – BANCO CENTRAL

O estudo realizado pelo Banco Central, a pedido do Senador Omar José Abdel Aziz (PSD-AM), teve o intuito de levantar uma análise técnica do mercado das apostas *online* no Brasil.

Foi exigido nesta análise uma identificação criteriosa, porque muitas das empresas que operam jogos de azar não estão classificadas corretamente em seu devido setor econômico, associado à apostas, e possuem nomes que não correspondem aos divulgados nas publicidades. Portanto, deve-se levar em consideração que os resultados apresentados nesta pesquisa são estimativos.

Esta análise realizou um comparativo em agosto de 2024 dos valores mensais das apostas *online* e loterias oficiais, que também são consideradas aposta segundo a Lei nº 14.790, 2023. Este comparativo é demonstrado na Figura 2 a seguir.

Figura 2 – Comparação entre Apostas e Loteria

	Loterias	Jogos de azar e apostas (CNAE 92x)	Jogos de azar e apostas (*outros CNAEs*)
Média mensal em 2024 (R$ bi)	1,9	0,3	20,8
Número de CNPJ8	13.559	520	56
Média por CNPJ8 (R$)	140.128	576.923	235.714.286

Fonte: Banco Central (2024).

Os valores da coluna Loterias são a soma arrecadada pelos sorteios da Caixa Econômica Federal, divulgado no site de loterias.

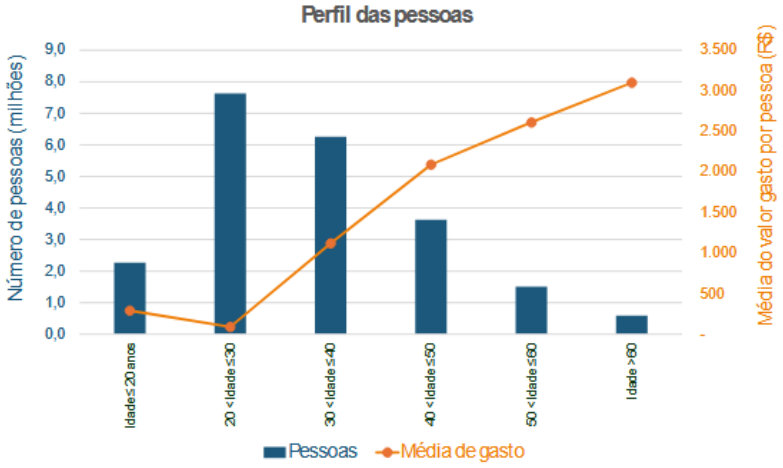
Os valores de Jogos de azar e apostas, se referem aos recebimentos por Pix destas empresas. É possível observar que existem 520 empresas que se classificam no CNAE 92x, que corresponde a atividades de exploração de jogos de azar e aposta, no entanto, tais empresas arrecadam um valor muito menor em comparação à terceira coluna, que traz as empresas de jogos de azar que não operam no CNAE adequado. A identificação destas 56 empresas foi realizada por meio de citações *online* e aplicações de filtros de transferências específicos, como número de transações, tíquete médio e concentração das transferências em horário determinado.

A análise também realizou uma pesquisa em relação ao perfil dos apostadores, estimando que cerca de 24 milhões de pessoas físicas realizaram ao menos uma transferência via Pix para essas empresas.

Os apostadores apresentam uma faixa etária diversa, no entanto, grande parte possue entre 20 e 30 anos. De acordo com os dados levantados em agosto de 2024, o valor mensal das transferências para os mais jovens é de R$ 100 por mês; para os mais velhos a média ultrapassa R$ 3.000 por mês.

Também se estima que, 5 milhões de pessoas beneficiárias do Bolsa Família (PBF) enviaram R$ 3 bilhões às empresas de aposta por Pix, sendo a mediana dos valores R$ 100 por pessoa.

Figura 3 – Perfil de usuários



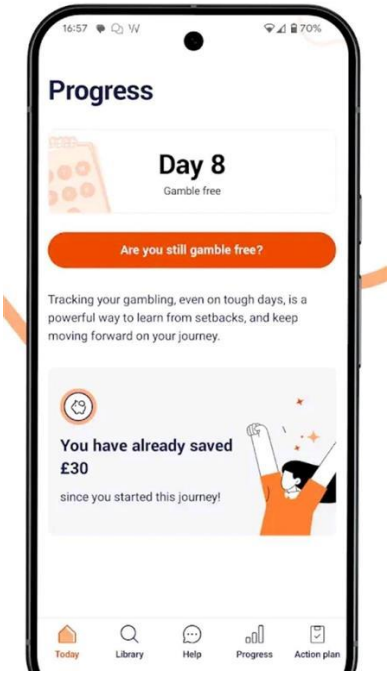
Fonte: Banco Central (2024).

Por meio dos dados levantados é possível supor que a ideia de enriquecimento pelas apostas transmitidas pelas publicidades e apelo comercial, seduza em sua maioria, pessoas em situação de vulnerabilidade financeira. Os resultados apontam famílias de baixa renda como as mais prejudicadas pelas apostas.

4.3 ANÁLISE DE DADOS – APLICAÇÃO *GAMBLEAWARE*

GambleAware é um aplicativo voltado para a prevenção e o controle de vício em jogos de aposta, oferecendo suporte gratuito e personalizado. A plataforma disponibiliza ferramentas como o *Gambling Harm Assessment*, que permite avaliar o impacto da aposta na vida do usuário, além de uma calculadora de gastos para monitorar tempo e dinheiro gastos em apostas. Também fornece opções de bloqueio de site de apostas, bem como orientações para reduzir a exposição a anúncios relacionados ao jogo. Além disso, o aplicativo direciona o usuário a redes de apoio locais e nacionais, contribuindo para maior conscientização e controle sobre os hábitos de jogo (*GambleAware*, 2025).

Figura 4 – Página inicial – *GambleAware*



Fonte: *GambleAware* (2025).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir na Tabela 1, são apresentados dados relevantes sobre os principais achados da análise de dados, os impactos relevantes para a sociedade e possíveis meios para amenizar os problemas identificados.

Tabela 1 – Resultados e Discussão

Fonte / Ano	Principais Resultados	Impactos Identificados	Possíveis Soluções
Revista Pesquisa Fapesp (2025)	10,9 milhões de brasileiros (14+) em uso arriscado de apostas; 1,4 milhão já com transtorno do jogo	Risco à saúde física, mental e financeira; comprometimento da estabilidade familiar	Programas de saúde pública para prevenção e tratamento; campanhas educativas voltadas a jovens
Banco Central (2024)	R$ 20,8 bilhões em apostas (Pix) em ago/24 contra R$ 1,9 bilhão em loterias; 24 milhões de apostadores; média mensal de R$ 100 (jovens) a R$ 3.000 (idosos)	Desvio de renda das famílias; maior vulnerabilidade entre jovens e idosos; falhas na regulação do setor	Regulação mais rigorosa; controle sobre algoritmos de retenção; limites de gasto por faixa etária
Banco Central (2024) – Bolsa Família	5 milhões de beneficiários transferiram R$ 3 bilhões para apostas em ago/24; ~20% do orçamento mensal do PBF	Comprometimento de recursos destinados à subsistência; endividamento de famílias vulneráveis	Políticas de bloqueio de uso do benefício em sites de aposta; programas de conscientização financeira
Itaú (Cherman & Duarte, 2024)	R$ 68,2 bi apostados em 1 ano; retorno de R$ 44,3 bi; perda líquida de R$ 23,9 bi → a cada R$ 3, R$ 1 perdido	Ciclo de perdas estruturais; baixo retorno para o apostador médio; agravamento da vulnerabilidade	Mecanismos de transparência obrigatória sobre retorno real; auditorias independentes dos sistemas
Ministério da Saúde (2023)	+53% de aumento nos atendimentos por jogo patológico no SUS entre 2022–2023	Pressão crescente sobre a rede pública de saúde; aumento de custos coletivos	Expansão de centros de tratamento; capacitação de profissionais em vício comportamental

Conselho Nacional de Saúde (2023)	Alerta sobre vulnerabilidade de famílias pobres ao endividamento e adoecimento mental	Fragilização das políticas sociais existentes; impacto intergeracional do vício em jogo	Criação de políticas intersetoriais (saúde, educação e assistência social); restrição da publicidade
IAB Brasil (2025) – Publicidade	Campanhas agressivas e narrativas de "renda extra" nas redes sociais e plataformas digitais	Incentivo ao engajamento de jovens e pessoas vulneráveis; normalização do jogo; aumento do risco de dependência	Limitação da publicidade direcionada; regulamentação de conteúdo digital; campanhas educativas que desmistifiquem ganhos fáceis
Tecnologias / Aplicativo de conscientização (Proposta 2025)	Desenvolvimento de app para monitoramento de gastos, alertas de risco e apoio à recuperação do vício em apostas	Auxílio na prevenção e redução de perdas; suporte a indivíduos em tratamento; aumento da consciência financeira	Criação de funcionalidades de gamificação positiva, alertas automáticos, suporte psicológico remoto e integração com políticas públicas

Fonte: Elaboração própria (2025).

Estudos da Revista Pesquisa Fapesp (2025) apontam que 10,9 milhões de brasileiros com 14 anos ou mais estão envolvidos em apostas de risco, sendo que 1,4 milhão já apresenta transtorno do jogo. Esses números indicam impactos significativos sobre a saúde física, mental e financeira dos indivíduos, comprometendo também a estabilidade familiar. Para enfrentar esse problema, recomenda-se a implementação de programas de saúde pública voltados à prevenção e tratamento, assim como campanhas educativas direcionadas especialmente a jovens, grupo altamente vulnerável.

Dados do Banco Central (2024) mostram que, em agosto de 2024, foram apostados R$ 20,8 bilhões via Pix, em comparação com R$ 1,9 bilhão em loterias, envolvendo cerca de 24 milhões de apostadores. A média de gastos mensais varia de R$ 100 para jovens a R$ 3.000 para idosos, evidenciando a vulnerabilidade econômica desses grupos. O desvio de renda familiar e falhas na regulação do setor reforçam a necessidade de medidas como limites de gasto por faixa etária e maior controle sobre algoritmos que incentivam apostas.

No mesmo período, o Banco Central (2024) – Bolsa Família identificou que 5 milhões de beneficiários destinaram cerca de R$ 3 bilhões para apostas, correspondendo a aproximadamente 20% do orçamento mensal do programa. Esse desvio compromete a subsistência das famílias mais vulneráveis e contribui para o endividamento. Entre as possíveis soluções, destacam-se políticas de bloqueio do uso do benefício em plataformas de apostas e programas de conscientização financeira voltados aos beneficiários.

Relatórios do Itaú (Cherman et al, 2024) apontam que, em um ano, foram apostados R$ 68,2 bilhões, com retorno de R$ 44,3 bilhões, gerando uma perda líquida de R$ 23,9 bilhões. Tal cenário evidencia um ciclo estrutural de perdas, com baixo retorno para o apostador médio e agravamento da vulnerabilidade econômica.

Para mitigar esses efeitos, recomenda-se a obrigatoriedade de transparência sobre o retorno real e auditorias independentes nos sistemas de apostas.

O Ministério da Saúde (2023) registrou um aumento de 53% nos atendimentos por jogo patológico no SUS entre 2022 e 2023, refletindo uma pressão crescente sobre a rede pública e o aumento dos custos coletivos. Medidas sugeridas incluem a expansão de centros de tratamento e a capacitação de profissionais de saúde especializados no manejo do vício comportamental.

O Conselho Nacional de Saúde (2023) alertou sobre a vulnerabilidade de famílias pobres ao endividamento e ao adoecimento mental causado pelo jogo, destacando o impacto intergeracional do vício e a fragilização das políticas sociais existentes. Entre as estratégias de mitigação, propõe-se a criação de políticas intersetoriais envolvendo saúde, educação e assistência social, além da restrição da publicidade direcionada a grupos vulneráveis.

Segundo o IAB Brasil (2025), a publicidade agressiva e as narrativas de “renda extra” veiculadas em redes sociais e plataformas digitais têm incentivado jovens e pessoas vulneráveis a se engajar em apostas, normalizando a prática e mascarando os riscos psicológicos e financeiros. Para combater esse efeito, é recomendada a regulamentação da publicidade digital, limitação da comunicação dirigida a públicos sensíveis e campanhas educativas que desmistifiquem a promessa de ganhos fáceis.

Finalmente, a proposta de desenvolvimento de tecnologias, como aplicativos de conscientização e recuperação do vício, visa monitorar gastos, emitir alertas de risco e oferecer suporte a indivíduos em tratamento. Esses recursos podem auxiliar na prevenção e redução de perdas, aumentar a consciência financeira dos usuários e

integrar ações de políticas públicas, oferecendo suporte psicológico remoto e funcionalidades de gamificação positiva.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O avanço das apostas *online* no Brasil está fortemente ligado à popularização das plataformas digitais e à exposição da população a conteúdos de jogos de azar em redes sociais. Conforme Moraes (2024), essa expansão não é neutra, pois intensifica comportamentos de risco e potencializa o vício em jogos, gerando impactos significativos na saúde pública.

A facilidade de acesso às plataformas elimina barreiras físicas e burocráticas, permitindo que pessoas financeiramente vulneráveis direcionem recursos essenciais a apostas, comprometendo o sustento familiar. Estudos do Banco Central (2025) indicam que milhões de beneficiários de programas sociais destinam parte considerável de sua renda a jogos de azar, evidenciando a fragilidade econômica desses grupos e a falta de mecanismos de controle eficazes.

A publicidade atua como elemento determinante na disseminação das apostas, promovendo campanhas que reforçam narrativas de “renda extra” e atraindo jovens e pessoas em situação de vulnerabilidade. Pesquisas do IAB Brasil (2025) mostram que essa normalização do jogo mascara os riscos psicológicos e financeiros, aumentando a dependência e os prejuízos financeiros.

Diante desse cenário, é urgente implementar políticas públicas mais rígidas, combinando regulamentação do setor, educação financeira e mecanismos de proteção aos grupos vulneráveis. Estudos de Gualter (2024) reforçam que a perda recorrente dos apostadores consolida um ciclo de prejuízos, evidenciando a necessidade de intervenção estatal e de estratégias de conscientização social que confrontem a promessa ilusória de “dinheiro fácil”.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA GOV. **Regras colocam Brasil no mercado regulado de apostas esportivas em 2025**. Agência Gov, 2024. Disponível em: https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202412/regulamentacao-feita-pela-secretaria-de-premios-e-apostas-coloca-brasil-em-mercado-regulado-de-apostas-em-2025. Acesso em: 24 set 2025.

BANCO CENTRAL DO BRASIL**. Análise técnica sobre o mercado de apostas online no Brasil e o perfil dos apostadores**. Estudo Especial nº 119/2024 – reproduzido da Nota Técnica 513/2024-BCB/SECRE, set 2024. Disponível em: https://www.bcb.gov.br/conteudo/relatorioinflacao/EstudosEspeciais/EE119_Analise_tecnica_sobre_o_mercado_de_apostas_online_no_Brasil_e_o_perfil_dos_apostadores.pdf. Acesso em: 4 set 2025.

BRASIL. **Lei nº 14.790, de 8 de dezembro de 2023**. Dispõe sobre a modalidade loteria de apostas de quota fixa e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 11 dez. 2023. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/lei/l14790.htm. Acesso em 21 set 2025.

BROWNE, M. 'l. ***Assessing gambling-related harm in Victoria: A public health perspective.*** Google Scholar, 2016. Disponível em: https://www.grea.ch/sites/default/files/assessing_gambling-related_harm_in_victoria.pdf. Acesso em: 12 set 2025.

CECI, Mariana. **Quase 11 milhões de brasileiros apostam de modo a pôr em risco a saúde e as finanças**. Revista Pesquisa Fapesp**,** 2025. Disponível em: https://revistapesquisa.fapesp.br/quase-11-milhoes-de-brasileiros-apostam-de-modo-a-por-em-risco-a-saude-e-as-financas/. Acesso em: 20 set 2025.

EGBA. ***European Gambling Market – Key Figures 2025 Edition***. EGBA, 2025. Disponível em: https://www.egba.eu/uploads/2025/04/250325-EGBA-European-Gambling-Market-Key-Figures-2025-Edition.pdf. Acesso em: 10 nov. 2025.

FOGG, B. J. ***Persuasive Technology: Using Computers to Change What We Think and Do***. San Francisco: Morgan Kaufmann, 2003. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/book/9781558606432/persuasive-technology. Acesso em 18 set 2025

GAINSBURY, Sally M et al. ***Exposure to and engagement with gambling marketing in social media: Reported impacts on moderate-risk and problem gamblers***. pubmed, 2016. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26828642/. Acesso em: 18 set 2025.

GAMBLEAWARE. ***GambleAware: Gambling help & support.*** GambleAware, 2025. Disponível em: https://www.gambleaware.org/. Acesso em: 23 set 2025.

GAMBLING INDUSTRY NEWS. ***Global Gambling Statistics & Trends 2025 – Worldwide Gambling Trends***. Disponível em: https://gamblingindustrynews.com/global-gambling-statistics/. Acesso em: 10 nov. 2025.

GRANDVIEWRESEARCH. ***Online Gambling Market (2025 - 2030).*** GrandViewResearch, 2025. Disponível em: https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/online-gambling-market. Acesso em: 10 nov. 2025.

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GUALTER, Marianna. **Brasileiros perdem por ano R$ 23,9 bi em apostas on-line**. Poder360**,** 2024. Disponível em: https://www.poder360.com.br/poder-sportsmkt/brasileiros-perdem-por-ano-r-239-bi-em-apostas-on-line/. Acesso em: 04 set 2025.

IBJR**. Jogo responsável**. IBJR, 2025. Disponível em: https://ibjr.org.br/jogo-responsavel/. Acesso em: 25 set 2025

IAB Brasil. **Digital AdSpend 2025: ano base 2024**. IAB Brasil, 2025. Disponível em: https://iabbrasil.com.br/wp-content/uploads/2025/04/IAB_Digital_Adspend_2025_anobase2024_AF.pdf. Acesso em: 18 set 2025.

JIANG, Y. ***The Influence of Payment Method: Do Consumers Pay More with Mobile Payment ?*** [s.l: s.n.]. Disponível em: https://arxiv.org/pdf/2210.14631. Acesso em: 19 set 2025

LENAD**. Jogos de Aposta**. Disponível em: <https://lenad.uniad.org.br/resultados/lenad-iii-jogos-de-aposta/>. Acesso em: 19 set 2025

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. Fundamentos de metodologia científica. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MARIONNEAU, Virve; RUOHIO, Heidi; KARLSSON, Nina**. *Gambling harm prevention and harm reduction in online environments: a call for action***. Harm Reduction Journal, v. 20, art. 92, 2023. DOI: 10.1186/s12954-023-00828-4. Disponível em: https://harmreductionjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12954-023-00828-4. Acesso em: 12 set 2025.

MARTELLO, Alexandro; CUNHA, Marcela. **BC diz que brasileiros gastam até R$ 30 bilhões por mês com bets, e que não pode impedir uso do Bolsa Família**. G1**,** 2025. Disponível em: https://g1.globo.com/economia/noticia/2025/04/08/cpi-das-bets-presidente-do-bc-diz-que-nao-sera-possivel-identificar-apostadores-que-usam-o-pix.ghtml. Acesso em: 03 set 2025.

MORAES, Adriana. **Aposta e dopamina: quando o prazer das apostas vira dependência**. UNIAD – Unidade de Pesquisa em Álcool e Drogas, 23 out. 2024. Disponível em: https://www.uniad.org.br/noticias/aposta-e-dopamina-quando-o-prazer-das-apostas-vira-dependencia/. Acesso em: 03 set 2025.

PÉREZ, G. et al. ***The impact of gambling advertising and marketing on online gambling behavior: an analysis based on Spanish data***. pubmed, 2024. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39018681/ Acesso em: 18 set 2025.

PRAZERES, L. **“Não tem que ter propaganda” de casas de apostas, diz diretora de saúde mental do governo sobre as “bets”**. Estado de minas, 2024. Disponível

em: https://www.em.com.br/economia/2024/10/6971204-nao-tem-que-ter-propaganda-de-casas-de-apostas-diz-diretora-de-saude-mental-do-governo-sobre-as-bets.html. Acesso em: 18 set 2025.

REUTERS. ***Brazilians wager up to $5.1 bln a month on online betting, central bank says***. Reuters**,** 2025. Disponível em: https://www.reuters.com/world/americas/brazilians-wager-up-51-bln-month-online-betting-central-bank-says-2025-04-08/. Acesso em: 03 set 2025.

SCHÜLL, N. D. ***Addiction by Design: Machine Gambling in Las Vegas***. Princeton: Princeton University Press, 2012. Disponível em: https://press.princeton.edu/books/paperback/9780691160887/addiction-by-design. Acesso em: 18 set 2025.

SECOM. **Apostas on-line: TCU avalia ações de prevenção do governo**. Portal TCU Disponível em: https://portal.tcu.gov.br/imprensa/noticias/apostas-on-line-tcu-avalia-acoes-de-prevencao-do-governo. Acesso em 24 set 2025

SENADO FEDERAL (Brasil). **Mais de 22 milhões de pessoas apostaram nas bets no último mês, revela DataSenado**. Agência Senado, 01 out. 2024. Disponível em: https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2024/10/01/mais-de-22-milhoes-de-pessoas-apostaram-nas-bets-no-ultimo-mes-revela-datasenado. Acesso em: 17 set 2025

SOUZA, Cristiane Cauduro; SILVA, Jaqueline Garcia; OLIVEIRA, Margareth da Silva et al**. Jogo patológico e motivação para mudança de comportamento**. Psicologia Clínica (Rio de Janeiro, online), v. 21, n. 2, p. 345–361, 2009. Disponível em: https://www.scielo.br/j/pc/a/SKbPTfR9BsrjcXxryWNbdCd/?format=html&lang=pt. Acesso em: 03 set 2025.

THOMAS, Samantha et al. ***Sports betting marketing during sporting events: a stadium and broadcast census of Australian Football League matches***. pubmed, 2012. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22487349/. Acesso em: 18 set 2025.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO (Brasil). **Levantamento: jogos de apostas on-line (*bets*) e impactos na saúde mental**. TCU, 2024. Disponível em: https://portal.tcu.gov.br/data/files/AC/11/6D/7C/5D817910E5B0C269F18818A8/024.852-2024-4-JPJ-%20Jogos%20de%20Apostas%20online-BETS.pdf. Acesso em: 5 nov. 2025.

