



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS APLICADAS E EDUCAÇÃO - CCAE
CURSO DE ADMINISTRAÇÃO**

RICELLY DE OLIVEIRA MARINHO

**INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL EM PROCESSOS LOGÍSTICOS:
Evidências de um Estudo em Três Organizações Brasileiras**

**Mamanguape/PB
2025**

RICELLY DE OLIVEIRA MARINHO

**INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL EM PROCESSOS LOGÍSTICOS:
Evidências de um Estudo em Três Organizações Brasileiras**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Bacharelado em Administração do Centro de Ciências Aplicadas e Educação da Universidade Federal da Paraíba, como requisito obrigatório para a obtenção do título de Bacharel em Administração, defendido e aprovado pela banca examinadora constituída pelos docentes:

Documento assinado digitalmente
gov.br ELIANE MARTINS DE PAIVA
Data: 02/10/2025 14:38:44-0300
Verifique em <https://validar.itidigital.gov.br>

**Prof.^a Eliane Martins de Paiva – UFPB
Orientadora/Presidente**

Documento assinado digitalmente
gov.br NÍVEA MARCELA MARQUES NASCIMENTO DE MA
Data: 01/10/2025 09:46:57-0300
Verifique em <https://validar.itidigital.gov.br>

**Prof.^a Nívea Marcela Marques Nascimento de Macêdo – UFPB
Membro da Banca Examinadora**

Documento assinado digitalmente
gov.br PASQUELINE LACERDA DANTAS
Data: 02/10/2025 09:49:44-0300
Verifique em <https://validar.itidigital.gov.br>

**Prof.^a Pasquelleine Lacerda Dantas – UFPB
Membro da Banca Examinadora**

**Mamanguape/PB
2025**



INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL EM PROCESSOS LOGÍSTICOS: Evidências de um Estudo em Três Organizações Brasileiras

Ricelly de Oliveira Marinho – UFPB – ricellymarinho23@gmail.com

Eliane Martins de Paiva – UFPB – elianempaiva@gmail.com

Nívea Marcela Marques Nascimento de Macêdo – UFPB – niveamarcelam@gmail.com

Pasqueline Lacerda Dantas – UFPB – pasqueline@dcx.ufpb.br

RESUMO

A crescente digitalização dos processos logísticos tem impulsionado empresas a buscar soluções para lidar com demandas de eficiência, precisão e competitividade. Com isso, a Inteligência Artificial (IA) surge como uma tecnologia estratégica, mas cuja adoção ainda enfrenta desafios técnicos, organizacionais, financeiros e éticos/sociais. Este estudo tem como objetivo analisar os principais desafios enfrentados pelas empresas para a adoção de IA em processos logísticos, utilizando uma abordagem qualitativa, exploratória e descritiva, por meio de um estudo de caso múltiplo com entrevistas semiestruturadas. A pesquisa envolveu três empresas selecionadas por amostragem por conveniência, com base em contatos em associações setoriais e redes profissionais. Os resultados indicam que a adoção de IA é percebida como necessária, mas exige experiência com iniciativas digitais, planejamento financeiro e capacitação contínua. As diretrizes propostas com base nos achados oferecem contribuição acadêmica e gerencial, fornecendo evidências para empresas que desejam estruturar de forma mais eficiente a implementação da IA em seus processos logísticos.

Palavras-chave: Adoção de IA; Inteligência Artificial (IA); Processos Logísticos.

ABSTRACT

The growing digitalization of logistics processes has driven companies to seek solutions to deal with demands for efficiency, precision, and competitiveness. As a result, Artificial Intelligence (AI) emerges as a strategic technology, but whose adoption still faces technical, organizational, financial, and ethical/social challenges. This study aims to analyze the main challenges faced by companies for the adoption of AI in logistics processes, using a qualitative, exploratory and descriptive approach, through a multiple case study with semi-structured interviews. The research involved three companies selected by convenience sampling, based on contacts in industry associations and professional networks. The results indicate that AI adoption is perceived as necessary, but requires experience with digital initiatives, financial planning, and ongoing enablement. The guidelines proposed based on the findings offer academic and managerial contribution, providing evidence for companies that want to more efficiently structure the implementation of AI in their logistics processes.

Keywords: AI adoption; Artificial Intelligence (AI); Logistics Processes.

1. INTRODUÇÃO

Em virtude da crescente digitalização, os métodos tradicionais de gestão logística têm se mostrado insuficientes para atender às demandas de agilidade e precisão exigidas pelos consumidores (Amosu *et al.*, 2024). Nesse cenário, a Inteligência Artificial (IA) vem se consolidando como recurso estratégico, capaz de processar grandes volumes de dados, identificar padrões, auxiliar na adaptação às condições do mercado e apoiar a tomada de decisões automatizadas (Richey *et al.*, 2023).