UOL NOTÍCIAS. **Pesquisa mostra que 11 milhões de brasileiros fazem uso arriscado de apostas**. *UOL Notícias*, 07 abr. 2025. Disponível em: https://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/agencia-estado/2025/04/07/pesquisa-mostra-que-11-milhoes-de-brasileiros-fazem-uso-arriscado-de-apostas.htm. Acesso em 17 set 2025

VARGAS, M. **SUS tem alta de atendimentos por vício em aposta, e Padilha defende controle como o do cigarro**. Jornal de Brasília, 2025. Disponível em: https://jornaldebrasilia.com.br/noticias/politica-e-poder/sus-tem-alta-de-atendimentos-

por-vicio-em-aposta-e-padilha-defende-controle-como-o-do-cigarro/. Acesso em: 5 nov. 2025.

WARDLE, H. et al. **T*he Lancet Public Health Commission on gambling***. The Lancet Public Health, v. 9, n. 11, p. e950-e994, 2024. Disponível em: https://www.thelancetcom/journals/lanpub/article/PIIS2468-2667(24)00167-1/fulltext. Acesso em: 12 set 2025.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. ***Gambling: Fact sheet*** **Geneva**: WHO, 2024. Disponível em: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/gambling. Acesso em: 12 set 2025.

FONTES DE ENERGIA SUSTENTÁVEIS E MONITORAMENTO: ANÁLISE DE TECNOLOGIAS E APLICAÇÕES PARA COLETA DE DADOS
SUSTAINABLE ENERGY SOURCES AND MONITORING: ANALYSIS OF TECHNOLOGIES AND APPLICATIONS FOR DATA COLLECTION

Emmanuel Forcinetti Azevedo[1]
Pedro Augusto Amgarten Alves[2]
Pedro Gabriel dos Santos[3]
Silvia Roberta de Jesus Garcia[4]

RESUMO: O presente trabalho analisou diferentes fontes de energias renováveis e os principais sistemas de monitoramento aplicados à geração elétrica. A pesquisa utilizou abordagem bibliográfica e exploratória para reunir informações sobre o panorama global e nacional, destacando a expansão da energia solar fotovoltaica e da energia eólica, bem como os benefícios socioeconômicos e ambientais dessa transição. Foram descritos e comparados softwares como SCADA, GPM Horizon, Iammeter e *Enphase Enlighten*, avaliando suas funcionalidades, pontos fortes e limitações. Os resultados demonstraram que a escolha da solução de monitoramento deve estar alinhada à escala do empreendimento, aos requisitos operacionais e ao orçamento disponível. Além disso, verificou-se que a integração de tecnologias emergentes, como Internet das Coisas (IoT), contribui para ampliar a eficiência e a confiabilidade dos sistemas. Conclui-se que o avanço das energias renováveis, aliado ao uso de ferramentas digitais de monitoramento, é indispensável para a construção de uma matriz energética mais limpa, segura e sustentável, ao mesmo tempo em que abre espaço para futuros desenvolvimentos tecnológicos voltados a diferentes contextos de aplicação.
Palavras-chave: Energias Renováveis; Matriz energética; Painel Fotovoltaico; Sustentabilidade.

ABSTRACT: This study analyzed different renewable energy sources and the main monitoring systems applied to power generation. The research adopted a bibliographic and exploratory approach to gather information on the global and national scenario, highlighting the expansion of photovoltaic solar and wind energy, as well as the socioeconomic and environmental benefits of this transition. Software solutions such as SCADA, GPM Horizon, *Iammeter* and *Enphase Enlighten* were described and compared, assessing their functionalities, strengths and limitations. The results showed that the choice of a monitoring solution must be aligned with the scale of the project, operational requirements and available budget. Furthermore, it was found that the integration of emerging technologies, such as the Internet of Things (IoT), helps increase the efficiency and reliability of the systems. It is concluded that the advancement of renewable energies, combined with the use of digital monitoring tools, is essential for building a cleaner, safer and more sustainable energy matrix, while also opening space for future technological developments aimed at different application contexts.
Keywords: Renewable Energy; Energy matrix; Photovoltaic Panel; Sustainability.

Análise e Desenvolvimento de Sistemas - Fatec Itapetininga - E-mail: emmanuel.azevedo@fatec.sp.gov.br [1]
Análise e Desenvolvimento de Sistemas - Fatec Itapetininga - E-mail: pedro.alves20@fatec.sp.gov.br[2]
Análise e Desenvolvimento de Sistemas - Fatec Itapetininga - E-mail: pedro.santos282@fatec.sp.gov.br[3]
Prof.ª Orientadora Mestre - Fatec Itapetininga - Email: silvia.garcia01@fatec.sp.gov.br[4]

1 INTRODUÇÃO

Nos tempos recentes, o Brasil vem crescendo na transição da matriz energética e elétrica para energias renováveis. Segundo o Relatório Síntese do Balanço Energético Nacional 2025, considerando o ano base 2024, divulgado pelo Ministério de Minas e Energia (MME) e a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), o Brasil atingiu 88,2% de renovabilidade na matriz elétrica, com forte avanço da energia eólica e da solar, que geraram 24% do total de energia no ano de 2024, além disso, nesse mesmo período, a matriz energética atingiu a marca de 50% de renovabilidade, em virtude da geração de energia hidráulica e biomassa da cana (Brasil, 2025).

Existe uma diferença fundamental entre renovabilidade e sustentabilidade. Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), considera-se energia renovável aquela obtida de fontes naturais capazes de se regenerar mais rapidamente do que são utilizadas (Organização das Nações Unidas, s.d.). De acordo com o Dicionário Aurélio (Ferreira, 2010), sustentabilidade é a capacidade de algo se conservar ou cuidar ao longo do tempo. Sob a perspectiva da relação entre o ser humano e meio ambiental, sustentabilidade é o desenvolvimento em harmonia com a natureza, buscando reduzir ou eliminar os impactos negativos ao ecossistema global.

Em conformidade com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019, apud Brasil, 2023), a agricultura familiar representa cerca de 77% dos estabelecimentos agrícolas do território brasileiro e um de seus principais problemas é a geração de energia. Para os agricultores, é de extrema importância o crescimento do uso da água e da energia, juntamente com a produtividade, sendo uma das alternativas a utilização de sistemas de irrigação automáticos, iluminação e aquecimento, entretanto, em muitas regiões, o custo elevado da energia e a indisponibilidade de energia comercial se tornam obstáculos evidentes. Nesse contexto, a energia solar fotovoltaica ganha destaque, em decorrência da sua autossuficiência, possibilidade de geração modular, conectada ou não à rede e, entre os fatores mais relevantes, a redução de custos (Alvarenga; Ferreira; Fortes, 2014, apud Brasil, 2023).

Conforme Aghaei (2025), para melhorar o desempenho na produção de energia, inspecionar essa geração e facilitar a detecção de falhas, foram criados diversos dispositivos de monitoramento, principalmente, para as placas solares fotovoltaicas, que estão expostas a diversos fatores ambientais e climáticos. Destaca-

se o sistema *lammeter*, que permite monitoramento em tempo real da energia solar gerada ou consumida no sistema fotovoltaico (Beijing Lewei IoT *Technologies* CO., LTD., s.d.).

Nesse sentido, o presente artigo tem como propósito central examinar as distintas fontes de energia renovável e os sistemas de monitoramento empregados na geração de energia, enfatizando a análise comparativa de softwares voltados à captação, supervisão e gestão de recursos energéticos, considerando suas aplicações no contexto nacional e internacional.

2 METODOLOGIA

A presente pesquisa adotou uma abordagem bibliográfica e exploratória, com o propósito de analisar as diversas fontes de energias sustentáveis e os respectivos sistemas que tem como função monitorar a geração de energia no contexto brasileiro. Inicialmente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica em artigos científicos e periódicos no Google Acadêmico, com as palavras-chave: “energia sustentável”, “energias renováveis”, “energia solar” e “sistemas de monitoramento de geração de energia”. Além disso, foram coletados dados em sites do governo, como o GovBR, que disponibilizou informações acerca da matriz energética e elétrica, fornecendo dados do Ministério de Minas e Energia (MME) e da Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Essa etapa teve como finalidade levantar informações atualizadas sobre a geração de energia do Brasil, o crescimento de fontes renováveis, como a energia solar fotovoltaica e a eólica, e as demandas de setores como o agronegócio.

Segundo Piovesan e Temporini (1995), a pesquisa exploratória é um procedimento metodológico de abordagem qualitativa destinado a investigar fenômenos ou situações pouco conhecidas ou ainda não suficientemente estudadas, visando obter uma compreensão inicial do problema e tornando o estudo principal seja planejado com maior compreensão e precisão.

A pesquisa bibliográfica é o ponto inicial para o desenvolvimento de uma pesquisa científica, onde o pesquisador busca obras publicadas relevantes referentes ao tema de pesquisa, identificando se existem trabalhos científicos sobre o assunto em questão, com a finalidade de conhecer melhor o fenômeno a ser estudado. Logo, esse tipo de pesquisa se baseia em trabalhos já publicados e as ferramentas mais

utilizadas para realizá-la são: os livros, teses, revistas, dissertações e artigos científicos já publicados (De Souza; De oliveira; Alves, 2021).

Ademais, buscou-se com essa pesquisa analisar diferentes soluções e dispositivos de controle da geração de energia renovável disponíveis no mercado, com ênfase para plataformas de monitoramento fotovoltaico, um dos focos dessa pesquisa.

Portanto, por meio dessa pesquisa bibliográfica, procurou-se evidenciar a importância da utilização de fontes de energia sustentáveis na atualidade, destacando seu grande crescimento em solo brasileiro. Nesse contexto, surge a necessidade de se buscar sistemas que gerenciam e monitoram essa geração de energia, para melhorar sua eficiência.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Nos tópicos a seguir será apresentada uma visão a respeito da transição para as energias renováveis: primeiro, o panorama global, que destaca o forte crescimento recente — impulsionado sobretudo por solar e eólica —, suas taxas de expansão e as desigualdades regionais na adoção; em seguida, o cenário atual do brasil, mostrando como se compõe a matriz elétrica, os ganhos na utilização de fontes renováveis, os benefícios socioeconômicos, as políticas e incentivos que têm facilitado essa expansão; depois, um foco na energia solar fotovoltaica, sua rápida difusão em setores residencial, agrícola e industrial e as razões que explicam sua atração (custo declinante, barateamento na hora de fazer reparos e retorno de investimento); ao final, serão abordados os sistemas de monitoramento de energia — desde SCADA até plataformas em nuvem e soluções IoT como Gpm *Horizon*, *Iammeter* e *Enphase Enlighten* — explicando seu papel na coleta de dados em tempo real, análise de desempenho e manutenção preditiva para maximizar eficiência e rentabilidade dos empreendimentos renováveis.

3.1 ENERGIAS RENOVÁVEIS NO CENÁRIO GLOBAL

Nos últimos tempos, as energias renováveis vêm demonstrando um grande crescimento no cenário global, representando 92,5% de toda expansão energética no ano de 2024, onde, de acordo com a *International Renewable Energy Agency*,

(IRENA), ocorreu um acréscimo de 585 GW *(Gigawatts)* na capacidade de energia renovável desde 2023, com um crescimento anual de 15,1%, superando o número de 14,3% do ano anterior. Esse aumento deve-se pela queda no preço das tecnologias de geração limpa, pelas metas climáticas internacionais e pelos avanços tecnológicos em larga escala. As fontes solar e eólica representaram 96,6% dessa expansão, consolidando-se como as principais fontes responsáveis pela transição energética mundial (*International Renewable Energy Agency*, 2025).

A energia solar fotovoltaica liderou, junto a energia eólica, esse crescimento, representando cerca de 451,9 GW e 113 GW, respectivamente. No entanto, conforme a *International Renewable Energy Agency*, esse aumento ainda é insuficiente para cumprir a meta global de triplicar a capacidade de energia renovável até 2030, onde deve-se atingir o valor de 11,2TW (*Terawatt*). Segundo a agência, essa capacidade deve aumentar em 16,6% ao ano até 2030 para atingir a meta (Pv Magazine, 2025).

Entretanto, ficam evidentes as disparidades regionais no avanço das energias renováveis, sendo a Ásia o país que domina essa geração com acréscimo de 69,3% para 72% das adições globais, o qual representa 421,5 GW. A China sozinha foi responsável por 88% do aumento da Ásia, enquanto a América Central e o Caribe contribuíram apenas com 3,2% da adição global. Ademais, a capacidade da África cresceu apenas 4,2 GW e a do Oriente Médio 3,3 GW (*International Renewable Energy Agency*, 2025).

3.2 ENERGIAS RENOVÁVEIS NO CONTEXTO BRASILEIRO

Atualmente, a modificação energética global vem se tornando uma realidade difícil para os países, na maioria das vezes por questões financeiras ou geográficas, que impedem os países de diversificarem sua matriz energética, acarretando na dependência de uma única fonte energética, isso acarreta vários riscos de grandes crises energéticas, contudo no Brasil esse cenário é completamente o oposto. Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), dos 200 GW de potência instalados, 84,25% são de fontes renováveis, sendo deste número, 55% vindos de energia hidrelétrica e 14,8% energia eólica (Agência Nacional de Energia Elétrica, 2025).

Este número demonstra uma forte crescente das energias renováveis no país, que ultrapassou o uso das não renováveis pela primeira vez em 2023, segundo dados

do Balanço Energético Nacional, publicados pela Empresa de Pesquisa Energética (Instituto de Energia e Meio Ambiente, 2025).

Sob esse viés, a diversificação de energias renováveis acarreta uma série de benefícios para o Brasil, como a não dependência de apenas uma fonte de energia para todo o território, pois caso uma dessas acabe falhando, outras fontes podem funcionar normalmente, causando menos danos à população. Ademais, a utilização de fontes renováveis acarreta menos gases de efeito estufa, garantem maiores taxas de empregabilidade, que desenvolvem a economia local, além de serem, em sua maioria, inacabáveis (Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística do Estado de São Paulo, 2021).

3.3 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

Dentre as mais conhecidas fontes de energias renováveis disponíveis em nosso território, a energia solar fotovoltaica tem demonstrado forte crescimento nos últimos anos em diversas áreas do setor econômico (Intelbras, 2023).

Segundo a pesquisa realizada pela *Cable News Network*, a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica, o Brasil bateu o recorde histórico de instalação de painéis fotovoltaicos em 2024, sendo um aumento de 30% de gastos com instalações em comparação com o ano anterior, isso demonstra tanto a eficácia, quanto a satisfação do público. (Freitas, 2025).

Esse crescimento se deve à versatilidade que possui a energia solar, que tem como possibilidade a utilização em residências, empresas, prédios, na zona rural, principalmente na agricultura familiar, que vem utilizando a luz solar como principal fonte energética e no setor industrial, na qual a energia solar fotovoltaica atraiu boa parte das grandes indústrias, pois acarreta economia na conta de luz, baixa manutenção e um prazo curto de retorno de investimentos (Intelbras, 2023). Em 2024, o Ministério do Desenvolvimento Agrário e Agricultura Familiar firmou diversas parcerias com universidades federais brasileiras, para criação de políticas que ofereçam energia solar fotovoltaica de maneira eficiente para o produtor rural (Brasil, 2024).

3.4 SISTEMAS DE MONITORAMENTO DE ENERGIA

O acompanhamento do consumo e geração de energia é de suma importância para assegurar eficiência, detectar falhas e aumentar a vida útil dos sistemas fotovoltaicos. Segundo com Aghaei (2025) o uso de *softwares* e dispositivos de monitoramento permitem a coleta de dados em tempo real, possibilitando o acompanhamento do desempenho e a manutenção preditiva. Alguns exemplos de soluções disponíveis são os sistemas: *Supervisory Control And Data Acquisition* (SCADA), que monitora, controla e coleta de dados, amplamente utilizado em fazendas de energias renováveis; o Gpm Horizon uma plataforma em nuvem desenvolvida pela Empresa *GreenPowerMonitor*, utilizada em sítios fotovoltaicos e eólicos; o *Iammeter*, desenvolvido pela *Beijing Lewei IoT Technologies*, que realiza o acompanhamento remoto da energia gerada e consumida, disponibilizando relatórios de eficiência e notificações de anomalias. Além deles, outras soluções como *Enphase Enlighten*, aplicativo que apresenta plataforma robusta para monitoramento e gestão energética. Assim, tais sistemas são considerados estratégicos para maximizar a rentabilidade dos investimentos em energia renovável, além de contribuírem para a sustentabilidade ambiental.

4 ANÁLISE DOS CENÁRIOS DE APLICAÇÃO DOS *SOFTWARES* DESCRITOS

No cenário atual de crescimento das energias renováveis, os sistemas de controle e gerenciamento desempenham papel essencial para garantir maior eficiência, confiabilidade e segurança na geração elétrica. *Softwares* e plataformas especializadas permitem acompanhar de maneira simultânea a produção, o consumo e possíveis falhas nos sistemas de energia, oferecendo ao usuário maior controle e uma tomada de decisão mais fundamentada. Nesse sentido, destacam-se ferramentas amplamente utilizadas no setor, como o *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA), o *Gpm Horizon*, o *Iammeter* e o *Enphase Enlighten*, que apresentam diferentes funcionalidades, arquiteturas e níveis de aplicação, mas convergem no objetivo de melhorar o desempenho das usinas e instalações fotovoltaicas e eólicas.

4.1 *SUPERVISORY CONTROL AND DATA ACQUISITION* (SCADA)

O SCADA é um sofisticado sistema de monitoramento, controle e coleta de dados amplamente utilizado em usinas de energias renováveis, como fotovoltaicas, eólicas, hidrelétricas e termelétricas, sua principal função é garantir a máxima eficiência e confiabilidade da geração, controlar as atividades da energia como um todo e mostrar os resultados finais aos usuários (TOTVS, 2023).

O levantamento de dados é feito através de diversos sensores instalados no equipamento, que mandam as informações para o servidor central do SCADA que demonstra para o usuário através de painéis gráficos, alarmes e telas de relatório todas as informações coletadas. O sistema SCADA ainda permite o envio de comandos aos dispositivos de maneira remota e detecção de possíveis falhas no sistema (Iberdrola, 2025).

Existem diferentes arquiteturas de *softwares* SCADA ofertados no mercado, que vão desde soluções feitas sob medida até modelos de código aberto. Todos têm como função principal monitorar e supervisionar processos de produção de energia, mas apresentam características e aplicações distintas. As plataformas SCADA comerciais proprietárias ainda são as mais predominantes no setor por oferecer maior suporte técnico, robustez e ampla adoção por grandes fabricantes. Em contrapartida, as soluções SCADA de código aberto vêm ganhando espaço, já que permitem maior personalização e flexibilidade conforme o projeto cresce, com a inclusão de novos sensores, equipamentos e funcionalidades. A solução SCADA dedicada é menos frequente, pois possui interfaces e funções fixas, desenvolvidas especificamente para determinadas plantas ou usinas (TOTVS, 2023).

O SCADA também pode ser encontrado em dois tipos de arquiteturas: a simples, geralmente em um único servidor, que se conecta diretamente com os dispositivos do campo, recomendado para projetos de menor porte. Já o SCADA distribuído é frequentemente utilizado em maiores empreendimentos, nos quais o sistema é dividido em diferentes servidores e camadas, cada servidor é encarregado de garantir funções específicas do *software*, as arquiteturas devem ser utilizadas pensando em uma série de fatores, como investimentos, escala dos sítios e necessidades de manutenção (Iberdrola, 2025).

4.2 *GPM HORIZON (GREENPOWERMONITOR)*

O GPM Horizon é uma plataforma em nuvem desenvolvida pela Empresa *GreenPowerMonitor*, utilizada em sítios fotovoltaicos e eólicos, a qual possui como objetivos principais monitorar e maximizar a geração energética, detectar falhas em tempo real e transmitir os dados coletados para o usuário final (*GreenPowerMonitor*, 2025).

O sistema realiza o levantamento de dados em campo, através de múltiplos sensores (inversores, medidores, sensores climáticos) que enviam esses dados para a nuvem. Em seguida, tais dados são transformados em painéis interativos (*dashboards*), relatórios, planejamentos futuros e alertas de falhas, permitindo que o usuário verifique seu desempenho e compare com diferentes sítios, caso possua mais de um (DNV, 2025).

Dessa maneira, o Gpm Horizon demonstra ser uma ferramenta indispensável para o planejamento e análise da geração energética, pois possui uma vasta gama de equipamentos que não apenas coletam dados, mas também auxiliam o usuário final na gerência de seus sítios (*GreenPowerMonitor*, 2025).

4.3 *IAMMETER*

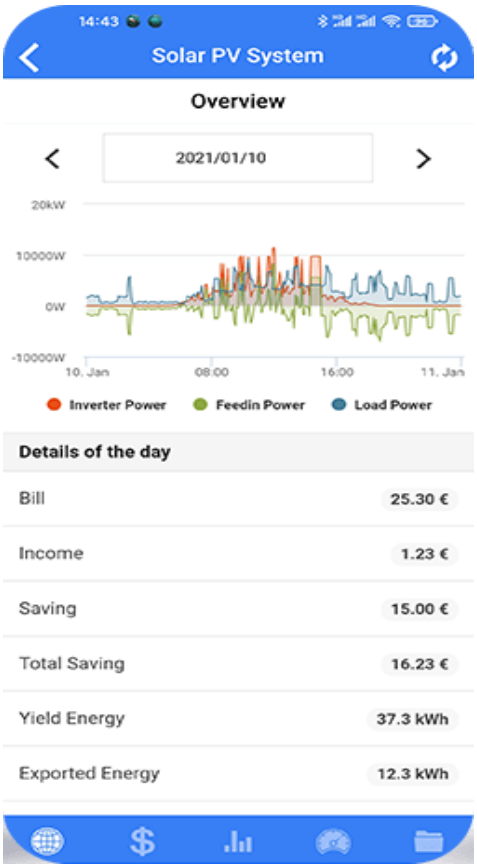
O *Iammeter* é um sistema de monitoramento de energia fotovoltaica dedicado, com conexão a aplicativo e medidores (módulos *wi-fi*), focado em energia produzida, consumida e exportada. Sua principal função é monitorar tanto o consumo quanto a produção de energia realizada pelos painéis fotovoltaicos, ele utiliza módulos *wi-fi* que permitem medir a energia importada e exportada da residência ou do comércio, coleta esses dados e manda para o usuário em forma de planilhas e relatórios através do aplicativo, conforme demonstra a Figura 01 (*Iammeter*, 2025).

A interface contém as informações essenciais do sistema, as linhas vermelha, verde e azul representam, a energia gerada pelos painéis, a sua quantidade enviada para a rede elétrica e o consumo total da residência, respectivamente. Abaixo, são mostrados dados sobre a fatura total (*Bill*), o valor gerado pelo uso do sistema solar (*Income*), o valor economizado ao utilizar o sistema solar (*Saving*), entre outras informações importantes para o usuário (*Beijing Lewei IoT Technologies* CO., LTD., 2025).