Para viabilizar a aplicação da IA no contexto logístico, muitas empresas têm adotado técnicas de IA, como *Machine Learning* (ML), *Deep Learning* (DL), Redes Neurais Artificiais (RNAs), Processamento de Linguagem Natural (PLN) e Visão Computacional, capazes de otimizar operações ao longo de toda a cadeia logística (Rustice *et al.*, 2024; Saha *et al.*, 2024). Essas técnicas viabilizam previsões de demanda mais precisas, gestão de estoques com redução de desperdícios, otimização de rotas de transportes, automação de armazéns e atendimento ao cliente personalizado (Krishnamurthy *et al.*, 2024). Empresas que utilizam IA em processos logísticos chegam a ser até 23% mais rentáveis e têm seis vezes mais chances de aproveitar soluções dessa natureza (Caetano, 2024).

A literatura recente tem explorado cada vez mais o uso da IA em processos logísticos específicos, evidenciando como essas tecnologias vêm otimizando etapas operacionais. Richey *et al.* (2023) e Thenmozhi e Krisknakumari (2024) analisaram o papel de sistemas inteligentes no monitoramento de estoques e na roteirização interna, permitindo maior precisão na separação e movimentação de itens de armazéns. Al-Amin *et al.* (2024) e Kumar *et al.* (2024) destacam avanços na previsão de demanda e na gestão de estoques, enquanto Martins, Ferreira e Vale (2023) descrevem ganhos obtidos na roteirização de entregas e na redução de custos com transporte. Também se observam melhorias no atendimento ao cliente, com uso de *chatbots* e análise de *feedbacks* (Krishnamurthy *et al.*, 2024).

Além desses avanços, Sichman (2021), Kriebitz e Lutge (2023) e Amosu *et al.* (2024) apontam a importância de assegurar qualidade, privacidade, transparência e governança de dados, bem como a necessidade de superar dificuldades de integração com sistemas legados, e atender às exigências de *compliance* com legislações nacionais e internacionais. Barbosa e Bezerra (2020) e Batista, Ikeziri e Freitas (2021) ressaltam impactos sociais e trabalhistas da automação, como a necessidade de capacitação das equipes e a escassez de profissionais especializados, enquanto Pinto e Rodolpho (2024) destacam o elevado custo de implementação.

As pesquisas existentes se concentram predominantemente em grandes corporações e multinacionais em economias desenvolvidas (Ivanov *et al.*, 2021; Hidayat; Susilowati; Miranti, 2024), explorando sobretudo benefícios e ganhos de eficiência, sem abordar soluções para superar os desafios enfrentados durante a adoção da IA (Valenzuela-Cobos *et al.*, 2025). Contudo, poucos estudos exploram a adoção da IA entre pequenas e médias empresas (Pinto; Rodolpho, 2024) especialmente em economias em desenvolvimento, como o Brasil.

Essa lacuna evidencia a escassez de investigações sobre a realidade de empresas brasileiras que enfrentam barreiras tecnológicas, culturais e financeiras para implementar soluções de IA. Assim, compreender essas dificuldades e propor diretrizes que facilitem sua adoção contribui para o avanço do conhecimento acadêmico e oferece suporte prático a empresas que buscam exemplos reais da aplicação da IA.

Diante desse contexto, este estudo busca responder à seguinte questão de pesquisa: quais são os desafios potenciais enfrentados pelas empresas para a adoção de inteligência artificial em seus processos logísticos e como superá-los? Para isso, o objetivo geral é analisar os principais desafios enfrentados pelas empresas para a adoção da IA em processos logísticos. Especificamente, pretende-se: (i) identificar as principais técnicas de IA aplicadas em processos logísticos; (ii) analisar os principais desafios para a adoção de IA em processos logísticos; (iii) avaliar os impactos dos desafios associados à adoção das técnicas de IA em processos logísticos nas empresas; e (iv) propor diretrizes práticas para superar os desafios identificados na implementação de IA em processos logísticos.

Para atingir esses objetivos adotou-se uma abordagem qualitativa, por meio de estudo de caso múltiplo com três empresas brasileiras de diferentes portes que utilizam técnicas de IA em seus processos logísticos. Portanto, os resultados contribuem para a literatura, ao aprofundar o entendimento sobre barreiras e estratégias de adoção no contexto nacional, e oferecem suporte às empresas, ao indicar diretrizes práticas que podem auxiliar gestores a reduzir custos de implementação, superar resistências culturais, capacitar equipes e explorar o potencial da IA para otimizar os fluxos logísticos e tornar suas operações mais eficientes.

Este estudo está estruturado da seguinte forma: a seção 2 apresenta o referencial teórico, abordando a aplicação da IA nos processos logísticos, técnicas utilizadas, desafios e impactos; a seção 3 descreve a metodologia adotada; a seção 4 expõe e discute os resultados obtidos, incluindo as diretrizes práticas propostas; e a seção 5 reúne as considerações finais, contribuições, limitações e sugestões para pesquisas futuras.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aplicação da Inteligência Artificial nos Processos Logísticos

A Inteligência Artificial (IA), termo criado por John McCarthy em 1956 na Conferência de *Dartmouth*, refere-se ao desenvolvimento de sistemas computacionais capazes de realizar tarefas e solucionar problemas de forma autônoma (Sichman, 2021). A partir do século XXI, a IA passou a registrar um crescimento expressivo, impulsionado principalmente pelo surgimento do Aprendizado de Máquina (*Machine Learning - ML*) e do Aprendizado Profundo (*Deep Learning - DL*) (Rustice *et al.*, 2024).

Nesse contexto, o domínio da IA pode ser compreendido como um conjunto de modelos, técnicas e tecnologias capazes de resolver diferentes tipos de problemas (Barbosa; Bezerra, 2020). Isso ocorre porque a IA possui a habilidade de aprender, raciocinar e tomar decisões com base em grandes volumes de dados, utilizando algoritmos avançados (Kriebitz; Lütge, 2023). Um algoritmo, por sua vez, é definido como uma sequência finita de ações executáveis para solucionar problemas diversos, como cálculos, análise de dados ou planejamento (Batista; Oliveira, 2022).

Entre as aplicações da IA, destaca-se a automação de processos, tanto na indústria quanto no setor de serviços, uma vez que essa tecnologia contribui para o gerenciamento e a tomada de decisões das organizações, atuando de forma integrada ao planejamento, à produção e aos recursos humanos e tecnológicos (Morais; Morais, 2024). Dessa forma, o uso de sistemas baseados em IA proporciona vantagem competitiva ao ampliar a eficiência e a capacidade analítica das empresas (Sichman, 2021).

A logística, por sua vez, envolve a gestão estratégica do fluxo de bens, serviços e informações, desde o fornecedor até o consumidor final, com o objetivo de agregar valor ao longo da cadeia de suprimentos (Bowersox; Closs; Cooper, 2014). Trata-se de uma função crítica que comprehende aquisição, armazenamento e distribuição de produtos, assegurando a eficiência operacional e a satisfação do cliente (Guedes, 2021).

Com os avanços tecnológicos, a logística tem passado por transformações impulsionadas por inovações que otimizam o fluxo de materiais e dados, tornando as operações mais coordenadas (Silva *et al.*, 2024). Essas inovações favorecem a integração entre os elos logísticos e ampliam a capacidade de respostas das empresas (Thenmozhi; Krisknakumari, 2024). Nesse cenário, a IA oferece suporte à tomada de decisão baseada em dados, tornando os serviços mais responsivos às exigências do mercado (Brito, 2024).

A aplicação da IA na logística ocorre por meio de sistemas inteligentes que processam grandes volumes de dados e fornecem informações em tempo real (Richey *et al.*, 2023). Na gestão de estoques, algoritmos de IA analisam dados históricos e padrões sazonais para prever demandas com maior precisão, possibilitando ajustes contínuos nos níveis de estoque (Al-Amin *et al.*, 2024). Essa capacidade permite o monitoramento do inventário, a identificação de produtos com alta rotatividade e a recomendação de reabastecimentos conforme a demanda (Rustice *et al.*, 2024).

Na armazenagem e separação de pedidos (*picking*), a IA contribui para a alocação inteligente dos itens no armazém, considerando o volume de movimentação e frequência de pedidos, possibilitando reorganizar rotas internas de acordo com os padrões de demanda (Morais; Morais, 2024). Além disso, ao analisar o *layout* do armazém e os fluxos operacionais, os algoritmos permitem a tomada de decisões mais alinhadas à organização do espaço (Thenmozhi; Krisknakumari, 2024).

Quanto ao relacionamento com fornecedores, a IA pode auxiliar na avaliação do desempenho logístico dos parceiros, garantindo controle de prazos e conformidade nos processos (Hidayat; Susilowati; Miranti, 2024). Soluções automatizadas possibilitam o acompanhamento do ciclo de pedidos, o envio de requisições e a gestão de prazos, por meio de ferramentas habilitadas por IA (Al-Amin *et al.*, 2024). Essas tecnologias também permitem a detecção de falhas recorrentes nos processos de fornecimento e sugerem ajustes operacionais com base nos dados históricos dos fornecedores (Thenmozhi; Krisknakumari, 2024).