Portanto, o *Iammeter* é uma aplicação eficaz de monitoramento de energia solar fotovoltaica que possui o intuito de aprimorar a perspectiva do usuário quanto ao

consumo e a produção de energia de sua casa ou estabelecimento comercial (*Iammeter*, 2025).

Figura 01 - Interface de Overview do *Iammeter*



Fonte: *Iammeter* (2021).

4.4 *ENPHASE ENLIGHTEN*

O *Enphase Enlighten* é um aplicativo desenvolvido pela norte-americana *Enphase Energy* focado no monitoramento do sistema fotovoltaico residencial. Diferentemente o *Iammeter*, o *Enphase Enlighten* é focado apenas para residências, além disso é projetado para integração total ao sistema fotovoltaico, contando com a instalação de inversores, medidores e baterias para armazenar energia (*Solarinsure*, 2025).

Suas principais funções são a coleta de dados sobre quanta energia cada painel fotovoltaico individualmente produziu, através de infográficos e telas informativas, os status dos painéis, detectando possíveis falhas que o sistema tem ou pode sofrer e a conexão com o sistema *Enphase Encharge*, um sistema de baterias

que armazenam a energia produzida, a qual pode ser consultada pelo aplicativo, auxiliando nos gastos de energia em certos picos durante o dia. O aplicativo também possuí outras funções, como revisar a integridade e o desempenho do sistema, consultar a produção de cada painel fotovoltaico no período selecionado, até mesmo gerenciar dispositivos que consomem mais energia que o normal (*Enphase Energy*, 2025).

Neste seguimento, o *Enphase Enlighten* comprova-se ser um aplicativo completo para monitorar a produção de energia dos painéis solares, até mesmo quando conectado com o sistema completo da *Enphase*, quando permite controle total sobre a geração de energia (*Solarinsure*, 2025).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta um comparativo objetivo entre quatro classes de soluções de monitoramento energético: arquiteturas SCADA genéricas, a plataforma GPM Horizon (*GreenPowerMonitor*/DNV), o sistema *Iammeter* e a plataforma *Enphase Enlighten*. O propósito da comparação é identificar, de forma prática, os cenários em que cada solução se mostra mais adequada, ressaltando funcionalidades, pontos fortes, limitações e recomendações de uso para diferentes escalas de projeto.

Tabela 1 - Comparativo: SCADA, GPM Horizon, *Iammeter* e *Enphase Enlighten*

Sistema	Escala / Público-alvo	Principais funcionalidades	Pontos fortes	Limitações / riscos	Casos em que é recomendado
SCADA (genérico)	Usinas *utility*, subestações, parques eólicos/solar de grande porte	Supervisão em tempo real; controle remoto; alarmes; HMI para operadores; automação de lógica de controle.	Alta robustez operacional; projetado para controle crítico; amplo suporte industrial.	Alto custo de implantação e manutenção; exige equipe especializada; latência/complexidade em redes distribuídas.	Projetos em escala de utilidade ou parques com múltiplos sistemas e necessidade de controle e segurança (ex.: subestações, parques eólicos/solar utility).

GPM Horizon (GreenPowerMonitor / DNV)	Portfólios multi-tecnologia: parques solares, eólicos, armazenamento; gestor de ativos	Monitoramento multi-tecnologia; análise de performance; KPI, detecção de falhas, *benchmarking* entre sítios; módulos *plug-in*.	Foco em gestão de portfólio e *analytics*; adequado para empresas com vários sítios; integração avançada.	Plataforma comercial (custo/contrato); dependência de fornecedor para módulos avançados; complexidade para pequenos proprietários.	Operadores de portfólios renováveis, utilities com múltiplos sítios, fundos de investimento em ativos renováveis.
Iammeter	Residencial, pequenas e médias instalações comerciais e rurais	Monitoramento em tempo real de geração, consumo e exportação; relatórios, *dashboards*; medidores Wi-Fi (WEM series).	Baixo custo relativo; fácil instalação para sistemas domésticos; API aberta favorece integração com *Home Assistant*/Node-RED.	Depende de conectividade Wi-Fi; limite de escala (não ideal para grandes parques); questões de suporte/garantia quando usado em regimes industriais.	Residências com PV, pequenas propriedades rurais, instalações comerciais pequenas, projetos que demandam solução rápida e econômica de monitoramento.
Enphase Enlighten	Residencial e segmentação residencial/comercial leve (ecossistema *Enphase*)	Monitoramento por micro inversor por painel; análise por painel, detecção de falhas, integração com baterias *Encharge*; app *mobile* e portal *Enlighten*.	Monitoramento detalhado por painel; integração nativa com soluções de armazenamento *Enphase*; excelente UX para clientes residenciais.	Ecossistema fechado (melhor com *hardware Enphase*); custo do sistema (micro inversores + *Envoy*); menos indicado para soluções heterogêneas multi-fornecedor.	Residências e pequenos comércios que adotam o ecossistema *Enphase*; projetos que desejam monitoramento por painel e integração com baterias *Enphase*.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A tabela sintetiza atributos operacionais e comerciais que são determinantes no momento da seleção de uma solução de monitoramento. As linhas enfatizam diferenças de escala, viabilidade e grau de integração, permitindo ao leitor identificar rapidamente soluções alinhadas ao porte do projeto e aos objetivos do gestor (controle crítico, gestão de portfólio, custo-benefício ou experiência do usuário).

A comparação evidencia que a seleção da solução deve se basear primeiramente na escala e nos requisitos operacionais do projeto. Para empreendimentos de grande porte e com necessidade de controle e segurança críticos, as arquiteturas SCADA são a opção mais indicada devido à sua robustez e capacidade de integração com operações de rede. Para gestores que administram múltiplos sítios e necessitam de análise consolidada de performance e *benchmarking*, soluções de *asset management* em nuvem, como o *Gpm Horizon*, oferecem o melhor equilíbrio entre visibilidade e ferramentas analíticas. Em contextos residenciais e pequenas instalações, plataformas de baixo custo e com APIs abertas, como o *Iammeter*, possibilitam monitoramento eficaz e personalização, embora dependam de conectividade local (Wi-Fi) e não substituem sistemas industriais; quando o projeto optar por microinversores e desejar monitoramento por painel aliado a armazenamento integrado, o ecossistema *Enphase (Enlighten* + *Encharge)* é a opção que entrega melhor experiência de usuário e monitoramento detalhado por painel. Portanto, não existe solução universal: a escolha adequada resulta da combinação entre escala, requisitos de operação, orçamento e preferência por ecossistemas fechados ou por integrações abertas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, verifica-se que as energias renováveis desempenham papel essencial no processo de transição de energia global e nacional, destacando-se como alternativa viável para a amenização dos impactos ambientais.

As inovações tecnológicas, especialmente na área dos *softwares* de monitoramento, como SCADA, *Gpm Horizon, SolarEdge, Enphase* e *Iammeter*, revelam-se essenciais para otimizar a eficiência, reduzir falhas e maximizar a rentabilidade dos investimentos em fontes limpas. Ferlito et al. (2024) destacam que plataformas SCADA integradas a dispositivos de Internet das Coisas (IoT) e módulos de segurança podem aprimorar o desempenho operacional de grandes usinas fotovoltaicas. De forma complementar, Aghaei (2025) aponta que sistemas inteligentes de monitoramento contribuem para a manutenção preditiva e aumento da confiabilidade da geração.

Nesse sentido, pensando em contribuir com estudos no setor solar, sabendo que no ano de 2024 houve recorde de instalação de painéis fotovoltaicos, sendo o

investimento 30% maior que no ano anterior, trabalhos futuros podem considerar o desenvolvimento de soluções de rastreamento solar automatizado voltadas a sistemas de menor porte, como os residenciais e comerciais. Embora tais tecnologias já sejam aplicadas em usinas fotovoltaicas de grande escala, ainda há espaço para adaptações que tornem essa prática acessível a diferentes contextos. A integração com recursos de Internet das Coisas (IoT) pode representar um caminho promissor para otimizar a produção de energia, aumentar a eficiência dos sistemas e democratizar a utilização de tecnologias avançadas no setor de energia renovável.

Assim, conclui-se que a junção entre o avanço tecnológico e a ampliação do uso de energias renováveis constitui um caminho indispensável para garantir o desenvolvimento sustentável do Brasil e do mundo. Essa tendência é confirmada por relatórios oficiais do Ministério de Minas e Energia e pela Agência Nacional de Energia Elétrica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Matriz elétrica brasileira alcança 200 GW**. Brasília, Portal Gov.br, 2025. Disponível em: https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2024/matriz-eletrica-brasileira-alcanca-200-gw. Acesso em: 15 set. 2025.

AGHAEI, A. et al. ***Autonomous Intelligent Monitoring of Photovoltaic Systems: an in-depth multidisciplinary review. Progress in Photovoltaics: Research and Applications***, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.1002/pip.3859. Acesso em: 3 set. 2025.

BEIJING LEWEI IOT TECHNOLOGIES CO., LTD. ***IAMMETER.*** Pequim: *Beijing Lewei IoT Technologies* Co., Ltd., s.d. Disponível em: https://pt.iammeter.com/. Acesso em: 3 set. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. **Conhecimentos e habilidades para o uso de energia solar na agricultura familiar**. Brasília: MEC, 2023. Disponível em: https://www.gov.br/mec/pt-br/assuntos/ept/profissionais-futuro/Perfis_profissionais_AgriPV2.pdf. Acesso em: 3 set. 2025.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia**. Brasil avança na renovabilidade das matrizes em 2024, aponta Balanço Energético Nacional**. Brasília, 29 maio 2025. Disponível em: https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/brasil-avanca-na-renovabilidade-das-matrizes-em-2024-aponta-balanco-energetico-nacional. Acesso em: 3 set. 2025.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário e Agricultura Familiar (MDA). **Agricultura familiar e energia solar: sustentabilidade em dobro**. Brasília, Portal Gov.br, 14 fev. 2024. Disponível em: https://www.gov.br/mda/pt-br/noticias/2024/02/agricultura-familiar-e-energia-solar-sustentabilidade-em-dobro. Acesso em: 17 set 2025.

DE SOUSA, Angélica Silva; DE OLIVEIRA, Guilherme Saramago; ALVES, Laís Hilário**. A pesquisa bibliográfica: princípios e fundamentos.** Cadernos da FUCAMP, v. 20, n. 43, 2021

DNV. ***GPM Horizon and mixed portfolio management.*** Disponível em: https://www.dnv.com/cases/gpm-horizon-and-mixed-portfolio-management-188983/. Acesso em: 24 set. 2025.

ENPHASE ENERGY. ***Documentation — Enphase apps and monitoring resources.*** [S.l.], [s.d.]. Disponível em: https://enphase.com/en-gb/installers/resources/documentation/apps. Acesso em: 22 set. 2025.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. ***Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa.*** 4. ed. Curitiba: Positivo, 2010.

FREITAS, Clayton. **Energia solar bate recorde de instalação no Brasil, diz associação.** São Paulo: CNN, 19 jan. 2025. Disponível em: https://www.cnnbrasil.com.br/economia/macroeconomia/energia-solar-bate-recorde-de-instalacao-no-brasil-diz-associacao/. Acesso: 17 set. 2025.

GREENPOWERMONITOR. ***Gpm Horizon*: gestão unificada de múltiplas plantas renováveis.** GreenPowerMonitor, 2025. Disponível em: https://www.pv-magazine.com/2025/03/26/solar-adds-record-452-gw-to-global-renewables-capacity-in-2024//. Acesso em: 22 set. 2025.

IAMMETER. ***Monitor your solar PV system,*** 2025**.** Disponível em: https://www.iammeter.com/docs/monitor-your-solar-system. Acesso em: 24 set. 2025

IBERDROLA. ***O que é um sistema SCADA? Conheça suas vantagens,*** 2025**.** Disponível em:https://www.iberdrola.com/quem-somos/nosso-modelo-inovacao/sistema-scada. Acesso em: 23 set. 2025.

INSTITUTO DE ENERGIA E MEIO AMBIENTE. **Matriz energética brasileira teve uma participação maior de fontes renováveis em relação às não renováveis pela primeira vez em 35 anos.** São Paulo: IEMA, mar. 2025. Disponível em: https://energiaeambiente.org.br/maior-participacao-de-renovaveis-em-35-anos-20250321. Acesso em: 16 set. 2025.

INTELBRAS. **Benefícios da energia solar em indústrias e grandes empresas.** São Paulo: Intelbras, 09 jan. 2023. Disponível em: https://blog.intelbras.com.br/energia-solar-em-industria/. Acesso em: 17 set. 2025.

INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY (IRENA). ***Renewables in 2024: 5 key facts behind a record-breaking year.*** Abu Dhabi: IRENA, 2025.

Disponível em: https://www.irena.org/News/articles/2025/Apr/Renewables-in-2024-5-Key-Facts-Behind-a-Record-Breaking-Year. Acesso em: 14 set. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). ***What is renewable energy?*** [s.d]. Disponível em: https://www.un.org/en/climatechange/what-is-renewable-energy. Acesso em: 5 nov. 2025.

PIOVESAN, Armando; TEMPORINI, Edméa Rita. **Pesquisa exploratória: procedimento metodológico para o estudo de fatores humanos no campo da saúde pública.** Revista de saúde pública, v. 29, p. 318-325, 1995.

PV MAGAZINE. ***Solar adds record 452 GW to global renewables capacity in 2024.*** pv-magazine Internacional, 26 mar. 2025. Disponível em: https://www.pv-magazine.com/2025/03/26/solar-adds-record-452-gw-to-global-renewables-capacity-in-2024//. Acesso em: 14 set. 2025.

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE, INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA do Estado de São Paulo (SEMIL). **Energia renovável.** São Paulo: SEMIL, 03 dez. 2021. Disponível em: https://semil.sp.gov.br/educacaoambiental/prateleira-ambiental/energia-renovavel%E2%80%AF/. Acesso em: 16 set. 2025.

SOLARINSURE. ***What Does Enphase® Enlighten Do?.*** 17 set. 2025. Disponível em: https://www.solarinsure.com/what-does-enphase-enlighten-do. Acesso em: 24 set. 2025.

TOTVS. ***SCADA: o que é, como funciona e exemplos de uso.*** Blog TOTVS — Gestão Industrial, 10 maio de 2023. Disponível em: https://www.totvs.com/blog/gestao-industrial/scada/. Acesso em: 24 set. 2025.

PLATAFORMA BASEADA EM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO, OTIMIZAÇÃO DA CADEIA DE VALOR E REDUÇÃO DO DESPERDÍCIO DE ALIMENTOS
ARTIFICIAL INTELLIGENCE-BASED PLATFORM FOR STRATEGIC PLANNING, VALUE CHAIN OPTIMIZATION, AND FOOD WASTE REDUCTION

Gustavo Cuba de Oliveira[1]
Lauren Gabriel de Campos[2]
Lucas Elias Martins de Oliveira[3]
Silvia Roberta de Jesus Garcia[4]

RESUMO: Este estudo aborda os desafios do setor agrícola brasileiro, como perdas pós-colheita, ineficiências logísticas e a subutilização de dados para decisões. Utilizando a metodologia de *Design Science Research* (DSR) e uma revisão sistemática da literatura, propõe-se a arquitetura conceitual de um sistema digital integrado. A solução é fundamentada em três camadas: uma para ingestão de dados heterogêneos (*IoT*, satélite, mercado), um núcleo com modelos preditivos e prescritivos, e uma camada de saída com *dashboards* e APIs. O sistema incorpora tecnologias como *blockchain* para rastreabilidade e Inteligência Artificial Explicável (XAI) para transparência e confiança do usuário. O trabalho demonstra a viabilidade de uma ferramenta unificada que promove a interoperabilidade entre os elos da produção, visando aumentar a eficiência, fortalecer a conformidade com requisitos socioambientais e de governança baseados na *Environmental, Social e Governance* (ESG) e democratizar o acesso a mercados para pequenos e médios produtores. A pesquisa conclui que a superação dos desafios atuais demanda soluções holísticas que integrem governança de dados, modelos de negócio inclusivos e capacitação digital.
Palavras-chave: Agricultura Digital, Blockchain, Governança, Interoperabilidade, Sustentabilidade.

ABSTRACT: This study addresses the challenges of the Brazilian agricultural sector, such as post-harvest losses, logistical inefficiencies, and the underutilization of data for decision-making. Using the Design Science Research (DSR) methodology and a systematic literature review, a conceptual architecture of an integrated digital system is proposed. The solution is structured into three layers: one for ingesting heterogeneous data (IoT, satellite, market), a core with predictive and prescriptive models, and an output layer with dashboards and APIs. The system incorporates technologies such as blockchain for traceability and Explainable Artificial Intelligence (XAI) for transparency and user trust. The study demonstrates the feasibility of a unified tool that promotes interoperability across production chain links, aiming to increase efficiency, strengthen compliance with socio-environmental and governance requirements based on Environmental, Social, and Governance (ESG), and democratize market access for small and medium-sized producers. The research concludes that overcoming current challenges requires holistic solutions that integrate data governance, inclusive business models, and digital capacity building.

Análise e Desenvolvimento de Sistemas - Fatec Itapetininga - E-mail: gustavo.oliveira250@fatec.sp.gov.br[1]
Análise e Desenvolvimento de Sistemas - Fatec Itapetininga - E-mail: lauren.campos @fatec.sp.gov.br[2]
Análise e Desenvolvimento de Sistemas - Fatec Itapetininga - E-mail: lucas.oliveira416@fatec.sp.gov.br[3]
Prof.ª Orientadora Mestre - Fatec Itapetininga - Email: silvia.garcia01@fatec.sp.gov.br[4]

Keywords: Digital Agriculture, Blockchain, Governance, Interoperability, Sustainability.

1 INTRODUÇÃO

O agro brasileiro é um motor estratégico para a economia do país, representando 23,5% do Produto Interno Bruto (PIB) (R$2,72 trilhões) em 2024, com projeção de atingir 29,4% em 2025 (CEPEA/CNA, 2025). Além da relevância econômica, o setor é fundamental para a segurança alimentar global, sendo responsável pela alimentação de 800 milhões de pessoas, ou seja, aproximadamente 10% da população mundial (Contini, Aragão, 2021).

Contudo, a eficiência, sustentabilidade e competitividade do setor são comprometidas por desafios como perdas produtivas (Brasil, 2024), gargalos logísticos (CONAB, 2023), volatilidade de preços (Campos, 2007) e alta dependência de intermediários (Bezerra *et al.*, 2017). Adicionalmente, a limitada inclusão de pequenos e médios produtores (SENIOR, 2025), as dificuldades com rastreabilidade para atender a requisitos socioambientais (KPMG, 2023) e a subutilização de dados no planejamento estratégico e decisões (Yara, 2023).

Para mitigar esses desafios, este artigo propõe uma plataforma digital integrada com Inteligência Artificial (IA), capaz de gerar recomendações preditivas e prescritivas. A solução analisa dados ambientais, produtivos, mercadológicos e demográficos para otimizar toda a cadeia, do pré-plantio à comercialização. Ao democratizar o acesso a *insights* estratégicos, a plataforma busca ampliar a participação de pequenos e médios produtores, reduzir a dependência de intermediários e mitigar os impactos da volatilidade de preços. Dessa forma, a ferramenta promove o planejamento estratégico e a decisão orientada por dados, impulsionando a transição para um agro mais eficiente, sustentável e competitivo.

2 METODOLOGIA

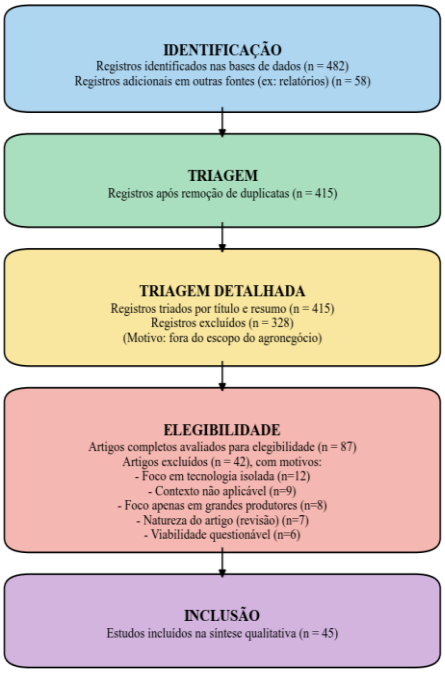
A pesquisa adota caráter exploratório-descritivo e se alinha à metodologia de DSR, que visa resolver problemas práticos por meio da concepção e avaliação de artefatos tecnológicos. Neste estudo, o artefato proposto é a arquitetura conceitual de uma plataforma digital integrada com IA. A fundamentação teórica para o design do

artefato provém de uma revisão sistemática da literatura, planejada de acordo com as diretrizes PRISMA 2020 (Page *et al*., 2021).

A busca pelos estudos foi realizada em bases científicas internacionais (Scopus, Web of Science, SciELO e ScienceDirect), sendo complementada por relatórios de organizações como a FAO (2011, 2023) e a CONAB (2022, 2023), além de análises de mercado (KPMG, 2023) e literatura cinzenta (*white papers*, normas técnicas) para ampliar a cobertura e reduzir vieses de publicação. Para a realização da pesquisa, utilizaram-se descritores em português, inglês e espanhol relacionados à agricultura digital, perdas e desperdício de alimentos, custos de transação, logística agrícola, rastreabilidade, IA, *Machine Learning* (ML), *Deep Learning* (DL), *Blockchain* e *IoT*.

O processo de seleção dos estudos seguiu um protocolo estruturado. Foram incluídos trabalhos que abordam a aplicação de tecnologias digitais e de IA na agricultura, publicados entre 2005 e 2025. Excluíram-se estudos sem relação direta com o tema, duplicados, de baixa qualidade metodológica ou que tratassem de tecnologias obsoletas. A triagem foi realizada em duas etapas (título/resumo e leitura integral), a Figura 1 apresenta o Fluxograma PRISMA do processo de revisão da literatura da pesquisa realizada.

Figura 1 – Fluxograma PRISMA do processo de revisão da literatura



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Os estudos selecionados foram organizados em planilhas eletrônicas para a fase de síntese, contemplando autoria, ano, tecnologias, modelos, métricas e limitações. A análise dos dados combinou *gap analysis* com a comparação crítica de soluções comerciais já existentes, permitindo mapear as lacunas que justificam a arquitetura proposta. A qualidade dos estudos incluídos foi examinada segundo a robustez metodológica, a validade dos dados e as métricas reportadas.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo organiza-se em quatro blocos: (i) relevância estratégica e gargalos do agro brasileiro; (ii) IA no agro e tecnologias emergentes; (iii) aplicações relacionadas e análise crítica da lacuna de integração que justifica a proposta da plataforma.