Na gestão de transporte e distribuição, a IA contribui com a roteirização inteligente das entregas, antecipando condições de tráfego, reajustando rotas e redistribuindo recursos conforme as necessidades (Richey *et al.*, 2023). Essa atuação fortalece a conexão entre os centros de distribuição e os clientes. Como exemplo, a UPS (*United Parcel Service*) implementa o sistema ORION (*Onroad Integrated Optimization and Navigation*) para otimizar rotas em tempo real, reduzindo até 12 milhas por motorista por dia (Martins; Ferreira; Vale, 2023).

No atendimento ao cliente, a IA permite a personalização do serviço por meio da análise de preferências individuais e históricos de compras (Krishnamurthy *et al.*, 2024). Também possibilita a interpretação de tendências de mercado e comportamento de consumo sobre a seleção, compra, uso e descarte de produtos e serviços (Guedes, 2021). Dessa maneira, as empresas podem adaptar seus processos logísticos conforme os dados analisados, promovendo um alinhamento entre a disponibilidade de recursos e as demandas operacionais (Pinto;

Rodolpho, 2024). Por isso, conhecer as técnicas que viabilizam essas aplicações é fundamental para compreender sua efetividade na logística, como apresentado na seção 2.2.

2.2 Técnicas de Inteligência Artificial Aplicadas à Logística

O campo da IA é composto por diversas técnicas, cada uma com características específicas que permitem sua aplicação em diferentes etapas da logística. Quando utilizadas de forma estratégica, essas técnicas podem contribuir para a eficiência dos processos logísticos, sobretudo por fornecerem soluções baseadas no comportamento mercadológico (Saha *et al.*, 2024). A aplicação das técnicas permite que tendências subjacentes e flutuações sazonais sejam identificadas com antecedência, por meio de algoritmos avançados e recursos de aprendizado de máquina (Amosu *et al.*, 2024).

Dessa forma, foram consideradas as principais técnicas do ramo da IA, como o *Machine Learning (ML)*, o *Deep Learning (DL)*, as Redes Neurais Artificiais (RNAs), o Processamento de Linguagem Natural (PLN) e a Visão Computacional, com destaque para a técnica que melhor se aplica a cada processo logístico (Quadro 1) (Krishnamurthy *et al.*, 2024).

Quadro 1 – Principais Técnicas de IA Aplicadas aos Processos Logísticos

Técnica	Descrição	Processo Logístico	Aplicação
<i>Machine Learning (ML)</i>	Técnica de IA capaz de lidar com algoritmos que podem ser melhorados via dados de treinamento, através da obtenção de informações de um conjunto de dados históricos, sendo amplamente utilizada em análises preditivas e classificações no setor logístico (Batista; Oliveira, 2022).	Gestão de Estoques	Previsão de demanda, ajuste de níveis de estoque, redução de excessos e rupturas (Amosu <i>et al.</i> , 2024).
<i>Deep Learning (DL)</i>	Técnica de IA baseada em múltiplas camadas de processamento, utilizada para lidar com grandes volumes de dados complexos, permitindo que sistemas identifiquem padrões, tendências e possam tomar decisões com base em dados (Saha <i>et al.</i> , 2024).	Gestão de Transporte	Otimização de rotas logísticas, análise de tráfego, monitoramento de frotas (Pereira, 2023).
Redes Neurais Artificiais (RNAs)	Estrutura computacional inspirada no cérebro humano, capaz de modelar e ajustar conexões entre variáveis. Pode ser utilizada de forma independente ou como base para técnicas mais complexas, como o DL, adaptando-se dinamicamente a padrões identificados nos dados (Grebin, 2013).	Armazenagem e picking	Otimização de layout, previsão de alocação, sequência de separação de pedidos (<i>picking</i>) (Morais; Morais, 2024).
Processamento de Linguagem Natural (PLN)	Técnica de IA focada na interpretação da linguagem humana, por meio da análise de dados de texto e algoritmos. Permite que ocorra interação entre sistemas e humanos, análise de dados não estruturados e identificação de comportamentos humanos (Krishnamurthy <i>et al.</i> , 2024).	Atendimento ao cliente e Relacionamento com fornecedores	Automatização de atendimentos via <i>chatbots</i> e assistentes virtuais, análise de <i>feedbacks</i> , interpretação de contratos (Kumar <i>et al.</i> , 2024).

Visão Computacional	Técnica de IA desenvolvida para permitir que computadores possuam a capacidade semelhante ou superior à dos humanos na captação de mensagens visuais extraídas de imagens (Villanueva; Salenga, 2018).	Distribuição	Leitura de códigos de barras, <i>QR-codes</i> , conferência visual, rastreamento de pacotes e controle de qualidade em embalagens (Richey <i>et al.</i> , 2023).
---------------------	--	--------------	--

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

A aplicação prática dessas técnicas (Quadro 1) pode ser observada em diversas empresas. A *Amazon*, por exemplo, utiliza algoritmos de ML para prever a demanda e otimizar seus estoques com base em dados históricos e no comportamento do consumidor (Hidayat; Susilowati; Miranti, 2024). Já o sistema ORION da UPS, como citado anteriormente, é baseado em DL, que analisa variáveis como tráfego, clima e restrições de tempo para otimizar rotas de entregas em tempo real (Martins; Ferreira; Vale, 2023).

O Alibaba emprega RNAs para prever picos de demanda e garantir que os produtos estejam nos locais certos e nos períodos corretos, como em datas comemorativas, a exemplo do Dia dos Namorados (Hidayat; Susilowati; Miranti, 2024). No uso de PLN, o Walmart destaca-se ao examinar avaliações de clientes e mídias sociais com o objetivo de captar preferências de consumo e antecipar demandas (Kumar *et al.*, 2024). Por fim, a Audi utiliza Visão Computacional para personalização em massa, controle de qualidade visual e adaptação de *layout* conforme as ordens de produção (Ivanov *et al.*, 2021).

É importante pontuar que é a combinação dessas técnicas que potencializa a performance logística como um todo (Rustice *et al.*, 2024). A aplicação integrada dos recursos mencionados permite uma cadeia de suprimentos mais automatizada, responsiva e conectada, desde o planejamento de estoque até o atendimento ao cliente, viabilizando a tomada de decisão orientada por dados (Al-Amin *et al.*, 2024). Assim, a IA deixa de ser uma solução pontual e se consolida como um recurso estratégico para as empresas, por meio da otimização das operações, da redução de gargalos, do aumento da capacidade de respostas a imprevistos e da ampliação da visibilidade da cadeia logística (Hidayat; Susilowati; Miranti, 2024).

Contudo, a aplicação dessas técnicas nos processos logísticos depende de condições estruturais e organizacionais (Barbosa; Bezerra, 2020), como a disponibilidade de dados confiáveis, a compatibilidade tecnológica, a capacitação profissional e a governança de dados, que impactam diretamente sua viabilidade. Tais limitações constituem barreiras à implementação da IA na logística (Sichman, 2021), conforme discutido na seção 2.3.

2.3 Desafios e Limitações da Implementação da Inteligência Artificial

A adoção de IA em processos logísticos oferece benefícios significativos, como otimização de estoques e rotas, conforme discutido na seção anterior. No entanto, sua implementação ainda apresenta obstáculos para muitas organizações, especialmente quanto aos recursos exigidos para utilização das técnicas (Kriebitz; Lutge, 2023). Esses desafios abrangem aspectos técnicos, financeiros, organizacionais e éticos/sociais, exigindo estratégias específicas para sua superação (Al-Amin *et al.*, 2024). A compreensão dessas limitações é fundamental para que empresas maximizem o potencial da IA promovendo uma integração bem-sucedida e sustentável (Al-Amin *et al.*, 2024).

Os desafios técnicos referem-se às limitações relacionadas à infraestrutura e aos dados necessários para a implementação da IA. Um dos principais pontos é a necessidade de dados de alta qualidade, pois as técnicas exigem informações consistentes, completas e atualizadas para gerar resultados precisos sobre tendências e fatores externos (Amosu *et al.*, 2024). Caso contrário, poderá haver previsões imprecisas que comprometem a eficácia dos sistemas. Além disso, à medida que os sistemas fornecem informações com base nesses dados, é necessário garantir a governança e a integridade dos mesmos, o que exige responsabilidade das organizações quanto à coleta, atualização e uso justo dos dados (Sichman, 2021).

Entre os desafios financeiros, destaca-se o alto custo inicial de implementação, somado ao investimento contínuo em infraestrutura tecnológica, o que limita o acesso à IA por parte de pequenas e médias empresas (Pinto; Rodolpho, 2024). Muitas ainda operam com sistemas legados, incompatíveis com soluções modernas, exigindo atualizações complexas e dispendiosas (Valenzuela-Cobos *et al.*, 2025). Recursos limitados também comprometem ações como capacitação de pessoal e manutenção constante dos dados (Martins; Ferreira; Vale, 2023). Soma-se a isso a crescente dependência tecnológica, que pode gerar riscos de longo prazo, como falhas sistêmicas ou interrupções nos serviços digitais (Krishnamurthy *et al.*, 2024).