3.1 RELEVÂNCIA ESTRATÉGICA E DESAFIOS DO AGRO BRASILEIRO

O agro brasileiro desempenha papel central na economia nacional e na segurança alimentar global, representando 23,5% do PIB em 2024, com projeção de 29,4% para 2025 (CEPEA/CNA, 2025), e contribuindo para alimentar cerca de 800 milhões de pessoas (Contini; Aragão, 2021). Apesar de sua importância, o setor enfrenta desafios estruturais relevantes.

As perdas e desperdícios atingem aproximadamente um terço da produção mundial de alimentos (FAO, 2011). Esse impacto é significativo nas etapas de pós-colheita, transporte e armazenamento, um desafio também documentado no Brasil, especialmente na cadeia de grãos (CONAB, 2022). Somam-se a isso as ineficiências logísticas que elevam os custos operacionais (CONAB, 2023) e a volatilidade de preços e cotações de *commodities* que compromete a previsibilidade de receita.

Ademais, a dependência de intermediários eleva os custos de transação (Bezerra *et al.*, 2017), e a limitada inclusão de pequenos e médios produtores restringe o acesso a cadeias de maior valor agregado (SENIOR, 2025). Por fim, as dificuldades em atender às exigências de rastreabilidade e práticas socioambientais dificultam a inserção em mercados internacionais (KPMG, 2023). Tais desafios evidenciam a necessidade de soluções integradas que combinem capacidades preditivas,

prescritivas e de governança, o que demanda uma infraestrutura tecnológica robusta e escalável.

3.2 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO AGRO E TECNOLOGIAS EMERGENTES

A literatura aponta para o potencial transformador de diversas tecnologias no agro (Liakos *et al.*, 2018). Modelos de IA e *deep learning* (DL), como CNN-RNN, permitem a previsão de rendimento (Khaki *et al.*, 2020), e arquiteturas como ConvLSTM são usadas para a análise temporal de produtividade (Bounoua *et al.*, 2024). Sensores *IoT*, estações meteorológicas, imagens de satélite e UAVs fornecem um fluxo contínuo de dados para monitoramento em tempo real, ampliando a precisão das decisões (Liakos *et al.*, 2018), sendo insumos essenciais para modelos preditivos (Khaki *et al.*, 2020).

Para garantir a confiabilidade e a transparência, práticas de MLOps asseguram a reprodutibilidade dos modelos, enquanto o *blockchain* oferece uma solução robusta para rastreabilidade e conformidade com requisitos regulatórios (KPMG, 2023). Complementarmente, técnicas de Inteligência Artificial Explicável (XAI), como SHAP (Lundberg; Lee, 2017) e LIME (Ribeiro *et al.*, 2016), promovem a interpretabilidade dos modelos, fator crucial para aumentar a adoção das recomendações por produtores e técnicos. Apesar do vasto potencial, a escalabilidade dessas tecnologias ainda é condicionada por fatores como os custos de sensores, a conectividade limitada e a heterogeneidade dos dados (Liakos *et al.*, 2018).

4 APLICAÇÕES RELACIONADAS

Soluções comerciais consolidadas já validam a utilidade dessas tecnologias, porém, frequentemente operam de forma isolada:

- Solinftec (ALICE AI) - Integra monitoramento, agronomia e logística, mas atua principalmente na gestão de campo, com menor integração à comercialização (SOLINFTEC, 2025).
- Agrosmart (Nexus/Booster) - Foca em inteligência climática e sustentabilidade, atuando menos sobre a otimização da logística integrada (AGROSMART, 2025).

- Ucrop.it - Oferece rastreabilidade via *blockchain*, mas sua eficácia depende da integração com dados de campo e processos logísticos externos (UCROP.IT, 2025).

A análise crítica evidencia que, embora as soluções existentes validem as tecnologias, a operação de forma isolada aumenta os custos e limita a tomada de decisões estratégicas sistêmicas. A principal lacuna identificada é arquitetural e institucional: não faltam algoritmos ou sensores, mas sim interoperabilidade, governança de dados — em conformidade com a LGPD (BRASIL, 2018) — e modelos de negócio inclusivos para pequenos e médios produtores.

Para preencher essa lacuna, a plataforma proposta neste estudo foi concebida para integrar, em uma única arquitetura: 1) ingestão de dados heterogêneos; 2) módulos preditivos e prescritivos; 3) otimização logística; 4) registro de rastreabilidade; e 5) uma camada de XAI e governança. Essa abordagem é respaldada pela literatura, que valida o uso de modelos de *machine learning* (ML) no campo (Liakos *et al.*, 2018) e a necessidade de rastreabilidade (KPMG, 2023), sendo tecnicamente viável por meio de infraestruturas de computação em nuvem escaláveis (AWS, 2024).

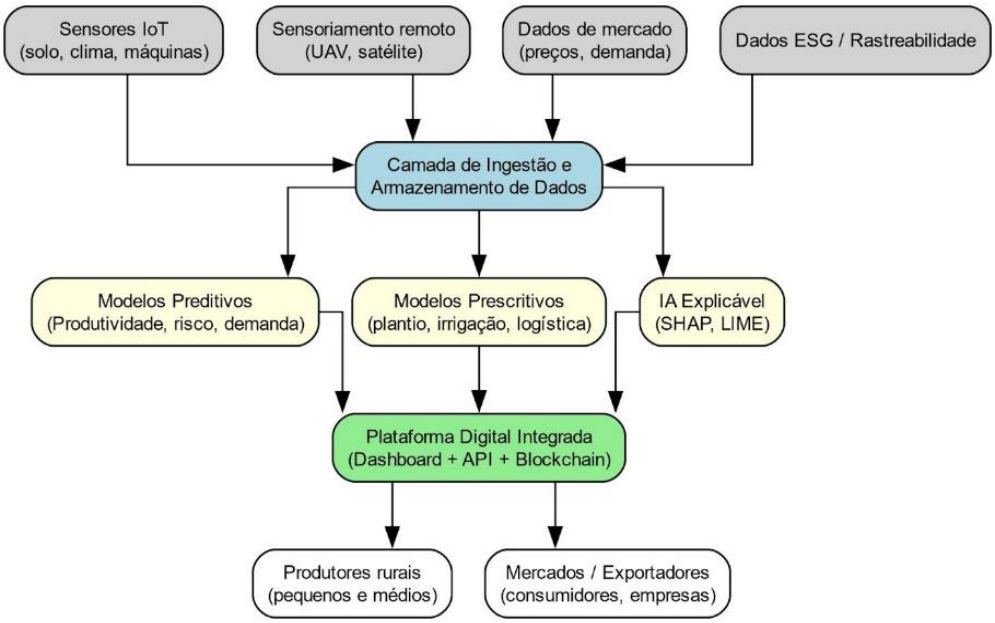
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O principal resultado desta pesquisa consiste na elaboração de um protótipo arquitetural de uma plataforma digital integrada. Concebida para apoiar o planejamento estratégico, tomada de decisões e otimizar a cadeia de valor no agro, a proposta foi delineada a partir das lacunas mapeadas na literatura, visando maior interoperabilidade, transparência e capacidade preditiva.

5.1 A ARQUITETURA DA PLATAFORMA INTEGRADA

A arquitetura proposta organiza-se em três camadas funcionais interdependentes: (i) Camada de Entrada (ingestão de dados); (ii) Núcleo de Processamento (inteligência e análise); e (iii) Camada de Saída (interface e decisão). A Figura 2 ilustra o fluxo de dados entre esses componentes.

Figura 2 – Diagrama da Arquitetura Conceitual da Plataforma



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

5.1.1 Camada de Entrada: Ingestão de Dados Heterogêneos

A camada de entrada é projetada para coletar e harmonizar dados de múltiplas fontes. Isso inclui dados de sensores *IoT* e sensoriamento remoto (UAVs e satélites), tecnologias apontadas pela literatura como essenciais para monitorar variáveis de solo, clima e saúde da lavoura (Liakos *et al.*, 2018). Adicionalmente, são integrados dados de mercado (preços e demanda) e dados de rastreabilidade, fundamentais para a conformidade com requisitos ESG (KPMG, 2023). A infraestrutura em nuvem, utilizando serviços como da Amazon Web Services (AWS, 2024), garante a escalabilidade e o processamento eficiente desses dados.

5.1.2 Núcleo de Processamento: Inteligência e Análise

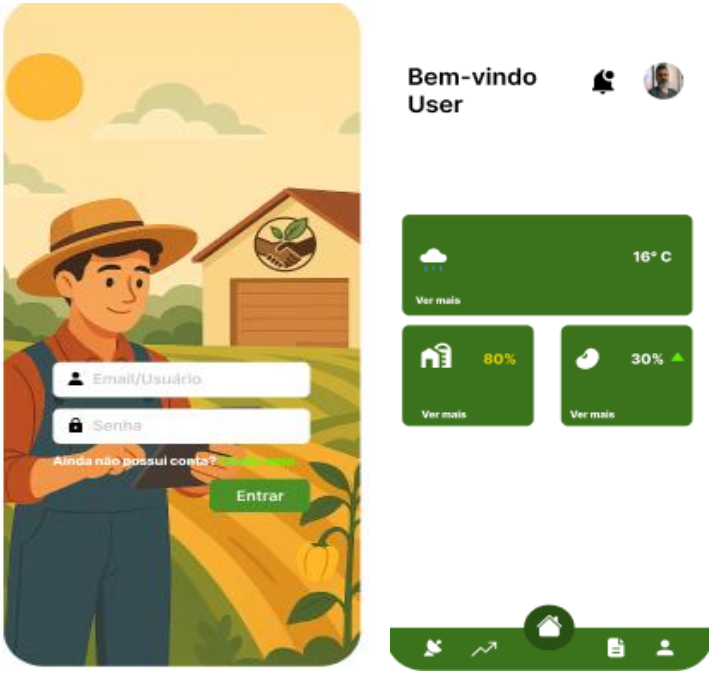
O núcleo da plataforma transforma os dados brutos em insights acionáveis por meio de três módulos principais:

- **Modelos Preditivos:** Utilizando arquiteturas de *deep learning* (DL) como CNN-LSTM, validadas para previsão de produtividade e análise temporal (Bounoua *et al.*, 2024), a plataforma estima o rendimento da safra, riscos climáticos e a demanda de mercado.
- **Modelos Prescritivos:** Com base nas previsões, algoritmos de otimização geram recomendações para o planejamento do plantio, manejo da irrigação e rotas logísticas.
- **Inteligência Artificial Explicável (XAI):** Para garantir a confiança e a adoção pelo produtor, são incorporadas técnicas como SHAP (Lundberg; Lee, 2017) e LIME (Ribeiro *et al.*, 2016), que tornam as recomendações da IA transparentes e interpretáveis.

5.1.3 Camada de Saída: Interface e Tomada de Decisão

A camada de saída apresenta os *insights* ao usuário final por meio de um aplicativo móvel intuitivo, cujas telas são ilustradas nas Figuras 3, 4 e 5. A plataforma também disponibiliza APIs para integração com sistemas de gestão existentes e um módulo de *blockchain* para consulta pública da rastreabilidade dos produtos, uma aplicação já explorada por soluções de mercado (UCROP.IT, 2025).

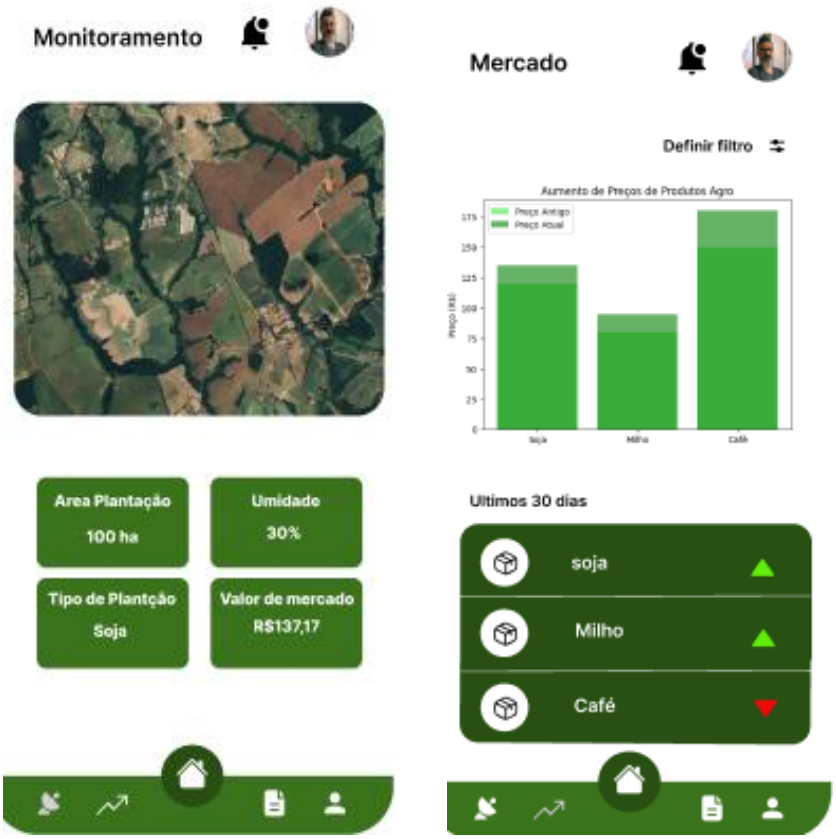
Figura 3 - Telas de Login e Home



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A tela inicial (Home) oferece ao produtor um *dashboard* com as principais informações do dia, como dados climáticos, status da umidade do solo e alertas de produtividade.

Figura 4 – Telas de Monitoramento e Mercado

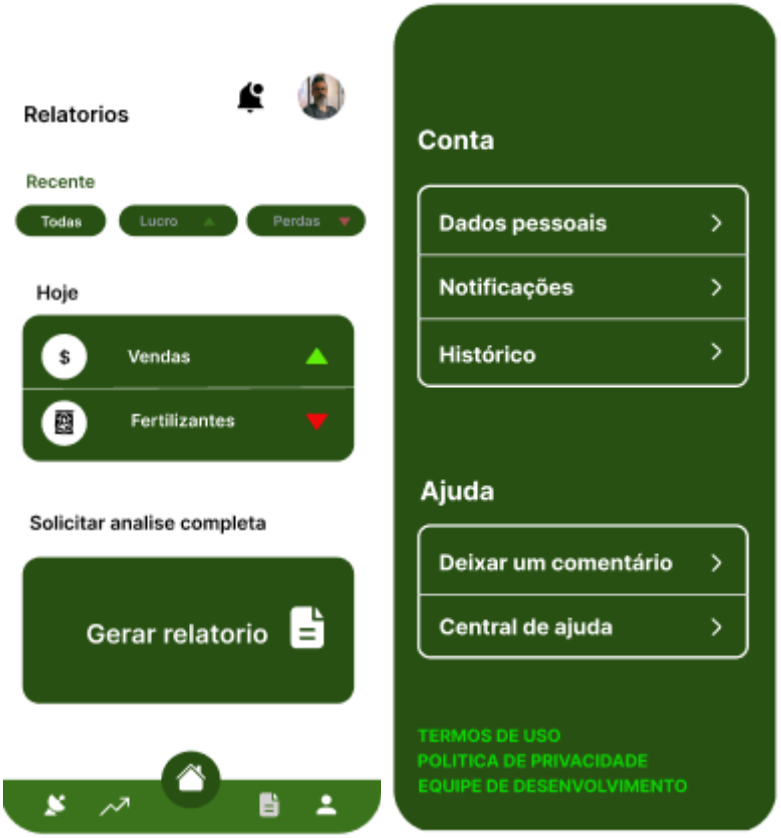


Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A seção de Monitoramento permite a visualização geoespacial da propriedade, enquanto a tela de Mercado exibe gráficos com a variação de preços e cotações das principais *commodities*, auxiliando na decisão de venda.

O usuário pode gerar relatórios personalizados de vendas e insumos, além de gerenciar suas configurações de conta e notificações.

Figura 5 – Telas de Relatórios e Perfil do Usuário



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A arquitetura proposta avança em relação às soluções de mercado existentes ao focar na integração sistêmica. Enquanto plataformas como a ALICE AI da Solinftec (SOLINFTEC, 2025) otimizam a gestão interna da fazenda, nossa proposta avança ao integrar um módulo prescritivo de comercialização baseado em dados de mercado em tempo real. Similarmente, soluções como a da Agrosmart (AgroSmart, 2025) e da Ucrop.it (UCROP.IT, 2025) focam, respectivamente, em inteligência climática e rastreabilidade, mas operam como especializadas. O diferencial deste trabalho reside na orquestração sinérgica dessas frentes em uma única plataforma interoperável.

Apesar da viabilidade técnica, a implementação enfrenta desafios significativos. A necessidade de letramento digital dos produtores é um fator crítico, assim como os custos de sensores, a conectividade limitada e a heterogeneidade dos dados, que persistem como barreiras à escalabilidade (Liakos *et al.*, 2018). A governança dos dados compartilhados entre os atores da cadeia também emerge como um desafio complexo, exigindo modelos de confiança e conformidade com a legislação de proteção de dados (Brasil, 2018).

Portanto, o caráter inovador da plataforma não está no uso isolado de IA ou *blockchain*, mas em sua arquitetura unificada, que transforma dados fragmentados em inteligência estratégica para toda a cadeia de valor, promovendo uma tomada de decisão mais eficiente, sustentável e baseada em dados.

É importante reconhecer as limitações desta pesquisa. Primeiramente, o estudo apresenta um protótipo arquitetural e conceitual. Embora fundamentado em uma robusta revisão da literatura, a validação empírica com dados reais em um projeto piloto ainda é um trabalho futuro. Em segundo lugar, a análise de viabilidade econômica (custos de implementação vs. ROI para o produtor) não foi o foco deste trabalho, mas representa uma dimensão crucial a ser explorada em estudos subsequentes para garantir a sustentabilidade e atratividade da solução.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo cumpriu seu objetivo ao demonstrar a viabilidade técnica e a relevância estratégica de uma plataforma digital integrada com IA para o agro brasileiro. A arquitetura proposta, fundamentada em três camadas interdependentes (entrada, processamento e saída), foi projetada para mitigar diretamente os desafios do setor, como perdas pós-colheita, ineficiências logísticas e a subutilização de dados no planejamento estratégico e tomada de decisões.

A contribuição central desta pesquisa reside na concepção de uma solução holística, que integra modelos preditivos e prescritivos com rastreabilidade via *blockchain* e ferramentas de Inteligência Artificial Explicável (XAI). Em contraste com a operação isolada de tecnologias existentes, essa abordagem sinérgica não apenas otimiza a cadeia de valor, mas também promove a inclusão de pequenos e médios produtores, democratizando o acesso a mercados de maior valor agregado. Ao mitigar a dependência de intermediários e aumentar a transparência, a plataforma tem o potencial de elevar a margem de lucro dos produtores e fortalecer a conformidade com requisitos socioambientais e de governança (ESG), cada vez mais exigidos em mercados globais (KPMG, 2023).

Conclui-se, portanto, que a superação dos desafios atuais do agro demanda mais do que a aplicação pontual de tecnologia. A interoperabilidade entre sistemas, a governança de dados e a criação de modelos de negócio inclusivos são pilares para a efetiva transformação digital do setor. A plataforma aqui concebida consolida-se

como uma ferramenta estratégica para impulsionar um agro mais eficiente, sustentável e competitivo. Como próximos passos, recomenda-se a validação empírica da arquitetura por meio de um projeto piloto e a análise aprofundada de sua viabilidade econômica, abrindo caminhos para futuras pesquisas e para a implementação prática da solução.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROSMART. **Nexus / Booster**. [S. l.], 2025. Disponível em: https://agrosmart.com.br/. Acesso em: 23 set. 2025.

AMAZON WEB SERVICES (AWS). **Amazon Web Services: Whitepaper de Arquitetura na Nuvem**. Seattle: AWS, 2024. Disponível em: https://docs.aws.amazon.com/pt_br/whitepapers/latest/aws-overview/aws-overview.pdf. Acesso em: 24 set. 2025.

BEZERRA, Gleicy Jardi et al. **Custos de transação no agronegócio: uma revisão sistemática das publicações internacionais.** Revista Espacios, v. 38, n. 38, 2017. Disponível em: https://www.revistaespacios.com/a17v38n38/a17v38n38p16.pdf. Acesso em: 15 set. 2025.

BOUNOUA, I. et al. **Deep Learning Approaches for Water Stress Forecasting in Arboriculture Using Time Series of Remote Sensing Images: Comparative Study between ConvLSTM and CNN-LSTM Models**. Technologies, v. 12, n. 6, p. 77, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.3390/technologies12060077. Acesso em: 23 set. 2025.

BRASIL. Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. **Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD)**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 15 ago. 2018. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm. Acesso em: 23 set. 2025.

CAMPOS, Kilmer Coelho**. Análise da volatilidade de preços de produtos agropecuários no Brasil.** Revista de Economia e Agronegócio, v. 5, n. 3, p. 1-24, 2007. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/4347/1/2007_art_kccampos.pdf. Acesso em: 15 set. 2025.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA; CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL (CEPEA/CNA). **PIB do agronegócio brasileiro.** São Paulo: CEPEA/CNA, 2025. Disponível em: https://www.cepea.org.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx. Acesso em: 10 set. 2025.

CNN Brasil, **Brasil descarta 30% dos alimentos produzidos.** Disponível em: https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/brasil-descarta-30-dos-alimentos-produzidos-diz-onu/. Acesso em: 16 set. 2025.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **A perda de grãos no Brasil e no mundo: dimensão, representatividade e diagnóstico**. Brasília, DF: CONAB, 2022. (Compêndio de Estudos Conab, v. 31). Disponível em: https://www.gov.br/conab/pt-br/acesso-a-informacao/institucional/publicacoes/compendio-de-estudos-da-conab/compendio-v31-perda-de-graos.pdf. Acesso em: 23 set. 2025.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Boletim Logístico 2023**. Brasília, DF: CONAB, 2023. Disponível em: https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/logistica/boletim-logistico/12-boletim-logistico-dezembro-2023.pdf/view. Acesso em: 23 set. 2025.

CONTINI, E.; ARAGÃO, A**. O agro brasileiro alimenta 800 milhões de pessoas.** Embrapa, 2021. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/59784047/o-agro-brasileiro-alimenta-800-milhoes-de-pessoas-diz-estudo-da-embrapa. Acesso em: 15 set. 2025.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Global food losses and food waste: Extent, causes and prevention**. Rome: FAO, 2011. Disponível em: https://www.fao.org/3/mb060e/mb060e00.pdf. Acesso em: 23 set. 2025.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Reducing food loss and waste through digital platforms**. Rome: FAO, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.4060/cc7562en. Acesso em: 24 set. 2025.

KHAKI, S.; WANG, L.; ARCHONTOULIS, S. V. **A CNN-RNN Framework for Crop Yield Prediction.** Frontiers in Plant Science, v. 10, art. 1750, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01750. Acesso em: 23 set. 2025.

KPMG. **Rastreabilidade para o agronegócio: Environmental, Social & Governance**. [S. l.]: KPMG, 2023. Disponível em: https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/br/pdf/2023/8/KPMG-ESG-Rastreabilidade-para-o-Agronegocio.pdf. Acesso em: 15 set. 2025.

LIAKOS, K. G. et al. **Machine Learning in Agriculture: a review**. Sensors, v. 18, n. 8, p. 2674, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.3390/s18082674. Acesso em: 23 set. 2025.

LUNDBERG, Scott M.; LEE, Su-In. **A Unified Approach to Interpreting Model Predictions.** *In*: ADVANCES IN NEURAL INFORMATION PROCESSING SYSTEMS, 30., 2017, Long Beach. Proceedings [...]. Red Hook: Curran Associates, Inc., 2017. p. 4765-4774. Disponível em: https://arxiv.org/abs/1705.07874. Acesso em: 23 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: 23 set. 2025.

RIBEIRO, Marco Tulio; SINGH, Sameer; GUESTRIN, Carlos. **"Why Should I Trust You?": Explaining the Predictions of Any Classifier**. *In*: ACM SIGKDD INTERNATIONAL CONFERENCE ON KNOWLEDGE DISCOVERY AND DATA

MINING, 22., 2016, São Francisco. Proceedings [...]. New York: ACM, 2016. p. 1135-1144. Disponível em: https://arxiv.org/abs/1602.04938. Acesso em: 23 set. 2025.

SENIOR. **Cooperativas agrícolas: fortalecendo o agronegócio**. [S. l.], 2025. Disponível em: https://www.senior.com.br/blog/cooperativas-agricolas. Acesso em: 15 set. 2025.

SOLINFTEC. **ALICE AI Platform**. [S. l.], 2025. Disponível em: https://www.solinftec.com/en-us/alice-ai-platform/. Acesso em: 23 set. 2025.

UCROP.IT. **A new way to trace crops story**. [S. l.], 2025. Disponível em: https://ucrop.it/. Acesso em: 23 set. 2025.

YARA BRASIL. **Planejamento estratégico no agronegócio: como fazer?** [S. l.], 2023. Disponível em: https://www.yarabrasil.com.br/conteudo-agronomico/blog/planejamento-estrategico-no-agronegocio-como-fazer/. Acesso em: 15 set. 2025.

APOIO À DEFICIÊNCIA VISUAL: INTEGRAÇÃO DE BENGALA ADAPTADA COM SISTEMA EMBARCADO E APLICAÇÃO MÓVEL
SUPPORT FOR VISUAL IMPAIRMENT: INTEGRATION OF AN ADAPTED CANE WITH EMBEDDED SYSTEM AND MOBILE APPLICATION

Simon Tumanov[1]
Patrícia Regina Picconi[2]
Joao Vitor Martins Alapone[3]
Lucas Mendes da Silva Del Duque[4]
Silvia Roberta de Jesus Garcia[5]

RESUMO: O presente trabalho desenvolve e avalia um sistema embarcado integrado a uma bengala inteligente para pessoas portadoras de deficiência visual, baseado na leitura de *tags RFID* de 13,56 MHz distribuídas em ambientes mapeados. A solução utiliza a placa NodeMCU-32S ESP32 para leitura das *tags* e transmissão via Bluetooth para um aplicativo móvel, que interpreta os dados e emite mensagens sonoras ao usuário. A metodologia abrangeu pesquisa bibliográfica, adaptação física da bengala para alojar os componentes eletrônicos, configuração do sistema *RFID*, desenvolvimento do aplicativo em *React Native* e testes práticos em ambiente controlado. Foram analisados parâmetros como precisão da leitura, estabilidade da comunicação, autonomia da bateria e usabilidade durante o deslocamento. Os resultados indicam que o protótipo é viável, de baixo custo, portátil e facilmente replicável, funcionando de forma independente da internet ou a infraestruturas externas. A solução complementa tecnologias assistivas já existentes, como mapas táteis e aplicativos de navegação por GPS, oferecendo maior precisão para orientação em ambientes internos. Conclui-se que a bengala inteligente com *RFID* contribui para a autonomia e segurança dos usuários, apresentando potencial para aplicação em espaços públicos e privados, além de possibilitar expansões futuras em acessibilidade.
Palavras-chave: Acessibilidade; Autonomia; Componentes; Infraestrutura.

ABSTRACT: This work develops and evaluates an embedded system integrated into a smart cane for visually impaired individuals, based on the reading of 13.56 MHz RFID tags distributed in mapped environments. The solution uses a NodeMCU-32S ESP32 board to read the tags and transmit them via Bluetooth to a mobile application, which interprets the data and emits audio messages to the user. The methodology included bibliographic research, physical adaptation of the cane to house the electronic components, configuration of the RFID system, development of the application in React Native, and practical testing in a controlled environment. Parameters such as reading accuracy, communication stability, battery life, and usability during movement were analyzed. The results indicate that the prototype is viable, low-cost, portable, and easily replicable, operating independently of the internet or external infrastructure. The solution complements existing assistive technologies, such as tactile maps and GPS navigation applications, offering greater precision for indoor orientation. It is concluded that the smart cane with RFID contributes to the autonomy and safety of users, presenting potential for application in public and private spaces, in addition to enabling future expansions in accessibility.

Análise e Desenvolvimento de Sistemas - Fatec Itapetininga - semen.tumanov@fatec.sp.gov.br [1]
Análise e Desenvolvimento de Sistemas - Fatec Itapetininga - patricia.picconi@fatec.sp.gov.br [2]
Análise e Desenvolvimento de Sistemas - Fatec Itapetininga – joao.alapone@fatec.sp.gov.br [3]
Análise e Desenvolvimento de Sistemas - Fatec Itapetininga – lucas.duque@fatec.sp.gov.br[4]
Profª. Orientadora Mestre - Fatec Itapetininga - silvia.garcia01@ fatec.sp.gov.br [5]

Keywords: Accessibility; Autonomy; Components; Infrastructure.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, existem mais de 6,5 milhões de pessoas no Brasil com algum tipo de deficiência visual, sendo aproximadamente 500 mil cegas e 6 milhões com baixa visão (IBGE, 2010).

O Censo Demográfico reforça que esse grupo enfrenta limitações que vão além da condição física, abrangendo barreiras sociais e tecnológicas, o que evidencia a necessidade de políticas públicas voltadas à inclusão (Secretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência, 2012).

O Brasil é reconhecido como um dos países que buscam constantemente avançar na promoção da acessibilidade, investindo em medidas para ampliar a autonomia das pessoas com deficiência visual. Entre essas iniciativas estão o desenvolvimento de pisos táteis e faixas de alta visibilidade, recursos que contribuem para a mobilidade urbana (Fundação Catarinense de Educação Especial, 2021).

Assim, as pesquisas voltadas ao desenvolvimento de uma bengala inteligente têm se destacado, direcionando-se para a resolução desses desafios, com ênfase na navegação em edificações e em espaços públicos previamente mapeados.

A solução proposta neste artigo consiste no mapeamento dos espaços por meio da utilização de faixas magnéticas e de uma rede de *tags RFID* de 13,56 MHz. Diferentemente de outros projetos voltados à melhoria da acessibilidade, que priorizam a detecção de obstáculos por meio de processos físicos (como o uso de ondas sonoras ou eletromagnéticas), ainda são limitados os desenvolvimentos direcionados ao fornecimento de informações sobre a localização das pessoas em tempo real. Atualmente, essa área conta com soluções sob a forma de mapas táteis e aplicativos móveis de navegação, entretanto, ambas demandam, respectivamente, memorização ou análise constante do ambiente. Embora a memorização seja uma habilidade essencial para pessoas com deficiência visual, a interação contínua com o espaço pode se mostrar desafiadora. A proposta central da solução da bengala inteligente é combinar a eficiência dos mapas táteis com um meio de interação acessível com os arredores, adequado às necessidades de pessoas cegas ou com deficiência visual.

Os principais benefícios deste projeto residem na relativa simplicidade de implementação e na robustez da solução técnica. A maioria dos desenvolvimentos atualmente disponíveis no mercado apresenta uma concepção de sistemas complexos, que demandam elevados recursos, envolvem processos físicos sofisticados ou dependem de fontes externas, como o uso de APIs de inteligência artificial ou, ao menos, o acesso contínuo à internet. Em contrapartida, a solução de mapeamento baseada em *RFID* depende exclusivamente de sistemas embarcados, enquanto o aplicativo móvel atua basicamente como um dicionário. O aspecto mais relevante é que a solução proposta não exclui outras abordagens já existentes, mas pode complementá-las de maneira prática e acessível. O objetivo central deste artigo é investigar a viabilidade da solução, descrever possíveis formas de implementação do sistema e discutir o potencial de sua aplicação no mundo real.

2 METODOLOGIA

A pesquisa desenvolvida possui caráter bibliográfico, aplicado e exploratório, tendo como objetivo analisar a viabilidade e a possibilidade de desenvolvimento de um sistema embarcado integrado a uma bengala inteligente, em conjunto com um aplicativo móvel para auxílio a pessoas portadoras de deficiência visual.

O estudo foi conduzido entre janeiro e junho de 2025, no laboratório de eletrônica e informática FABLab da Fatec Itapetininga. Para a elaboração do protótipo, foram utilizados os seguintes materiais e ferramentas: bengala dobrável para deficientes visuais (*Supermedy*, cores branco, preto e vermelho, 1200 mm de comprimento); módulo PN532 NFC RFID V3 de comunicação por campo próximo; placa de desenvolvimento NodeMCU-32S ESP32; bateria recarregável de 3600 mAh (16 mm x 65 mm); quatro cabos de desenvolvimento; cabo USB tipo-C para USB tipo-A (1200 mm); tags RFID 13,56 MHz; além de caixas personalizadas, produzidas em impressão 3D, para fixação dos módulos na bengala (caixa para a bateria 18650, caixa para o leitor RFID e caixa para a ESP32). O procedimento metodológico seguiu as seguintes etapas:

1. Pesquisa bibliográfica inicial, abordando soluções já existentes de mobilidade assistida e tecnologias embarcadas aplicadas à acessibilidade, com ênfase em dispositivos *RFID* de longo alcance e microcontroladores.

2. Preparação da bengala base, realizando a adaptação do corpo da bengala *Supermedy* para receber os módulos eletrônicos, assegurando a ergonomia e mantendo a funcionalidade original do equipamento de apoio, visando diminuir o impacto relacionado a usabilidade original da bengala.

3. Integração dos componentes eletrônicos, fixando a placa NodeMCU-32S ESP32, o módulo PN532 NFC *RFID* V3 e a bateria recarregável em caixas personalizadas produzidas em impressão 3D, projetadas especificamente para acomodação na bengala.

4. Configuração do sistema de leitura *RFID*, com a programação do ESP32 para identificar e processar os sinais das *tags* de 13,56 MHz, previamente posicionadas em pontos estratégicos do ambiente de teste.

5. Desenvolvimento do aplicativo móvel, responsável por interpretar os dados recebidos via comunicação sem fio e convertê-los em mensagens sonoras acessíveis ao usuário.

6. Mapeamento experimental do ambiente, utilizando as *tags RFID* em locais definidos (corredores, portas e áreas de circulação), possibilitando a análise da capacidade de localização e orientação do protótipo.

7. Testes de desempenho e validação, considerando critérios como tempo de resposta do sistema, alcance e estabilidade da comunicação *RFID*, durabilidade da bateria, clareza das instruções fornecidas pelo aplicativo e usabilidade do dispositivo durante o deslocamento.

Os resultados foram analisados com base em testes conduzidos em ambiente controlado, buscando verificar a adequação do protótipo aos requisitos de acessibilidade descritos na literatura e às condições reais de uso. Essa análise permitiu identificar os aspectos positivos e as limitações do sistema desenvolvido.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

A deficiência visual demanda recursos que promovam autonomia e inclusão, sendo a tecnologia assistiva essencial nesse processo ao oferecer ferramentas como pisos táteis, leitores de tela e dispositivos adaptados (IBGE, 2010). A seguir são apresentados os tópicos relevantes para a revisão da literatura sobre o tema. Nesse contexto, sistemas embarcados com Arduino destacam-se por sua flexibilidade e baixo custo, possibilitando a integração de sensores e atuadores para apoio à

mobilidade. Complementarmente, os dispositivos móveis funcionam como interfaces acessíveis e amplamente difundidas, permitindo interação intuitiva entre usuários e sistemas assistivos. Além disso, estudos e aplicações similares já desenvolvidas reforçam a relevância dessas abordagens, demonstrando seu potencial de impacto na acessibilidade e na qualidade de vida de pessoas com deficiência visual (Almeida et al., 2019).

3.1 DEFICIÊNCIA VISUAL E O PAPEL DA TECNOLOGIA ASSISTIVA

A deficiência visual é um fenômeno relativamente comum no mundo moderno. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, existem mais de 6,5 milhões de pessoas no Brasil com alguma forma de deficiência visual severa, sendo cerca de 500 mil classificadas como cegas (IBGE, 2010).

No Brasil, a deficiência visual é oficialmente reconhecida em três graus principais, de acordo com o Instituto Benjamin Constant (IBC). O primeiro é a baixa visão (ou visão subnormal), que pode ser parcialmente compensada por meio do uso de lupas, recursos ópticos, bengalas e treinamento especializado de orientação e mobilidade. Entre as condições associadas a esse grau estão miopia, estrabismo, astigmatismo, ambliopia e hipermetropia (IBC, 2017).

O segundo grau corresponde ao estágio próximo à cegueira, no qual a pessoa ainda consegue distinguir luzes e sombras, mas necessita recorrer a recursos como o sistema Braille, softwares leitores de tela, tecnologias de voz e bengalas para locomoção, além de treinamentos específicos de orientação (Almeida et al., 2019). Por fim, o grau de cegueira total caracteriza indivíduos sem qualquer percepção visual, cuja autonomia depende essencialmente de ferramentas assistivas como o Braille, bengalas e outros dispositivos de apoio.

Independentemente do grau, pessoas com deficiência visual enfrentam barreiras significativas que se manifestam em diferentes dimensões, como limitações no acesso digital, restrições de mobilidade e desafios relacionados à autonomia no cotidiano. O enfrentamento dessas barreiras tem sido foco de políticas públicas e inovações tecnológicas, destacando-se o uso de pisos táteis e semáforos sonoros como recursos que promovem maior segurança e orientação espacial (Silveira, 2023; Tecnologias Assistivas de Acessibilidade, 2025).

3.2 SISTEMAS EMBARCADOS COM ARDUINO PARA MOBILIDADE

Os sistemas embarcados têm se tornado cada vez mais presentes em dispositivos do cotidiano, impulsionados pela evolução tecnológica que permite a integração entre hardware e software dedicados a tarefas específicas. Tais sistemas destacam-se pelo baixo consumo energético e pela capacidade de operação em tempo real. O uso de plataformas como o Arduino em dispositivos de auxílio à mobilidade, como bengalas inteligentes, é relativamente recente, mas apresenta resultados promissores quanto à acessibilidade e ao suporte à locomoção de pessoas com deficiência visual (Silva, 2021).

Estudos indicam que bengalas equipadas com sistemas embarcados apresentam respostas rápidas em ambientes controlados, especialmente na detecção de objetos de médio e grande porte. Contudo, à medida que aumenta o número de sensores e módulos acoplados ao dispositivo, ele tende a consumir mais energia e se tornar mais pesado. Um exemplo relevante é o estudo de Almeida et al. (2019), intitulado "Construção de uma Bengala Eletrônica para Deficiente Visual", que utilizou sensores de obstáculos, motores vibratórios e microcontroladores, propondo uma solução de baixo custo e fácil replicação.

Entre os componentes empregados nesse tipo de tecnologia, destacam-se os sensores ultrassônicos, que utilizam ondas de alta frequência para detectar objetos e medir distâncias com precisão, mesmo em diferentes condições ambientais. Além disso, sensores infravermelhos são amplamente aplicados para identificar radiação térmica de objetos ou pessoas próximas, ampliando a percepção espacial do usuário (Costa, 2020).

Por fim, o uso de feedback tátil, por meio de sensores de vibração, permite ao usuário perceber obstáculos no ambiente através de padrões vibratórios, aumentando a segurança e a autonomia durante o deslocamento. Esse tipo de recurso contribui para uma experiência de uso mais intuitiva e eficiente.

3.3 DISPOSITIVOS MÓVEIS COMO INTERFACE

A comunicação de sistemas embarcados com dispositivos móveis pode ocorrer de diversas maneiras, incluindo Bluetooth, Wi-Fi e tecnologias de Internet das Coisas (IoT). A comunicação via Bluetooth é uma das mais simples e comuns, amplamente

utilizada devido à facilidade de configuração e programação. Ela utiliza uma interface serial entre os pinos de transmissão (TX) e recepção (RX) do microcontrolador. Ao enviar dados digitais por Bluetooth, o módulo converte a informação em sinais interpretáveis pelo microcontrolador, permitindo que a ação correspondente seja executada (Lima, 2020).

A comunicação via Wi-Fi utiliza protocolos baseados no padrão IEEE 802.11, possibilitando que o microcontrolador se conecte a redes locais e à internet. Nesse cenário, o módulo Wi-Fi atua como ponte entre o Arduino e a rede, permitindo transmissão e recepção de dados em tempo real, viabilizando aplicações mais complexas, como sistemas de automação e monitoramento remoto (Nascimento; Cichaczewski, 2024).

Dispositivos voltados para IoT permitem integrar o Arduino a plataformas em nuvem, servidores e aplicativos de monitoramento. Por meio de protocolos como MQTT e HTTP, o microcontrolador envia dados coletados por sensores para serviços online, permitindo acompanhamento remoto e análise em tempo real. Da mesma forma, é possível receber comandos de aplicativos ou dashboards, ampliando o alcance das aplicações e tornando o Arduino uma solução eficaz para automação residencial e cidades inteligentes (Júnior, 2023).

A utilização de aplicativos móveis como ferramenta de interação e acessibilidade também é relevante. Esses aplicativos podem fornecer feedback sonoro, tátil ou por voz, utilizando os recursos nativos dos smartphones, como conectividade, sensores internos e alta capacidade de processamento. A popularização desses dispositivos os tornou aliados na promoção da acessibilidade digital e da mobilidade assistida (Freitas; Lima; Santos, 2016).

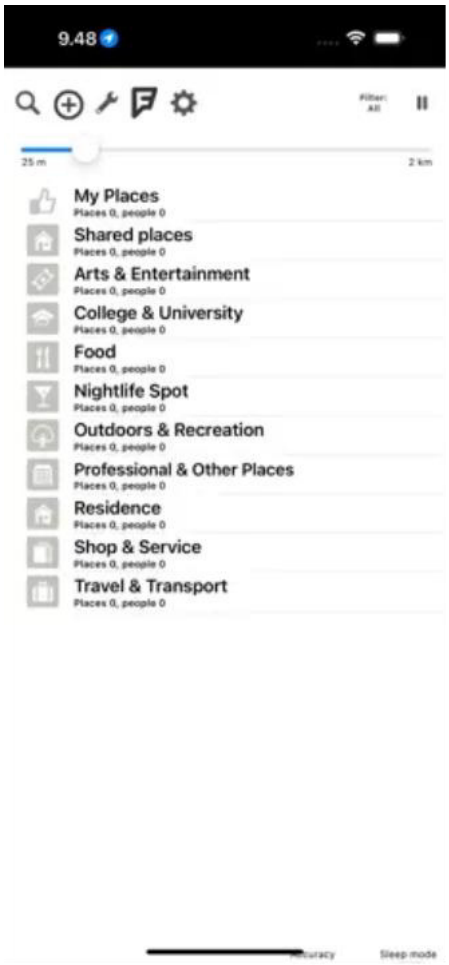
3.4 APLICAÇÕES RELACIONADAS

Nesta seção, apresentam-se três aplicações que possuem relação direta com o tema da pesquisa, destacando suas funcionalidades principais, limitações e possibilidades de integração com o sistema proposto de bengala inteligente com RFID.

3.4.1 BlindSquare

O *BlindSquare* é um dos aplicativos mais populares utilizados por pessoas com deficiência visual, sendo constantemente atualizado e disponível em 2025. Ele combina dados do *Foursquare* e do *OpenStreetMap* para fornecer descrições sonoras de pontos de interesse e rotas de navegação, permitindo ao usuário ter uma percepção mais clara do ambiente ao seu redor. A interface é projetada para ser simples e acessível, com comandos de voz que auxiliam a mobilidade em espaços externos. No entanto, o aplicativo apresenta limitações em ambientes internos, já que depende de GPS e serviços externos de localização, além de ser pago, o que pode restringir o acesso a parte dos usuários. Em comparação com o sistema proposto neste artigo, o *BlindSquare* poderia ser complementado pela tecnologia de RFID embarcada na bengala, que ofereceria orientação em locais fechados, proporcionando maior precisão e continuidade na navegação.

Figura 1 – Tela inicial do aplicativo BlindSquare

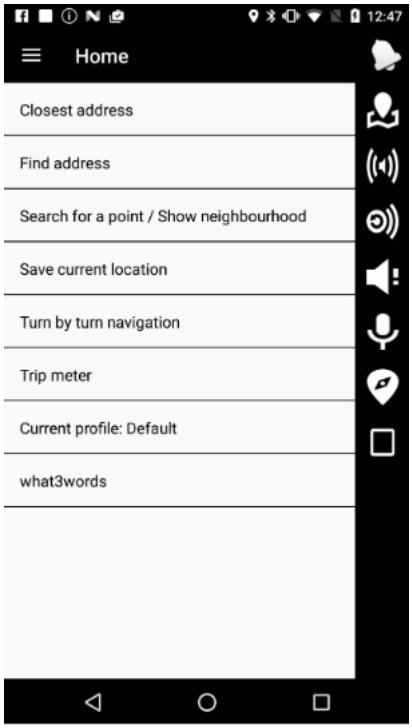


Fonte: BlindSquare (2025).