Como desafios organizacionais, destaca-se a resistência cultural corporativa, que dificulta a integração de soluções baseadas em IA, como falta de motivação (Martins; Ferreira; Vale, 2023). Ainda mais, a escassez de profissionais qualificados e a necessidade de capacitação interna também representa um desafio para a implementação bem-sucedida da IA, uma vez que requer equipes treinadas para lidar com algoritmos, análise de dados e manutenção das ferramentas (Batista; Ikeziri; Freitas, 2021).

Do ponto de vista ético e social, o avanço da automação promovida pela IA pode impactar a força de trabalho, pois, com o aumento da eficiência dos sistemas, há tendência de

substituição de tarefas manuais, o que gera preocupações quanto à redistribuição de empregos e aos efeitos econômicos da transição (Barbosa; Bezerra, 2020). A desigualdade no acesso à tecnologia também amplia a concentração de competitividade em grandes corporações, limitando oportunidades de inovação para empresas menores (Akbari; Do, 2021).

Outro ponto sensível é a segurança dos dados e o *compliance* com legislações nacionais e internacionais. A privacidade, o consentimento dos envolvidos e a proteção das informações precisam ser garantidos por meio de políticas transparentes e mecanismos de governança, como a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) (Kriebitz; Lutge, 2023). A ausência desses elementos pode comprometer a credibilidade da empresa e gerar penalizações legais, especialmente em mercados altamente regulados (Pinto; Rodolpho, 2024).

Importante sublinhar que, embora muitas pesquisas demonstrem o potencial da IA, a aplicação prática ainda é restrita a grandes empresas, criando uma lacuna para negócios menores ou menos estruturados (Pasupuleti *et al.*, 2024). Apesar da evolução tecnológica, há uma limitação de estudos de caso e evidências práticas da aplicação da IA nesses contextos, o que contribui para o ceticismo de empresas menores e dificulta a visualização de seu potencial (Akbari; Do, 2021). Sem dados concretos sobre retornos, riscos e aplicações reais, muitos gestores hesitam em investir na implementação, agravando o receio sobre o Retorno sobre o Investimento (ROI) (Valenzuela-Cobos *et al.*, 2025). Nesse contexto, o Quadro 2 visa resumir os desafios supracitados.

Quadro 2 – Desafios Relacionados a Implementação de IA em Processos Logísticos

Categoria	Desafios Relacionados	Autores
Técnicos	Qualidade e governança dos dados; compatibilidade com sistemas legados.	Sichman (2021), Valenzuela-Cobos <i>et al.</i> (2025), Pinto e Rodolpho (2024), Martins, Ferreira e Vale (2023), Batista, Ikeziri e Freitas (2021), Krishnamurthy <i>et al.</i> (2024), Akbari e Do (2021), Kriebitz e Lutge (2023)
Financeiros	Altos custos iniciais; custos de implementação e manutenção; mensuração do retorno sobre o investimento.	
Organizacionais	Falta de capacitação; resistência cultural à mudança e à inovação; dependência tecnológica na manutenção das soluções; limitações de evidências práticas.	
Éticos/Sociais	Conformidade com LGPD; segurança de dados; privacidade e transparência, <i>compliance</i> com legislações; desigualdade no acesso, e impactos sociais e trabalhistas da automação.	

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Diante desses desafios, observa-se que a implementação da IA na logística depende não apenas da disponibilidade tecnológica, mas de uma estrutura organizacional, financeira e legal consolidada (Ferigato, 2023). Por isso, essa implementação exige visão e estratégia, bem como preparação para os possíveis desafios que possam surgir, visando usufruir dos benefícios da tecnologia (Pasupuleti *et al.*, 2024).

Para superá-los, a literatura sugere abordagens que orientem a adoção da IA na logística. Em relação à capacitação, destaca-se a importância de programas internos de formação para

lidar com algoritmos e dados, bem como ações de sensibilização e engajamento dos colaboradores (Batista; Ikeziri; Freitas, 2021). Quanto aos custos e infraestrutura, parcerias com fornecedores de tecnologia e soluções de menor complexidade podem ser alternativas viáveis para pequenas empresas (Ferigato, 2023; Al-Amin *et al.*, 2024). No que se refere à qualidade dos dados e conformidade legal, políticas de governança e investimentos em segurança alinhados à LGPD devem ser aplicados (Kriebitz; Lutge, 2023).

Portanto, os desafios apresentados, como a necessidade de dados de qualidade, resistência cultural, custos e conformidade regulatória, demandam estratégias práticas que serão investigadas nesta pesquisa. Por isso, é importante discutir sobre os impactos relacionados a adoção da IA nos processos logísticos, como discutido na seção 2.4.