3.4.2 Seeing Assistant Move

O *Seeing Assistant Move* é outro aplicativo de navegação desenvolvido especificamente para pessoas com deficiência visual, disponível para Android e iOS, e que recebeu atualizações em 2025. Ele utiliza mapas do *OpenStreetMap* para fornecer instruções em tempo real por meio de comandos de voz, possibilitando ao usuário explorar o espaço de forma autônoma. O aplicativo também possui a possibilidade de integração com beacons Bluetooth, o que amplia sua utilização em ambientes internos. Apesar disso, sua eficácia depende da existência dessa infraestrutura previamente instalada, além da necessidade de conexão à internet para atualização dos mapas. Quando comparado ao sistema proposto, o *Seeing Assistant Move* poderia atuar de forma complementar, sendo responsável pela navegação em ambientes externos com GPS, enquanto a bengala equipada com *RFID* garantiria a orientação em interiores, promovendo uma transição fluida entre os dois contextos.

Figura 2 – Tela inicial do aplicativo Seeing Assistant Move

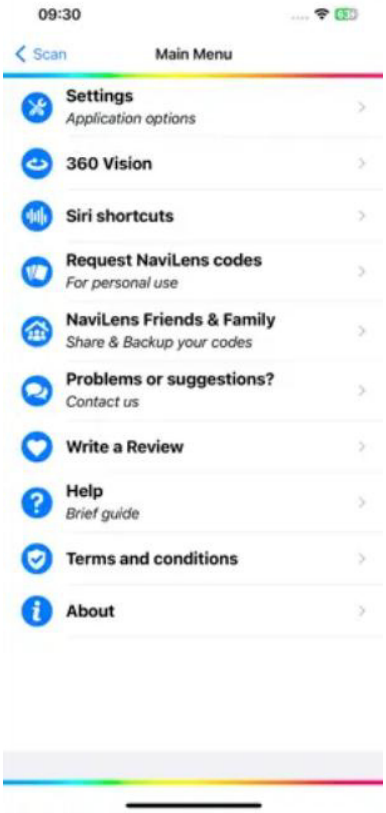


Fonte: Seeing Assistant Move (2025).

3.4.3 NaviLens

O *NaviLens* consiste em um sistema baseado em marcadores visuais de alta legibilidade que podem ser lidos pela câmera de um smartphone mesmo a longas distâncias e sem necessidade de foco direto. O aplicativo, disponível tanto para iOS quanto para Android, recebeu suas últimas atualizações entre 2024 e 2025 e já é utilizado em transportes públicos, museus e prédios públicos em diversos países. Sua proposta é fornecer informações rápidas e sonoras sobre o ambiente, permitindo ao usuário localizar entradas, identificar rotas ou compreender instruções de maneira acessível. Apesar de apresentar vantagens como leitura rápida e precisa, o *NaviLens* depende da instalação prévia dos marcadores físicos nos ambientes, além de necessitar de boa iluminação e visibilidade. Em relação ao sistema aqui proposto, o *NaviLens* apresenta uma abordagem semelhante à do *RFID*, já que ambos utilizam elementos físicos instalados no espaço para orientar o usuário. Uma possível integração entre as duas tecnologias poderia resultar em um sistema híbrido, no qual a bengala inteligente faria a leitura de *tags RFID* enquanto o smartphone, ou uma câmera dedicada instalado na bengala, identificaria os marcadores visuais, aumentando a redundância e a confiabilidade da navegação.

Figura 3 – Tela inicial do aplicativo NaviLens



Fonte: NAVILENS (2025).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA EMBARCADO

O sistema proposto é fundamentado em um dispositivo embarcado acoplado a uma bengala, ferramenta de mobilidade tradicionalmente utilizada por pessoas com deficiência visual há décadas. A bengala branca é reconhecida como instrumento essencial para promover autonomia e segurança na locomoção de pessoas cegas, sendo amplamente estudada como base para extensões tecnológicas (STRONG et al., 2009). Além disso, a área de desenvolvimento de tecnologias assistivas já conta com diversos avanços e protótipos que facilitam a pesquisa, a análise e a aplicação prática dessas soluções no mundo real.

Na escolha dos componentes e nas abordagens para a implementação, os principais critérios foram a facilidade de acesso, a disponibilidade dos componentes e a portabilidade do sistema. Atualmente, todos os arquivos e instruções necessários para a implementação deste projeto estão disponíveis no repositório GitHub, no formato "*open source*", permitindo que qualquer pessoa com acesso a uma impressora 3D e ao conjunto mínimo de componentes possa replicá-lo.

4.1.1 Arduino

Para a implementação deste projeto, é necessário um dispositivo capaz de realizar a leitura de *tags RFID* e transmitir os códigos dessas *tags* para um aplicativo, o qual irá interpretá-los. O dispositivo deve ser compacto, acessível e possuir uma saída com a voltagem necessária para alimentar a antena leitora. Uma placa de desenvolvimento que atende a essas características é a ESP32.

A ESP32 é uma família de placas de desenvolvimento que se destaca pela combinação de alto desempenho, baixo custo e uma ampla gama de funcionalidades oferecidas. Dentre os recursos que a tornam particularmente atraente para este projeto, destaca-se o módulo Bluetooth, que permite a conexão do dispositivo com smartphones de maneira rápida e simples. Para este projeto específico, optou-se pela placa NodeMCU-32S ESP32, devido à sua compatibilidade e robustez. Outro benefício significativo ao trabalhar com a ESP32 é a grande disponibilidade de

tutoriais e bibliotecas para ambientes de desenvolvimento populares, como VS Code e Arduino IDE.

O único outro módulo necessário para o funcionamento do protótipo é o módulo de leitura de *tags RFID*. Esse módulo, amplamente utilizado em projetos com Arduino, é facilmente acessível no mercado. Para este protótipo, foi escolhido o módulo PN532 NFC *RFID* V3, um módulo de comunicação de campo próximo (NFC) com a capacidade de ler e escrever *tags RFID*. O principal desafio desse módulo é o seu tamanho, que é uma limitação técnica necessária para garantir a eficiência da antena de leitura.

O sistema é alimentado por uma bateria recarregável de 3600 mAh, instalada em uma placa para facilitar a conexão com a ESP32.

4.1.2 Aplicativo móvel

A integração do sistema com o dispositivo móvel foi implementada com o objetivo de aprimorar a experiência do usuário, tornando-a mais acessível e intuitiva. A escolha de desenvolver uma solução na forma de aplicativo móvel foi motivada pela facilidade de desenvolvimento e pela eficiência na implementação, possibilitando uma interação direta e simplificada entre o usuário e o sistema.

A proposta do aplicativo móvel é bastante simples e objetiva: o usuário conecta o dispositivo à bengala por meio de uma conexão Bluetooth. Quando a antena da bengala detecta a presença de uma tag *RFID* no ambiente, o aplicativo recebe o código da tag e, em seguida, realiza uma busca por um arquivo de áudio correspondente, previamente armazenado no próprio aplicativo. Esse arquivo de áudio é automaticamente reproduzido após a detecção do sinal da tag.

O aplicativo desenvolvido apresenta uma interface inicial simplificada e funcional, composta por um único botão para a conexão com o dispositivo ESP32, além de um log que exibe os sinais recebidos, conforme ilustrado na Figura 4.

Figura 4 – Tela de aplicativo RFIDWalking cane

Fonte: Elaborado pelos Autores (2025).

A criação do aplicativo foi realizada utilizando *React Native* em conjunto com Expo, em razão da experiência prévia de um membro da equipe, que inicialmente participou do desenvolvimento do projeto.

4.1.3 Mapeamento de espaço

O mapeamento dos espaços será realizado, principalmente, por meio de *tags RFID* operando na frequência de 13,56 MHz. O padrão adotado neste projeto é o mesmo utilizado em cartões bancários, conforme a norma ISO/IEC 14443, que se mostrou eficiente para os propósitos da proposta. *Tags* que seguem esse padrão são amplamente disponíveis no mercado, de baixo custo e de fácil instalação. A maioria é comercializada no formato de adesivo (*sticker*), o que permite sua fixação direta no piso.

O alcance de leitura dessas *tags* varia de 0 a 10 cm, intervalo considerado suficiente para garantir uma leitura confiável por meio da antena instalada na extremidade inferior da bengala.

Cada *tag RFID* possui um identificador único (*ID*), atribuído aleatoriamente durante o processo de fabricação. A proposta de mapeamento baseia-se na associação de cada *ID* a um ponto específico do ambiente real, juntamente com uma descrição correspondente. Essas informações são interpretadas pelo aplicativo descrito anteriormente, permitindo que o usuário receba orientações auditivas sobre sua localização dentro de edifícios ou espaços públicos.

4.1.4 Bengala e as caixas

A estrutura física do projeto foi construída utilizando plástico, montado sobre uma bengala dobrável com comprimento de 1200 mm, destinada ao uso por pessoas com deficiência visual. Para a construção do protótipo, foram confeccionadas três caixas por meio de impressão 3D, cada uma com uma função específica: a primeira destinada ao alojamento da fonte de alimentação; a segunda para a placa ESP32; e a terceira para o módulo de leitura de campo próximo (*NFC/RFID*), que também atua como a ponta da bengala. O custo total para o desenvolvimento do protótipo proposto neste estudo foi de R$ 185,00. Em comparação, bengalas convencionais disponíveis no mercado apresentam valores médios que variam entre R$ 60,00 e R$ 100,00, a depender do modelo e das especificações. Dessa forma, a proposta evidencia viabilidade econômica e técnica, especialmente considerando as funcionalidades adicionais incorporadas ao protótipo.

Figura 5 – Protótipo de bengala

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo investigar a viabilidade de integração entre uma bengala adaptada, um sistema embarcado baseado na placa ESP32 e a tecnologia *RFID*, em conjunto com um aplicativo móvel desenvolvido em *React Native*, com o objetivo de auxiliar a mobilidade de pessoas com deficiência visual. A proposta partiu da necessidade de soluções de baixo orçamento, portáteis e independentes de infraestrutura externa, capazes de complementar tecnologias assistivas já consolidadas, como o GPS e os mapas táteis.

Os resultados obtidos nos testes em ambiente controlado demonstraram que o protótipo apresentou desempenho satisfatório em termos de precisão da leitura das *tags*, estabilidade da comunicação Bluetooth e autonomia energética, permitindo o uso contínuo durante o deslocamento. Além disso, a simplicidade da implementação e a possibilidade de replicação em caráter aberto reforçam o potencial de aplicabilidade em diferentes contextos, sejam eles públicos ou privados.

Do ponto de vista da acessibilidade, a bengala inteligente mostrou-se capaz de ampliar a autonomia e a segurança dos usuários, especialmente em ambientes internos, onde soluções baseadas em GPS apresentam limitações. A comparação com outras aplicações existentes evidenciou que a tecnologia proposta não substitui, mas complementa ferramentas já disponíveis, criando um ecossistema mais robusto de apoio à mobilidade assistida.

Apesar dos avanços, o estudo também revelou limitações que devem ser consideradas. Entre elas destacam-se o alcance reduzido de leitura das *tags*, a necessidade de infraestrutura mínima de instalação nos ambientes e a ausência de testes com usuários reais em situações cotidianas. Tais aspectos abrem espaço para o desenvolvimento de versões futuras que explorem sensores adicionais, integração com sistemas híbridos (como beacons ou visão computacional) e validações em cenários mais amplos.

Conclui-se, portanto, que a solução proposta representa uma alternativa viável e promissora para a promoção da inclusão e da acessibilidade, contribuindo para o fortalecimento da autonomia das pessoas com deficiência visual. O projeto abre caminho para novas pesquisas e aprimoramentos, reafirmando o papel das tecnologias assistivas como instrumentos fundamentais para a construção de uma sociedade mais inclusiva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Alexandre Renato et al. **Construção de uma bengala eletrônica para deficiente visual**. Interação – Revista de Ensino, Pesquisa e Extensão, Varginha, v. 18, n. 3, p. 135–153, 2019. Disponível em: https://periodicos.unis.edu.br/index.php/interacao/article/view/80. Acesso em: 17 set. 2025.

ALMEIDA, J. P. L. et al. **Acessibilidade para Deficientes Visuais em Ambientes Digitais**. Revista Brasileira de Inclusão, v. 1, n. 2, p. 55-68, 2019. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rdbci/a/jLQ8wxLjTpqMFJdshn6cwrH/?lang=pt. Acesso em: 24 set. 2025.

BLINDSQUARE. **BlindSquare** [aplicativo móvel]. Versão 5.66. Desenvolvedor: MIPsoft. Disponível em: https://apps.apple.com/pt/app/blindsquare/id500557255. Acesso em: 11 set. 2025.

BLOOMBERG. **Maps that you can hear and touch**. Bloomberg, 15 jan. 2015. Disponível em: https://www.bloomberg.com/news/articles/2015-01-15/maps-that-you-can-hear-and-touch. Acesso em: 17 set. 2025.

COSTA, V. L. **Guia de Sensores Ultrassônicos e Infravermelhos em Projetos de Robótica.** Mundo da Robótica, 2020. Disponível em: https://www.mundodaroboticabrasil.com.br/guia-de-sensores-ultrassonicos-e-infravermelhos-em-projetos-de-robotica/. Acesso em: 24 set. 2025.

FREITAS, Alice; LIMA, Atos; SANTOS, **Marcelo. Protótipo de bengala inteligente de baixo custo para o auxílio de deficientes visuais**. In: ANAIS dos Workshops do V Congresso Brasileiro de Informática na Educação, 2016, [s. l.]. Anais [...]. [s. l.]: SBC, 2016. p. 1344–1353. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/311684052_Prototipo_de_bengala_inteligente_de_baixo_custo_para_o_auilio_de_deficientes_visuais. Acesso em: 24 set. 2025.

FREITAS, L. M.; LIMA, S. C.; SANTOS, R. V. **Bengala inteligente de baixo custo utilizando microcontrolador e comunicação Bluetooth com smartphone.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA, 2016, Curitiba. **Anais** [...]. Curitiba: Sociedade Brasileira de Engenharia Elétrica, 2016. p. 1-8. Disponível em: https://www.sbee.org.br/anais/anais2016/anais2016.pdf. Acesso em: 24 set. 2025.

FUNDAÇÃO CATARINENSE DE EDUCAÇÃO ESPECIAL. **Dia Nacional da Pessoa com Deficiência Visual: barreiras atitudinais são uma das principais formas de discriminação**. Governo de Santa Catarina, 13 dez. 2021. Disponível em: https://www.fcee.sc.gov.br/sala-de-imprensa/noticias/9669-dia-nacional-da-pessoa-com-deficiencia-visual-barreiras-atitudinais-sao-uma-das-principais-formas-de-discriminacao. Acesso em: 17 set. 2025.

GEOGRAPHY REALM. **Building better maps for the visually impaired**. Geography Realm, [s.d.]. Disponível em: https://www.geographyrealm.com/building-better-maps-visually-impaired/. Acesso em: 17 set. 2025.

IBGE. **Censo Demográfico 2010: características gerais da população, religião e pessoas com deficiência**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/88022/cd_2010_pop_deficiencia.pdf. Acesso em: 24 set. 2025.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE aponta que mais de 6 milhões de pessoas têm deficiência visual no Brasil. **Universidade do Vale do Itajaí**, 18 fev. 2021. Disponível em: https://www.univali.br/noticias/Paginas/ibge-aponta-que-mais-de-6-milhoes-de-pessoas-tem-deficiencia-visual-no-brasil.aspx. Acesso em: 17 set. 2025.

IMEES – INSTITUTO MUNICIPAL MATONENSE DE ENSINO SUPERIOR. **Sistemas embarcados: fundamentos, aplicações e desafios tecnológicos**. Revista Matiz Online, Matonense, 2024. Disponível em: https://immes.edu.br/wp-content/uploads/2025/05/Artigo_MATIZ_2024_Sistemas_Embarcados.pdf. Acesso em: 17 set. 2025.

IOP SCIENCE. **Development of smart stick for visually impaired people**. Journal of Physics: Conference Series, v. 1569, n. 3, 2020. Disponível em: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1569/3/032088/meta. Acesso em: 17 set. 2025.

JÚNIOR, E. A. **Aplicações de IoT e Automação com Arduino**. Fórum de Tecnologia e Inovação, 2023. Disponível em: https://forum.arduino.cc/t/aplicacoes-de-iot-e-automacao-com-arduino/1199268. Acesso em: 24 set. 2025.

LIMA, R. L. **Comunicação Bluetooth com Arduino: Guia Prático para Iniciantes**. Blog Embarcados, 2020. Disponível em: https://www.embarcados.com.br/comunicacao-bluetooth-com-arduino-guia-pratico-para-iniciantes/. Acesso em: 24 set. 2025.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Censo do IBGE 2010: data reafirma os direitos das pessoas com deficiência visual.** Ministério da Educação, [s.d.]. Disponível em: https://portal.mec.gov.br/ultimas-noticias/202-264937351/58391data-reafirma-os-direitos-das-pessoas-com-deficiencia-visual. Acesso em: 17 set. 2025.

NASCIMENTO, Jaime Ferreira do; CICHACZEWSKI, Ederson. **/nternet das coisas (IoT) aplicada ao monitoramento do nível de água em reservatórios domésticos.** Caderno Progressus, [S.l.], [S.n.], 2024. Disponível em: https://www.cadernosuninter.com/index.php/progressus/article/view/1989. Acesso em: 29 out. 2025

NAVILENS. **NaviLens** [aplicativo móvel]. Versão 5.2.5. Desenvolvedor: Neosistec. Disponível em: https://www.navilens.com/. Acesso em: 11 set. 2025.

OMS – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **OMS alerta que 285 milhões de pessoas no mundo têm a visão prejudicada**. Ministério da Saúde, 28 fev. 2023. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2023/fevereiro/oms-

alerta-que-285-milhoes-de-pessoas-no-mundo-tem-a-visao-prejudicada. Acesso em: 17 set. 2025.

PARANÁ. Secretaria da Justiça, Família e Trabalho. **Deficiência visual**. Governo do Estado do Paraná, [s.d.]. Disponível em: https://www.desenvolvimentosocial.pr.gov.br/Pagina/Deficiencia-Visual. Acesso em: 17 set. 2025.

RIBEIRO, Daniel Lucas. **Sistema de detecção de obstáculos para pessoas com deficiência visual utilizando sensores ultrassônicos e vibração tátil**. 2022. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Elétrica) – Instituto Federal do Ceará, Fortaleza, 2022.
Disponível em: https://repositorio.ifce.edu.br/handle/123456789/11647. Acesso em

SECRETARIA NACIONAL DE PROMOÇÃO DOS DIREITOS DA PESSOA COM DEFICIÊNCIA – SNPD, SECRETARIA DE DIREITOS HUMANOS da Presidência da República. **Cartilha do Censo 2010: Pessoas com Deficiência. Brasília:** SDH/PR, 2012. Disponível em: https://siac.fpabramo.org.br/uploads/acaoinstitucional/SNPDPCD_censo_2012.pdf. Acesso em: 24 set. 2025.

SEEING ASSISTANT MOVE. **Seeing Assistant Move** [aplicativo móvel]. Versão 2.5.6. Desenvolvedor: Transition Technologies S.A. Disponível em: https://play.google.com/store/apps/details?id=pl.com.tt.seeingassistantmove. Acesso em: 11 set. 2025.

SILVEIRA, Carolina Stolf. **Utilização da sinalização tátil para incluir pessoas com deficiência visual: discussões sobre** a NBR 16.537. Oculum Ensaios, v. 20, e2023a5295, 2023. Disponível em: https://periodicos.puc-campinas.edu.br/oculum/article/view/5295. Acesso em: 20 out. 2025.

SIQUEIRA, Felipe Costa. **Saúde e acessibilidade: a realidade dos deficientes visuais no Brasil.** Proceedings Scienc**e**, [s.d.]. Disponível em: https://proceedings.science/cied/trabalhos/saude-e-acessibilidade-a-realidade-dos-deficientes-visuais-no-brasil?lang=pt-br. Acesso em: 17 set. 2025.

STRONG, G. G. et al. Evaluation of the long cane: **A mobility aid for the visually impaired. Journal of Visual Impairment & Blindness**, 2009. Disponível em: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6019536/. Acesso em: 24 set. 2025.

TECNOLOGIAS ASSISTIVAS DE ACESSIBILIDADE PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL. Revista Temporis[ação], v. 25, n. 1, p. 1–22, 2025.

VISSOSSI, Alessandra Aparecida. **Guia digital de tecnologia assistiva na área da deficiência visual: uma ferramenta para a prática docente nas salas de recursos [produto educacional]**. Brasília: Instituto Benjamin Constant, [s.d.]. Disponível em: https://www.gov.br/ibc/pt-br/educacao/educacao-superior/pos-graduacao-stricto-sensu/anexos-1/anexos/produto-educacional_guia-digital-de-tecnologia-assistiva-na-area-da-deficiencia-visual-uma-ferramenta-para-a-pratica-docente-nas-salas-de-recursos_alessandra-aparecida-vissossi.pdf. Acesso em: 17 set. 2025.

ZHANG, Lichao. RFID Walking Cane. **GitHub**, 2021. Disponível em: https://github.com/hashfall/RFIDWalkingCane. Acesso em: 17 set. 2025.

EXIMBANK DO BRASIL: PROPOSTA DE MODELO CONCEITUAL
BRAZILIAN EXIMBANK: CONCEPTUAL MODEL PROPOSAL

Cesar Augusto Padilha Caruso[1]
Gabriel Munhoz Oliveira[2]
Renan Matulovic de Godoy Melo[3]
Henrique Mitsuharu Demiya[4]
Silvia Roberta de Jesus Garcia [5]

RESUMO: Este artigo analisa a pertinência da criação do Banco Brasileiro de Exportação e Importação (BBEI) como instrumento estratégico para fortalecer a inserção do Brasil no comércio internacional. O estudo adota uma abordagem exploratória e comparativa, examinando modelos consolidados de Eximbanks nos Estados Unidos, China, Japão, Alemanha e Coreia do Sul. A pesquisa baseou-se em levantamento bibliográfico e documental, abrangendo o período de 2016 a 2025, marcado por transformações significativas no financiamento ao comércio exterior. A análise comparativa foi estruturada em quatro dimensões: instrumentos de financiamento, governança institucional, integração com políticas industriais e impacto socioeconômico. Os resultados evidenciam que, enquanto os Eximbanks internacionais atuam de forma integrada às estratégias nacionais de desenvolvimento, o Brasil apresenta lacunas estruturais em seus mecanismos atuais (BNDES-Exim e PROEX), que limitam a competitividade das empresas. Conclui-se que a criação do BBEI poderia ampliar o acesso a crédito competitivo, fortalecer a base exportadora e alinhar o país às melhores práticas internacionais.
Palavras-chave: Comércio exterior; Competitividade; Eximbank; Financiamento à exportação; Governança.