2.4 Impactos da Inteligência Artificial nos Processos Logísticos

Apesar dos desafios técnicos, financeiros, organizacionais e éticos/sociais discutidos na seção anterior, a adoção bem-sucedida da IA em processos logísticos gera impactos significativos, que abrangem desde a redução de custos até a ampliação da competitividade (Rustice *et al.*, 2024). Nesse contexto, a IA tem se consolidado como uma oportunidade estratégica para automatizar, flexibilizar e integrar processos logísticos, contribuindo para uma atuação mais eficiente e transparente (Richey *et al.*, 2023).

Ademais, a aplicação da IA nos processos logísticos permite a integração entre pessoas, máquinas e sistemas, viabilizando fluxos de trabalhos mais coordenados e automatizados (Akbari; Do, 2021). Com isso, além da otimização operacional, cria-se espaço para a realocação de profissionais antes dedicados a tarefas repetitivas para atividades mais estratégicas, como o controle de operações, a análise de dados e o suporte à tomada de decisões (Pinho, 2024). A Zara, por exemplo, aplica técnicas de IA na análise de avaliações e mídias sociais para antecipar tendências, ajustando o abastecimento e distribuição de forma ágil e alinhada às preferências dos consumidores (Kumar *et al.*, 2024).

Nesse viés, o Quadro 3 a seguir, apresenta uma síntese dos principais impactos positivos da IA nos processos logísticos, distribuídos entre as dimensões financeira, operacional e estratégica, além dos possíveis impactos negativos que podem surgir em função de sua adoção.

Quadro 3 – Impactos da IA nos Processos Logísticos

Impacto	Processo Logístico Afetado	Impactos Positivos Potenciais	Impactos Negativos Potenciais
Financeiro	Gestão de estoques, armazenagem	Redução de custos operacionais e aumento da lucratividade por meio da otimização de processos e integração	Altos custos iniciais superando benefícios a curto prazo; retorno financeiro demorado (Pinto;

		de sistemas (Soupenioti; Panagopoulos, 2023).	Rodolpho, 2024; Valenzuela-Cobos <i>et al.</i> , 2025).
Operacional	Transporte, distribuição	Otimização de rotas com base em dados (ex.: trânsito, clima), aumentando a agilidade das entregas (Soupenioti; Panagopoulos, 2023).	Erros em rotas devido a dados imprecisos; atrasos operacionais (Batista; Ikeziri; Freitas, 2021).
	Recebimento, separação, distribuição	Automação de processos logísticos, como recebimento, separação e distribuição, aumentando a eficiência (Valenzuela-Cobos <i>et al.</i> , 2025).	Desemprego tecnológico; falhas em sistemas automatizados (Barbosa; Bezerra, 2020; Krishnamurthy <i>et al.</i> , 2024).
	Gestão de estoques	Previsão de demanda precisa e otimização de níveis de inventário, reduzindo desperdícios (Pinho, 2024).	Erros de previsão devido a dados de baixa qualidade; excesso ou falta de estoque (Amosu <i>et al.</i> , 2024).
Estratégico	Cadeia de suprimentos	Melhoria da flexibilidade e adaptação a imprevistos, como mudanças na demanda ou interrupções logísticas (Valenzuela-Cobos <i>et al.</i> , 2025).	Baixa adesão devido a resistência cultural; custos elevados de adaptação (Martins; Ferreira; Vale, 2023).
	Atendimento ao cliente, cadeia de suprimentos	Aumento da competitividade por meio da personalização de serviços com base em dados do cliente (Wang, 2021).	Insatisfação de clientes por preocupações com privacidade; multas por não conformidade (Kriebitz; Lutge, 2023).
	Gestão da cadeia de suprimentos	Maior visibilidade e rastreabilidade, melhorando a tomada de decisão em tempo real (Kumar <i>et al.</i> , 2024).	Violações de segurança de dados; decisões baseadas em dados imprecisos (Kriebitz; Lutge, 2023).

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

No geral, os impactos apresentados no Quadro 2 evidenciam que a IA contribui para a modernização dos processos logísticos, promovendo ganhos financeiros, operacionais e estratégicos. Nesse sentido, a análise de dados em tempo real fortalece a capacidade de adaptação das empresas, permitindo que façam ajustes contínuos, tenham maior previsibilidade e respostas ágeis a imprevistos, como variações na demanda, crises de mercado ou interrupções logísticas (Valenzuela-Cobos *et al.*, 2025).