ABSTRACT: This article analyzes the relevance of creating the Brazilian Export-Import Bank (BBEI) as a strategic instrument to strengthen Brazil's participation in international trade. The study adopts an exploratory and comparative approach, examining consolidated models of Eximbanks in the United States, China, Japan, Germany, and South Korea. The research relied on bibliographic and documentary sources, covering the period from 2016 to 2025, a timeframe marked by significant transformations in trade finance. The comparative analysis was structured around four dimensions: financing instruments, institutional governance, integration with industrial policies, and socioeconomic impact. The findings reveal that, while international Eximbanks operate in close alignment with national development strategies, Brazil's current mechanisms (BNDES-Exim and PROEX) present structural limitations that reduce firms' competitiveness. The study concludes that establishing the BBEI could expand access to competitive credit, strengthen the export base, and align Brazil with international best practices.
Keywords: Competitiveness; Eximbank; Export financing; Foreign trade; Governance.

Comércio Exterior - Fatec Itapetininga - cesar.caruso@fatec.sp.gov.br[1]
Comércio Exterior - Fatec Itapetininga - gabriel.oliveira295@fatec.sp.gov.br [2]
Comércio Exterior - Fatec Itapetininga - renan.melo4@fatec.sp.gov.br [3]
Prof. Orientador Mestre - Fatec Itapetininga - henrique.demiya@fatec.sp.gov.br [4]
Profª. Coorientadora Mestre - Fatec Itapetininga - silvia.garcia01@fatec.sp.gov.br [5]

1 INTRODUÇÃO

No comércio internacional, os Bancos de Exportação e Importação (EXIM) têm papel essencial no crescimento econômico e na consolidação de parcerias globais. Como Agências de Crédito à Exportação (ECAs), são instituições financeiras que operam entre a política pública e o comércio exterior, com foco em impulsionar exportações e ampliar a competitividade nacional (Global Network of Export-Import Banks and Development Finance Institutions - GNEXID, 2021).

Esses bancos viabilizam o financiamento de empresas exportadoras por meio de empréstimos, linhas de crédito e garantias, ajudando a superar desafios como riscos de pagamento e flutuações cambiais. Também atuam na mitigação de riscos típicos do comércio internacional, como instabilidade política e inadimplência de compradores estrangeiros, por meio de seguros e garantias que fortalecem a segurança das operações e incentivam a expansão para novos mercados (Abracomex, 2023).

Além do apoio financeiro, os Bancos EXIM oferecem suporte informacional e promocional. Realizam pesquisas de mercado que orientam decisões estratégicas e promovem o comércio exterior por meio de feiras, exposições e eventos em parceria com associações e órgãos governamentais, conectando exportadores a compradores internacionais (EXIM, 2023).

No Brasil, os principais mecanismos de promoção à exportação são: PROEX-Financiamento, administrado pelo Banco do Brasil; BNDES-Exim; Adiantamento de Contrato de Câmbio (ACC); Adiantamento de Cambiais Entregues (ACE); Letras de Exportação; Pré-Pagamento; e *Forfaiting*. O Proex divide-se em Proex-Financiamento, voltado a créditos pós-embarque, e Proex-Equalização, que cobre o diferencial entre a taxa de juros interna e a praticada no comércio exterior. Já o BNDES-Exim opera em três linhas: pós-embarque, pré-embarque e pré-embarque especial. Esta última visa ampliar exportações, enquanto o pré-embarque se assemelha ao ACC, com prazos mais longos (BNDES, 2006).

Diante desse cenário, este artigo analisa modelos internacionais de Bancos de Exportação e Importação (*Eximbanks*) e discute a viabilidade de um arranjo institucional semelhante no Brasil, por meio da proposta conceitual de criação do Banco Brasileiro de Exportação e Importação (BBEI). Busca-se avaliar, com base em experiências consolidadas, como tal instituição poderia ampliar a competitividade das

empresas nacionais, superar lacunas dos mecanismos atuais e fortalecer a inserção do país no comércio internacional.

2 METODOLOGIA

Este estudo adota uma abordagem exploratória e comparativa para analisar a viabilidade de criação do Banco Brasileiro de Exportação e Importação (BBEI), ainda inexistente no país. Segundo Gil (2019), pesquisas exploratórias ajudam a compreender problemas pouco estudados e levantar hipóteses iniciais, enquanto a vertente comparativa, conforme Severino (2017), permite examinar semelhanças e diferenças entre modelos internacionais, identificando padrões, especificidades e potenciais de adaptação.

A investigação baseia-se na análise de experiências consolidadas de *Eximbanks* — EXIM (Estados Unidos), China Eximbank, JBIC (Japão), *KfW IPEX-Bank* (Alemanha) e KEXIM (Coreia do Sul) — com o objetivo de extrair lições aplicáveis ao contexto brasileiro. A escolha desses países considerou critérios como relevância no comércio internacional, maturidade institucional, diversidade geográfica e representatividade de estratégias de financiamento à exportação. Esses fatores reforçam a validade comparativa e permitem identificar boas práticas adaptáveis ao cenário nacional.

A coleta de dados envolveu levantamento bibliográfico (livros, artigos revisados por pares, relatórios técnicos e publicações oficiais) e pesquisa documental (relatórios anuais, balanços e documentos estratégicos dos *Eximbanks*), priorizando materiais publicados a partir de 2016.

O recorte temporal (2016–2025) foi definido com base em três marcos críticos: a fase de retomada econômica no Brasil, os impactos da pandemia de COVID-19 e o recente reposicionamento do país nas cadeias globais de valor. A análise comparativa foi estruturada em quatro categorias: (i) instrumentos de financiamento; (ii) governança institucional; (iii) integração com políticas industriais e de desenvolvimento; e (iv) impacto socioeconômico.

Essa abordagem permitiu identificar lacunas nos mecanismos brasileiros, estabelecer paralelos com modelos estrangeiros e propor diretrizes conceituais para o BBEI, assegurando coerência entre os objetivos do estudo e os procedimentos analíticos adotados.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 CONCEITO E FINALIDADE DOS *EXIMBANKS*

Os Bancos de Exportação e Importação, conhecidos internacionalmente como *Export-Import Banks* (*Eximbanks*), integram a categoria das Agências Oficiais de Crédito à Exportação (*Export Credit Agencies* – ECAs), conforme classificação da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2023). Essas instituições têm como finalidade mitigar os riscos inerentes ao comércio internacional e ampliar o acesso de empresas a mercados externos, por meio da concessão de crédito, garantias e seguros em condições mais favoráveis que as oferecidas pelo sistema financeiro tradicional (CNI, 2023).

A lógica central dos *Eximbanks* reside na capacidade de viabilizar operações que seriam inviáveis sem sua intervenção, seja por prazos incompatíveis, custos elevados ou riscos excessivos para o setor privado. Ao disponibilizar financiamentos de médio e longo prazo, taxas de juros competitivas e instrumentos de cobertura contra riscos cambiais, políticos e comerciais, os *Eximbanks* fortalecem a competitividade internacional das empresas, além de estimular a inovação e apoiar setores estratégicos vinculados às políticas industriais de seus respectivos países (Guimarães, 2019).

3.1.1 O Cenário Brasileiro

Apesar de figurar entre as dez maiores economias globais em termos de Produto Interno Bruto (PIB), o Brasil ainda não conta com um Banco de Exportação e Importação formalmente instituído, como ocorre em países como Estados Unidos, Alemanha, Japão, China e Coreia do Sul. O apoio às exportações é realizado, principalmente, por meio do BNDES-Exim e do Programa de Financiamento às Exportações (PROEX), que desempenham papel relevante, mas enfrentam limitações operacionais, como elevada burocracia, restrições no acesso a garantias e baixa capilaridade setorial (Galleti; Hiratuka, 2024; CNI, 2023).

Essas limitações contribuem para a modesta inserção do Brasil no comércio internacional. Segundo dados da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento

Econômico (OCDE, 2023), enquanto em economias avançadas as exportações representam entre 40% e 50% do PIB, no Brasil esse índice foi de apenas 17,6% em 2024, apesar de o país ocupar a 10ª posição no ranking global de PIB nominal. Essa discrepância revela um descompasso entre o peso econômico do país e sua presença nas cadeias globais de valor.

A ApexBrasil (2024) destaca que a pauta exportadora brasileira permanece concentrada em *commodities* de baixo valor agregado, como soja, petróleo e minério de ferro, o que limita o potencial de diversificação e inovação. Nesse contexto, torna-se evidente a necessidade de novos instrumentos financeiros capazes de ampliar o acesso ao crédito, fomentar a agregação de valor nas exportações e reduzir a vulnerabilidade externa. A criação de um *Eximbank* brasileiro, alinhado às melhores práticas internacionais, representa uma alternativa estratégica para superar essas barreiras e fortalecer a competitividade das empresas nacionais no mercado global.

3.2 MODELOS INTERNACIONAIS DE SUCESSO

3.2.1 *Export-import Bank* of the United States (EXIM)

Criado em 1934 por Franklin D. Roosevelt, o EXIM é a agência oficial de crédito à exportação dos EUA. Sua primeira operação relevante foi um empréstimo a Cuba em 1935. Desde então, apoiou a reconstrução pós-guerra, a internacionalização de grandes corporações e, mais recentemente, pequenas e médias empresas (USA.GOV, 2025).

É uma agência independente vinculada ao governo federal, dirigida por um Conselho de até cinco membros. A presidência atual é de Reta Jo Lewis, primeira mulher negra no cargo. A estrutura inclui departamentos voltados a PMEs, inovação tecnológica e fiscalização interna, como o *Office of Inspector General* (EXIM, 2025).

O banco atua suprindo falhas de mercado, oferecendo empréstimos diretos, garantias, seguros de crédito à exportação e capital de giro. Programas como o *Make More in America* (MMIA) e o *China and Transformational Exports Program* (CTEP) fortalecem a manufatura doméstica e setores estratégicos frente à concorrência chinesa (Infomoney, 2025).

Em 2024, o EXIM autorizou US$ 8,4 bilhões em financiamentos, incluindo US$ 1,6 bilhão para PMEs e US$ 2,3 bilhões em projetos de tecnologia limpa. Destaques

incluem US$ 1,6 bilhão para energia renovável, US$ 170 milhões à BETA Technologies (aeronaves elétricas) e US$ 526 milhões para uma planta de energia a gás na Guiana (EXIM, 2025).

Apesar de controvérsias — como favorecimento a grandes corporações e apoio a combustíveis fósseis —, o EXIM é crucial para a competitividade internacional, geração de empregos, fortalecimento de cadeias produtivas e inovação, consolidando-se como ferramenta estratégica de política industrial, comercial e geopolítica dos EUA (OXFAM, 2023).

No Brasil, embora existam mecanismos como o BNDES-Exim e o PROEX, ainda não há programas com escopo e escala comparáveis ao MMIA ou CTEP. A ausência de uma agência dedicada exclusivamente à exportação limita a capacidade do país de responder estrategicamente às falhas de mercado e de competir em setores de alta tecnologia e inovação, especialmente frente à concorrência internacional (EXIM, 2025; OCDE, 2023; CNI, 2024).

3.2.2 China Eximbank

O *Export-Import Bank of China* (China Eximbank), criado em 1994, é um dos três grandes bancos de políticas estatais da China. Atua no financiamento à exportação, apoio à internacionalização de empresas e concessão de crédito a países em desenvolvimento, operando como instrumento de política pública. Desde os anos 2000, especialmente com a *Belt and Road Initiative* (BRI) de 2013, tornou-se um ator global relevante, com aportes superiores a US$ 149 bilhões em cerca de 1.800 projetos de infraestrutura (World Bank, 2024).

Sua governança é fortemente vinculada ao governo central, com dirigentes nomeados pelo Estado e presença de secretários do Partido Comunista, garantindo alinhamento político. As operações combinam créditos tradicionais, empréstimos concessionais e financiamentos garantidos por commodities, adaptando-se às prioridades da política externa chinesa (Reuters, 2025).

Entre 2013 e 2021, o banco foi responsável por grande parte dos US$ 679 bilhões destinados à BRI, incluindo obras emblemáticas como a *Standard Gauge Railway* no Quênia. Apesar de impulsionar exportações e infraestrutura, enfrenta críticas por endividamento excessivo, baixa transparência e impactos ambientais (China Eximbank, 2024).

Mais que um banco, o China Eximbank é uma ferramenta estratégica de projeção internacional, ampliando a influência global da China, promovendo desenvolvimento e impondo desafios relacionados à sustentabilidade, soberania econômica e governança nos países beneficiários (China Daily, 2023).

No Brasil, não há uma instituição com capacidade equivalente à do China Eximbank em termos de financiamento concessionário e articulação com a política externa. A ausência de um banco com mandato geopolítico e estrutura voltada à internacionalização limita a atuação brasileira em projetos estratégicos no exterior, especialmente em infraestrutura e cooperação Sul-Sul (China Eximbank, 2024; China Daily, 2023; BNDES, 2025).

3.2.3 Alemanha Eximbank *(KfW IPEX-Bank)*

O *KfW IPEX-Bank* é o braço de financiamento à exportação e projetos internacionais do grupo KfW, operando com autonomia desde 2008. Apoia a competitividade da economia alemã e europeia por meio de crédito de longo prazo em setores como infraestrutura, energia limpa, mobilidade sustentável, digitalização e inovação industrial. Em 2024, registrou €23,9 bilhões em novos compromissos, consolidando sua liderança em tecnologias do futuro (IPEX Annual Report, 2024).

Sua atuação é guiada por uma abordagem integrada de sustentabilidade, alinhada aos ODS, ao Acordo de Paris e à Taxonomia Verde da União Europeia. É signatário dos Princípios do Equador e aplica diretrizes rigorosas para setores intensivos em carbono, garantindo compatibilidade com metas climáticas globais (KfW Sustainability Report, 2025).

Em 2023, firmou parceria com o BNDES para cofinanciar até €1 bilhão em projetos sustentáveis no Brasil, priorizando energias renováveis, captura de carbono, ônibus eletrificados, logística verde, semicondutores e saneamento. A cooperação inclui empréstimos, garantias e instrumentos híbridos, com foco em empresas alemãs e europeias atuando no Brasil (BNDES, 2023).

Globalmente, lidera financiamentos em projetos como o parque eólico offshore "*He Dreiht*" na Alemanha, o maior projeto de hidrogênio verde em *Oxagon* (Arábia Saudita) e o megaprojeto *SunZia* nos EUA. Também atua em dessalinização no Chile e energia renovável na Polônia, com foco em impacto ambiental positivo (KfW Global Projects, 2023).

Sua governança é técnica e independente, com comitês especializados, auditorias externas e mecanismos robustos de compliance. Opera com mandato legal claro, orientado por desempenho e impacto, garantindo previsibilidade, transparência e resiliência institucional. É referência internacional para países que buscam modernizar sua política de financiamento à exportação com responsabilidade socioambiental (OECD, 2025).

No Brasil, embora haja iniciativas pontuais voltadas à sustentabilidade, como a parceria entre o BNDES e o KfW, ainda não existe uma instituição com estrutura dedicada e governança independente voltada exclusivamente ao financiamento à exportação com foco ambiental. A ausência de diretrizes integradas aos ODS e à Taxonomia Verde limita a capacidade brasileira de competir em mercados que exigem conformidade climática e responsabilidade socioambiental (BNDES, 2023; KfW Sustainability Report, 2025; OECD, 2025).

3.2.4 Korea Eximbank (KEXIM)

Fundado em 1976, o Korea Eximbank é a principal instituição de apoio às exportações e investimentos externos da Coreia do Sul, com atuação estratégica em setores como eletrônicos, construção naval, automóveis, semicondutores e baterias. Oferece crédito direto, garantias, seguros à exportação e financiamento de projetos estruturantes, com foco em agregação de valor e inovação (KEXIM, 2025).

Administra o *Economic Development Cooperation Fund* (EDCF), criado em 1987, que concede empréstimos concessionais de longo prazo para projetos em infraestrutura, energia, saúde e educação. Em 2025, anunciou aporte de ₩7 trilhões (US$ 4,78 bilhões) até 2027, voltado à energia verde, transformação digital e cadeias de suprimento (The Investor, 2025).

O EDCF é instrumento-chave da diplomacia econômica sul-coreana, viabilizando a participação de empresas nacionais em grandes projetos internacionais. A estratégia inclui internacionalização de PMEs, fortalecimento de cadeias produtivas e transferência de tecnologia. Estão previstos cerca de 40 projetos em 2025, totalizando ₩4 trilhões, com foco na Ásia, África e América Latina (NewsWorld, 2025).

O banco alinha-se às metas de sustentabilidade, apoiando projetos compatíveis com os ODS e padrões internacionais de transparência. Sua governança inclui comitês técnicos, auditorias externas, avaliação de impacto e programas como a

EDCF Academy, voltada à formação de especialistas em cooperação internacional (EDCF Korea, 2025).

Recentemente, firmou acordos com o Banco de Desenvolvimento da América Latina (CAF) para ampliar o financiamento verde na região, incluindo linhas rotativas e cofinanciamento de projetos sustentáveis — reforçando seu papel como agente global de transformação (CAF, 2023).

No Brasil, ainda não existe um fundo de cooperação econômica com foco explícito na internacionalização de empresas nacionais e no financiamento de projetos estruturantes em países parceiros. A ausência de um instrumento similar ao EDCF limita a capacidade brasileira de atuar estrategicamente em iniciativas de diplomacia econômica, transferência de tecnologia e integração produtiva regional (KEXIM, 2025; EDCF Korea, 2025; BNDES, 2024).

3.2.5 Japan Bank International Cooperation (JBIC)

O *Japan Bank for International Cooperation* (JBIC) é a principal instituição pública de crédito à exportação e apoio a investimentos externos do Japão, criada em 1999 a partir da fusão do *Export-Import Bank of Japan* e do *Overseas Economic Cooperation Fund.* Sua missão combina objetivos de política econômica, energética e de desenvolvimento, atuando como instrumento estratégico para a internacionalização das empresas japonesas e a segurança nacional, com foco em infraestrutura, energia e inovação tecnológica (JBIC, 2024).

O JBIC é 100% estatal, vinculado ao Ministério das Finanças, mas com autonomia operacional, liderado atualmente por Nobumitsu Hayashi. Sua governança inclui um conselho executivo especializado em financiamento de exportações, investimentos estratégicos e sustentabilidade ambiental. O banco utiliza empréstimos diretos, garantias de crédito, financiamentos e *equity finance*, com ênfase em setores críticos como petróleo, gás natural liquefeito, energia elétrica e renovável, buscando suprir lacunas do setor privado (Ministry of Finance Japan, 2024).

Em 2023, o JBIC aprovou cerca de 24,5 bilhões de dólares em financiamentos, destacando projetos de energia limpa, importação de GNL e desenvolvimento de tecnologias de hidrogênio verde. Apesar de críticas por apoio contínuo a combustíveis fósseis e concentração de recursos em grandes conglomerados, o banco garante competitividade internacional às empresas japonesas, fortalece a segurança

energética e atua estrategicamente na geopolítica asiática, contrapondo-se à influência chinesa e reforçando alianças com parceiros como EUA, Índia e países da Associação de Nações do Sudeste Asiático - *ASEAN* (METI, 2023).

No Brasil, ainda não há uma instituição com articulação direta entre política externa e financiamento à exportação, como ocorre com o JBIC. A ausência de um banco com mandato estratégico voltado à segurança econômica e à internacionalização limita a capacidade brasileira de alinhar interesses comerciais, energéticos e geopolíticos em sua atuação internacional (JBIC, 2024; Ministry of Finance Japan, 2024; CNI, 2024).

3.3 POTENCIAL ADAPTAÇÃO AO BRASIL

Segundo a Associação Brasileira da Infraestrutura e Indústrias de Base (ABDIB), a indústria nacional necessita de um mecanismo de apoio “ágil, moderno e seguro, na mesma linha do que é oferecido a seus concorrentes internacionais” para competir em mercados estratégicos (Valor Econômico, 2024).

No Brasil, o apoio à exportação é atualmente realizado por meio do BNDES-Exim e da Agência Brasileira Gestora de Fundos Garantidores e Garantias (ABGF). Entretanto, dados do BNDES mostram que o volume de financiamento à exportação caiu de US$11,3 bilhões em 2010 para US$ 627 milhões em 2022, recuperando-se parcialmente para US$ 1,7 bilhão em 2023 (MDIC, 2024). Para o diretor de Desenvolvimento Produtivo, Inovação e Comércio Exterior do BNDES, José Luis Gordon, a criação de um braço dedicado exclusivamente à exportação “garantirá segurança para o setor industrial” e sinalizará apoio permanente à internacionalização das empresas brasileiras (Agência BNDES de Notícias, 2024).

A experiência internacional reforça esse potencial. Países como Estados Unidos, China, Japão, Alemanha e Coreia do Sul operam *Eximbanks* que oferecem crédito competitivo, seguros e garantias, permitindo que suas empresas disputem contratos globais em condições equivalentes às de seus concorrentes. O modelo japonês, representado pelo *Japan Bank for International Cooperation* (JBIC), destaca-se pela forte articulação com a política externa e pela atuação em projetos sustentáveis e de infraestrutura resiliente, especialmente em países em desenvolvimento. No Brasil, a média de participação do apoio público na pauta de

exportações é de apenas 0,3%, contra 8% na média mundial (OCDE, 2023), o que evidencia espaço para expansão.

Nesse sentido, a análise dos modelos internacionais evidencia que a proposta do BBEI pode se beneficiar da combinação de elementos como a governança independente do *KfW IPEX-Bank*, a diplomacia econômica do KEXIM, a articulação estratégica do JBIC, a escala operacional do China Eximbank e os programas de estímulo à inovação do EXIM dos EUA — compondo um arranjo institucional adaptado às especificidades e desafios do Brasil (KfW, 2025; KEXIM, 2025; JBIC, 2024; China Eximbank, 2024; EXIM, 2025).

Assim, a adaptação de um modelo de *Eximbank* ao contexto brasileiro deve considerar não apenas a ampliação do crédito e das garantias, mas também a adoção de boas práticas de governança, transparência e alinhamento com políticas industriais e comerciais de longo prazo, de forma a evitar riscos fiscais e assegurar a efetividade do instrumento (OCDE, 2023; CNI, 2024).

3.4 GOVERNANÇA E BOAS PRÁTICAS

A governança corporativa é um dos pilares essenciais para garantir a credibilidade, legitimidade e efetividade das instituições financeiras públicas, como os *Eximbanks*. Segundo Shleifer e Vishny (1997), uma boa governança está relacionada à capacidade das organizações de garantir que os recursos sejam utilizados de forma eficiente e em alinhamento com os interesses dos stakeholders. Nesse contexto, os *Eximbanks* que operam com práticas consolidadas de governança tendem a ser mais resilientes, previsíveis e transparentes em sua atuação, especialmente em países que buscam fortalecer sua inserção no comércio internacional.

As diretrizes da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2018) reforçam a importância da adoção de princípios como gestão técnica baseada em mérito, independência operacional frente a pressões políticas, transparência nos processos decisórios e mecanismos robustos de prestação de contas. Essas recomendações alinham-se com os princípios de "*accountability*" defendidos por Behn (2001), que destaca a importância da responsabilização como mecanismo de melhoria contínua e aumento da confiança pública nas instituições.

Modelos de *Eximbanks* bem-sucedidos, como os analisados por Humphrey (2011) e Stephens (1999), apresentam estruturas de governança baseadas em indicadores de desempenho claros e mensuráveis. Entre os mais relevantes estão: a participação efetiva no crescimento das exportações nacionais, a capacidade de diversificar mercados e produtos atendidos e o retorno socioeconômico dos projetos financiados. Essas métricas se alinham ao conceito de "governança orientada por resultados", conforme proposto por Osborne e Gaebler (1992), que prioriza o desempenho e o impacto das políticas públicas sobre os meios burocráticos tradicionais.

3.5 CRITÉRIOS ESG E SUSTENTABILIDADE

A incorporação de critérios ambientais, sociais e de governança (ESG) nas políticas de financiamento à exportação é uma tendência global consolidada entre os principais *Eximbanks*. Segundo a OCDE (2023), alinhar crédito à exportação a práticas sustentáveis é essencial para competitividade de longo prazo, redução de riscos e atendimento a exigências internacionais.

Instituições como o *KfW IPEX-Bank* (KfW, 2024) e o JBIC (JBIC, 2023) integram a ESG em suas operações, priorizando projetos com impacto ambiental positivo, eficiência energética e inclusão social. Nos EUA, o EXIM lançou o programa CTEP, destacando energia limpa e tecnologias sustentáveis e exigindo maior transparência em impactos ambientais (EXIM, 2025).

No Brasil, embora os mecanismos existentes — como o BNDES-Exim e o PROEX — não possuam diretrizes ESG formalizadas, há avanços pontuais. O BNDES, por exemplo, publicou em 2022 sua Política de Desenvolvimento Sustentável, que estabelece critérios socioambientais para concessão de crédito, incluindo avaliação de impacto e exigência de conformidade legal (BNDES, 2022). No entanto, tais critérios ainda não estão plenamente integrados às linhas de financiamento à exportação, o que limita a capacidade do país de competir em mercados que exigem certificações e práticas sustentáveis.

A adoção de critérios ESG por um futuro Banco Brasileiro de Exportação e Importação (BBEI) representa uma oportunidade estratégica para alinhar o financiamento à exportação com as demandas globais por responsabilidade socioambiental. Além de ampliar o acesso a mercados exigentes, como União

Europeia e América do Norte, essa integração pode estimular a inovação, fortalecer cadeias produtivas sustentáveis e reduzir riscos operacionais e reputacionais. Conforme destaca a Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2024), empresas brasileiras que adotam práticas ESG têm maior capacidade de inserção internacional e acesso a linhas de crédito mais competitivas (OCDE, 2023; EXIM, 2025).

4 ANÁLISE DE DADOS

A Tabela 1 apresenta uma comparação entre os *Eximbanks* das principais potências econômicas mundiais — Estados Unidos, China, Coreia do Sul, Japão e Alemanha — e o modelo brasileiro representado pelo BNDES/PROEX. São analisados aspectos como ano de criação, volume de financiamento, instrumentos utilizados, setores estratégicos atendidos, estrutura de governança e participação do apoio público nas exportações. A sistematização desses elementos permite evidenciar diferenças significativas de escala, foco setorial e alinhamento institucional, contribuindo para a avaliação de alternativas adaptáveis ao contexto brasileiro.

Tabela 1 - Eximbanks e meios de financiamento (EUA, China, Coreia do Sul, Japão, Alemanha e Brasil)

Instituição	Ano de criação	Financiamentos em bi US$	Serviços	Setores de atuação	Controle	Apoio público nas exportações (%)
EXIM US	1934	8,4 (2024)	Empréstimos, garantias e seguro de crédito	PMEs, tecnologia e manufatura	Conselho administrativo	10%
China Eximbank CN	1994	462,5 (2024)	Créditos, consórcios, garantia por *commodities*	Infraestrutura e tecnologia	Ligado ao governo, alinhamento político	12%
KEXIM KR	1976	23,6 (2020)	Crédito, seguros e garantias à exportação	Eletrônicos, construção naval e energia	Estatal, controlada pelo governo	11%
JBIC JP	1999	13,4 (2020)	Empréstimos, garantias *equity finance*	Infraestrutura e tecnologia	ministério das finanças	8%

KfW IPEX DE	2008	24,5 (2023)	Empréstimos e financiamentos a empresas alemãs e europeias	Energia limpa e inovação industrial	80% do governo e 20% do estado	9%
BNDES/PROEX BR	1952; 1991	39,7 aprovados/ 25 desembolsado (2023)	Empréstimos, seguros e fundos de investimento	Desenvolvimento econômico e apoio às exportações a micro e médias empresas	Ministério da Fazenda	0,3%

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

4.1 *EXIMBANKS* GLOBAIS: ESCALA, SETORES ESTRATÉGICOS E GOVERNANÇA

4.1.1 EXIM

Entre os *Eximbanks* analisados, o EXIM dos Estados Unidos apresenta uma escala intermediária, com volume de financiamento de US$ 8,4 bilhões (2024). Esse valor é significativamente inferior ao do China Eximbank (US$ 462,5 bilhões) e ao do *KfW IPEX-Bank* da Alemanha (US$ 24,5 bilhões), mas superior ao da Coreia do Sul (KEXIM, US$ 23,6 bilhões) e comparável ao BNDES/PROEX, que aprovou US$ 39,7 bilhões e desembolsou US$ 25 bilhões em 2023.

O foco do EXIM em PMEs, tecnologia e manufatura avançada reflete uma estratégia voltada à inovação e ao fortalecimento da base produtiva nacional. Sua estrutura de governança autônoma, por meio de conselho administrativo independente, confere agilidade decisória e capacidade de resposta a demandas econômicas e geopolíticas, posicionando o banco como instrumento flexível de política comercial e industrial.

4.1.2 China Eximbank

O China Eximbank é o maior *Eximbank* em escala global, com volume de financiamento superior a US$ 462,5 bilhões (2024), destacando-se como principal instrumento da *Belt and Road Initiative*. Sua atuação ultrapassa os limites financeiros, funcionando como ferramenta de diplomacia econômica e projeção geopolítica. A governança centralizada, vinculada ao governo chinês, garante alinhamento

estratégico, mas levanta preocupações quanto à transparência e ao risco de endividamento dos países parceiros.

4.1.3 KEXIM

O KEXIM apresenta volume de financiamento de US$ 23,6 bilhões (2020), inferior aos grandes *Eximbanks*, mas com foco estratégico bem definido em alta tecnologia, energia verde e infraestrutura. Seu fundo EDCF permite atuação como instrumento de diplomacia econômica, apoiando a internacionalização de empresas sul-coreanas e financiando projetos sustentáveis em regiões como Ásia, África e América Latina. Com alcance regional e orientação geopolítica, o KEXIM combina apoio à exportação com promoção de influência estratégica.

4.1.4 JBIC

O JBIC possui volume expressivo de financiamento, com US$ 13,4 bilhões (2020), superior ao EXIM e comparável ao KEXIM, embora ainda distante da escala do China Eximbank. Atua em setores estratégicos como energia e tecnologias críticas, alinhando suas operações à segurança nacional e à competitividade global do Japão. Com governança estatal e autonomia operacional, o banco viabiliza projetos complexos e de grande porte, consolidando sua influência econômica e energética na Ásia.

4.1.5 *KfW IPEX-Bank*

O *KfW IPEX-Bank* apresenta volume relevante de financiamento, com cerca de US$ 24,5 bilhões (2023), embora inferior ao do China Eximbank. Destaca-se pelo forte alinhamento a padrões internacionais de sustentabilidade, com atuação global focada em energia limpa, inovação tecnológica e responsabilidade socioambiental. Sua governança técnica, combinada a auditorias externas, garante transparência e previsibilidade, tornando-o referência em financiamento sustentável entre os *Eximbanks* analisados.

4.1.6 BNDES/PROEX

O BNDES/PROEX apresenta volume relevante de financiamento, com US$ 39,7 bilhões aprovados e US$ 25 bilhões desembolsados em 2023, destacando-se regionalmente, embora abaixo da escala dos principais *Eximbanks* globais. Com foco setorial amplo — incluindo infraestrutura, inovação e sustentabilidade — atua prioritariamente no desenvolvimento econômico interno e na inclusão produtiva. Sua governança pública garante alinhamento estratégico nacional, mas oferece menor autonomia decisória em comparação a bancos como EXIM ou KfW. Ainda assim, o BNDES se destaca pelo apoio a PMEs, projetos regionais e parcerias internacionais.

4.1.7 Observações Gerais

A análise comparativa revela diferenças marcantes entre os *Eximbanks*. Em termos de escala, a China lidera amplamente, seguida por Japão e Alemanha, com EUA, Brasil e Coreia em níveis menores. O foco setorial varia: Alemanha e Japão priorizam sustentabilidade e energia limpa; EUA e Coreia concentram-se em tecnologia e manufatura; China investe em infraestrutura estratégica global; e Brasil atua no desenvolvimento interno e sustentabilidade regional. Quanto à governança, China e Japão mantêm forte alinhamento político; EUA e Alemanha operam com maior autonomia; Coreia adota modelo técnico com orientação regional; e Brasil possui estrutura estatal com menor flexibilidade. Todos os bancos refletem suas políticas nacionais, mas a China se destaca pelo uso explícito de sua instituição como instrumento geopolítico global, enquanto o BNDES mantém foco regional e social.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Propõe-se a criação do Banco Brasileiro de Exportação e Importação (BBEI) como instrumento estratégico para impulsionar a internacionalização das empresas brasileiras, com foco em inovação tecnológica, setores prioritários e sustentabilidade. Inspirado nas melhores práticas de *Eximbanks* internacionais, o BBEI atuaria especialmente junto às PMEs, oferecendo empréstimos, garantias, seguros e fundos de investimento, articulando o desenvolvimento econômico interno com a inserção competitiva no mercado global.

O modelo incorpora experiências consolidadas: da China, a capacidade de financiar projetos globais e exercer diplomacia econômica; do EXIM e KEXIM, o apoio à tecnologia e manufatura; do JBIC, a atuação em setores críticos com impacto geopolítico; e do *KfW IPEX-Bank*, o compromisso com sustentabilidade, transparência e governança técnica. O BBEI contaria com conselho administrativo independente e comitês especializados, assegurando agilidade decisória, conformidade regulatória e alinhamento com políticas públicas.

Espera-se que o BBEI amplie a competitividade internacional das empresas brasileiras, especialmente PMEs inovadoras, promova a presença estratégica do Brasil em mercados emergentes, estimule projetos sustentáveis e modernize a governança financeira pública. Assim, funcionaria como plataforma integrada de política industrial, comercial e socioambiental, consolidando o papel do país no comércio internacional.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo evidenciou que os principais *Eximbanks* internacionais — EXIM, China Eximbank, *KfW IPEX-Bank*, KEXIM e JBIC — desempenham papéis estratégicos na promoção de exportações, inovação tecnológica e desenvolvimento sustentável, cada um com diferentes níveis de escala, foco setorial e estrutura de governança. A comparação com o modelo brasileiro atual, representado pelo BNDES/PROEX, revelou limitações em termos de alcance internacional, flexibilidade operacional e integração com práticas avançadas de sustentabilidade e inovação.

Com base nas melhores práticas observadas, propõe-se o Banco Brasileiro de Exportação e Importação (BBEI) como alternativa institucional para suprir essas lacunas. O modelo sugerido combina apoio a PMEs, financiamento de setores estratégicos, ênfase em inovação e alinhamento a critérios socioambientais, com governança técnica e conselho independente. Conclui-se que o BBEI contribuirá para ampliar a competitividade internacional das empresas brasileiras, fortalecer a presença do país em mercados emergentes e promover uma política comercial integrada ao desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRACOMEX. **O BNDES estuda a criação do primeiro *Eximbank* brasileiro.** 2023. Disponível em: https://abracomex.org/o-bndes-estuda-a-criacao-do-primeiro-eximbank-brasileiro/. Acesso em: 11 mai. 2025.

AGÊNCIA BNDES DE NOTÍCIAS. **Gordon defende criação de braço exclusivo para exportação.** Rio de Janeiro: BNDES, 2024. Disponível em: https://agenciadenoticias.bndes.gov.br. Acesso em: 13 set. 2025.

APEXBRASIL. Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos. **Panorama do Comércio Exterior Brasileiro.** Brasília, 2024. Disponível em: https://www.apexbrasil.com.br. Acesso em: 17 ago. 2025.

BEHN, R. D. ***Rethinking democratic accountability.*** Washington, D.C.: Brookings Institution Press, 2001. Acesso em: 22 ago. 2025.

BNDES. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. **Relatório Anual 2022.** Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: https://www.bndes.gov.br/hotsites/Relatorio_Anual_2022/. Acesso em: 24 ago. 2025.

CAF. **CAF fortalece relações com a Coreia do Sul para atrair mais financiamento e investimentos para América Latina e Caribe.** Caracas: CAF, 2023. Disponível em: https://www.caf.com/pt/presente/noticias/caf-fortalece-relacoes-com-a-coreia-do-sul-para-atrair-mais-financiamento-e-investimentos-para-america-latina-e-caribe/. Acesso em: 10 set. 2025.

CHINA DAILY. ***China's Belt and Road Initiative expands global influence*.** Pequim: China Daily, 2023. Disponível em: https://www.chinadaily.com.cn. Acesso em: 12 set. 2025.

CNI. **Desempenho da balança comercial 2024.** Brasília: Confederação Nacional da Indústria, 2025. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/portaldaindustria/noticias/media/filer_public/cf/f9/cff92a66-705c-44f2-9170-6f10c3ee9cdc/18_01_-nota_tecnica-_desempenho_da_balanca_comercial_2024.pdf. Acesso em: 09 ago. 2025.

EDCF KOREA. ***EDCF Academy and governance structure.*** Seul: *Ministry of Economy and Finance*, 2025. Disponível em: https://english.moef.go.kr. Acesso em: 12 set. 2025.

EXPORT-IMPORT BANK OF CHINA. ***Export-Import Bank of China*.** Pequim: Eximbank China, 2025. Disponível em: http://english.eximbank.gov.cn. Acesso em: 26 abr. 2025.

EXPORT-IMPORT BANK OF KOREA. ***About KEXIM*.** Seul: KEXIM, [s.d.]. Disponível em: https://keximglobal.com.sg/about-kexim-global/about-kexim/. Acesso em: 07 mai. 2025.

EXPORT-IMPORT BANK OF THE UNITED STATES (EXIM). ***Annual Performance Report 2025*.** Washington, D.C.: EXIM, 2025. Disponível em:

https://img.exim.gov/s3fs-public/reports/annual/fy2025-exim-annual-performance-plan_final__508c.pdf. Acesso em: 08 mai. 2025.

GALETTI, M.; HIRATUKA, C. **O papel do financiamento na inserção internacional da indústria brasileira.** Revista de Economia Contemporânea, SciELO Brasil, 2024. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rec/a/HXhTtwqGKLcFCSMGnLKztVD/. Acesso em: 08 mai. 2025.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2019. Acesso em: 07 ago. 2025.

GNEXID. ***About EXIM Banks: Promoting National Exports*.** 2021. Disponível em: https://gnexid.com/exim-banks-promoting-national-exports/. Acesso em: 11 set. 2025.

GUIMARÃES, E. P. **Competitividade internacional: conceitos e medidas.** Rio de Janeiro: UFRJ, 2019. Acesso em: 02 set. 2025.

HUMPHREY, C. ***The role of development finance institutions in promoting sustainable development*.** London: ODI, 2011. Acesso em: 04 set. 2025.

INFOMONEY. ***Make More in America* e CTEP: programas do EXIM enfrentam concorrência chinesa.** São Paulo: InfoMoney, 2025. Disponível em: https://www.infomoney.com.br. Acesso em: 12 set. 2025.

IPEX ANNUAL REPORT. ***Annual Report 2024*.** Frankfurt: *KfW IPEX-Bank*, 2024. Disponível em: https://www.kfw-ipex-bank.de/Presse/Download-center/Annual-report/Annual-Report-2024/. Acesso em: 10 set. 2025.

JAPAN BANK FOR INTERNATIONAL COOPERATION (JBIC). ***Annual Report 2024*.** Tóquio: JBIC, 2024. Disponível em: https://www.jbic.go.jp. Acesso em: 11 set. 2025.

JBIC**. ESG *Policy 2023*.** Tóquio: JBIC, 2023. Disponível em: https://www.jbic.go.jp/en/information/news/news-2023/image/ESG_Policy_2023_EN.pdf. Acesso em: 05 ago. 2025.

KFW DEVELOPMENT BANK. ***Reporting 2023 – KfW Development Bank*.** Frankfurt, 2023. Disponível em: https://www.kfw.de/About-KfW/Reporting-Portal/Reporting-2023/KfW-Development-Bank/. Acesso em: 12 set. 2025.

KFW IPEX-BANK. ***Sustainability Guideline of KfW IPEX-Bank*.** Frankfurt, 2024. Disponível em: https://www.kfw-ipex-bank.de/Sustainability/Sustainability-Guideline-of-KfW-IPEX-Bank/. Acesso em: 12 set. 2025.

MDIC. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. **Indicadores de financiamento à exportação.** Brasília, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/mdic. Acesso em: 20 set. 2025.

METI. ***Energy White Paper 2023.*** Tóquio: *Ministry of Economy*, *Trade and Industry*, 2023. Disponível em: https://www.meti.go.jp/english/press/2024/0604_002.html. Acesso em: 14 set. 2025.

MINISTRY OF FINANCE JAPAN. ***Outline of* JBIC *and its governance structure*.** Tokyo: *Government of Japan*, 2024. Disponível em: https://www.mof.go.jp. Acesso em: 12 set. 2025.

NEWSWORLD. **Korea Eximbank *expands global development projects*.** Seul: NewsWorld, 2025. Disponível em: https://newsworld.co.kr. Acesso em: 12 set. 2025.

OCDE. **Diretrizes da OCDE sobre Governança Corporativa de Empresas Estatais.** Paris: Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico, 2018. Disponível em: https://www.oecd.org/pt/publications/diretrizes-da-ocde-sobre-governanca-corporativa-de-empresas-estatais-edicao-2015_9789264181106-pt.html. Acesso em: 08 mai. 2025.

OSBORNE, D.; GAEBLER, T. **Reinventando o governo: como o espírito empreendedor está transformando o setor público.** Brasília: Editora MH, 1992. Acesso em: 02 set. 2025.

OXFAM. ***EXIM Bank and fossil fuel financing: policy critique.*** Washington, D.C.: Oxfam *America*, 2023. Disponível em: https://www.oxfamamerica.org. Acesso em: 12 set. 2025.

REUTERS. ***China's Eximbank and state-led financing strategy*.** Londres: Reuters, 2025. Disponível em: https://www.reuters.com. Acesso em: 15 set. 2025.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico.** 24. ed. São Paulo: Cortez, 2017. Acesso em: 19 ago. 2025.

THE INVESTOR. **Korea Eximbank *boosts* EDCF *funding for green projects*.** Seul: The Investor, 2025. Disponível em: https://www.theinvestor.co.kr. Acesso em: 04 set. 2025.

USA.GOV. ***Export-Import Bank* of the United States (EXIM).** Washington, D.C.: USA.gov, 2025. Disponível em: https://www.usa.gov/agencies/export-import-bank-of-the-united-states. Acesso em: 06 set. 2025.

WORLD BANK. ***Belt and Road Economics: Opportunities and Risks of Transport Corridors*.** Washington, D.C.: World Bank Group, 2024. Disponível em: https://www.worldbank.org. Acesso em: 12 set. 2025.

AVIFAUNA URBANA DE ITAPETININGA: DA PESQUISA PARA EXTENSÃO

Frederico Guilherme de Souza Isaac Beghelli

ORIGEM DO PROJETO

O Regime de Jornada Integral, constitui-se em uma modalidade do trabalho docente das FATECs em que o docente dedicam-se 40 horas semanais às atividades de Ensino, Pesquisa e desenvolvimento tecnológico com sua maior carga horária dedicada à pesquisa e desenvolvimento tecnológico. (SÃO PAULO, 2019)

O projeto de RJI “Avifauna urbana de Itapetininga: da pesquisa para extensão” teve seu início em 01 de agosto de 2025, mas tem suas origens já em 2021 em meio à pandemia de COVID-19 quando queria dar uma atividade prática aos alunos, mas sem envolver riscos pelo contato. Foi neste período que a beleza e proximidade das aves de Itapetininga me chamaram a atenção. Aos poucos fui me dedicando a esta nova área de pesquisa que acabou por encantar alguns de nossos alunos. Nas figuras 1 e 2 podem-se observar duas fotos tiradas pelos nossos alunos Daniel Moraes (2021) e Sacha Tibe-Lou (2022).

.

Figura 1: Garça-branca-grande (*Ardea alba*) fotografada pela aluna Sacha Tibe-Lou que trabalhou com o tema da avifauna em seu TG.

Figura 2: Saí-andorinha (*Tersina viridis*) fotografada pelo aluno Daniel Moraes.

A IMPORTÂNCIA EM SE CONHECER A AVIFAUNA

A observação de aves e seu monitoramento resultou em conhecimento histórico e relevante para toda a humanidade diversas vezes. Destaco aqui dois eventos de primeira relevância na área ambiental: O desenvolvimento da teoria da Evolução durante o século XIX quando Charles Darwin registrou a morfologia dos tentilhões de Galápagos, trabalho crucial para desenvolvimento do conceito de seleção natural e base da Biologia atual (DARWIN, 2022). Outro grande marco para a área foi o trabalho de Rachel Carson nos Estados Unidos durante a década de 1960 publicado no livro Primavera Silenciosa (CARSON, 1962). No livro a bióloga discutiu o uso descontrolado do DDT e suas consequências observadas sobre a avifauna. Trata-se de um marco do movimento ambientalista, ponto fundamental para estudos de biomonitoramento e de toxicologia ambiental bem como evento histórico de relevância mundial para o desenvolvimento de restrição ao uso de agrotóxicos.

O município de Itapetininga situa-se em região com vocação para a conservação ambiental (CBH-ALPA, 2023). Além disso, está cercado por áreas de conservação ambiental que constituem-se em verdadeiros refúgios para a fauna e a flora e possui rica hidrografia com vegetação ripária (mata ciliar) presente (Figura 3). Tal vegetação tem grande valor ecológico formando uma faixa de proteção para os

PERSPECTIVA

COMPARTILHE

Fatec
Itapetininga

Prof. Antonio Belizandro
Barbosa Rezende