Contudo, é importante considerar que, apesar dos benefícios, a adoção da IA também pode gerar efeitos adversos, como erros decorrentes de dados imprecisos, falhas automatizadas ou altos custos iniciais, o que exige planejamento, capacitação e análise detalhada por parte das organizações (Pasupuleti *et al.*, 2024). Desse modo, a IA deve ser compreendida como um recurso estratégico capaz de transformar toda a cadeia logística, contanto que sua implementação seja feita de forma alinhada às necessidades operacionais de cada empresa e com uso eficiente dos recursos disponíveis (Akbari; Do, 2021).

3. METODOLOGIA

Esta pesquisa é de natureza exploratória e descritiva, pois visa analisar os desafios da adoção de inteligência artificial (IA) em processos logísticos e propor diretrizes práticas para superá-los (Prodanov; Freitas, 2013). Foi adotada uma abordagem qualitativa, dada a

complexidade do fenômeno e a necessidade de compreender, em profundidade, as percepções e experiências relacionadas à adoção da IA nos processos logísticos (Machado, 2023).

O método de estudo de caso múltiplo foi adotado por se mostrar adequado para responder “quais” desafios as empresas enfrentam e “como” superá-los, analisando fenômenos contemporâneos dentro de seus contextos reais, sem intervenção direta do pesquisador (Yin, 2015). Essa escolha é especialmente relevante no Brasil, onde a logística é caracterizada por heterogeneidade e limitações estruturais que influenciam a implementação da IA (Valenzuela-Cobos *et al.*, 2025).

A amostra foi composta por três empresas brasileiras de diferentes portes e setores que aplicam IA em, ao menos, um processo logístico. O método de seleção foi uma amostragem por conveniência, visto que a identificação de empresas que utilizam IA na logística ainda é limitada, o que levou a inclusão daquelas que se dispuseram a participar da pesquisa com base em contatos com associações setoriais e redes profissionais. O foco na logística justifica-se por sua relevância estratégica, dado que a eficiência na gestão de fluxos e recursos impacta diretamente a competitividade organizacional e constitui um dos setores mais desafiadores para aplicação de tecnologias digitais no Brasil (Morais; Morais, 2024).

A coleta de dados foi realizada entre os meses de junho e julho de 2025, realizada com um profissional de cada empresa, selecionados pelos critérios: (i) ocupação de cargo de gestão ou operação em logística; e (ii) experiência direta na implementação ou uso de IA nos processos logísticos da empresa. Esses critérios garantem que os participantes tenham conhecimento sobre os desafios e impactos da IA, fornecendo dados relevantes e confiáveis para a pesquisa. O instrumento de coleta consistiu em um roteiro de entrevista semiestruturada, elaborado a partir das categorias extraídas do referencial teórico, mas permitindo flexibilidade para explorar pontos adicionais levantados pelos entrevistados (Prodanov; Freitas, 2013).

As entrevistas foram agendadas conforme a disponibilidade dos participantes, e realizadas virtualmente, via *Google meet*, gravadas com consentimento, garantindo o anonimato das empresas e dos respondentes, em conformidade com os princípios éticos da pesquisa científica. O roteiro de entrevistas foi elaborado a partir da literatura revisada e organizado em cinco dimensões: perfil da empresa e do respondente; técnicas de IA utilizadas; principais desafios; impactos positivos e negativos; e estratégias/diretrizes para superação de desafios (Quadro 4).

Quadro 4 – Instrumento de coleta de dados

Dimensão	Descrição	Questões	Fonte
Perfil da Empresa e do Respondente	Caracterizar empresa e respondente.	- Porte da empresa - Segmento de atuação - Cargo ou função ocupada - Tempo de atuação na área - Abrangência geográfica	-
Técnicas de IA utilizadas	Identificar técnicas de IA aplicadas à logística.	- Quais técnicas de IA são utilizadas? - Desde quando são aplicadas? - Em quais processos logísticos são usados? Cite um exemplo. - São utilizadas em outros processos? Quais? - Como ocorreu a integração da IA e o que influenciou essa escolha? - As técnicas foram desenvolvidas internamente ou adquiridas?	Al-Amin <i>et al.</i> (2024); Rustice <i>et al.</i> (2024); Krishnamurthy <i>et al.</i> (2024); Morais e Moraes (2024).
Principais Desafios	Identificar dificuldades na adoção de IA.	- Quais foram os principais desafios na adoção da IA? - Que outras dificuldades você apontaria?	Kriebitz e Lütge (2023); Martins; Ferreira; Vale, (2023); Pinto e Rodolpho (2024); Barbosa e Bezerra (2020).
Impactos Positivos e Negativos	Avaliar efeitos da adoção da IA.	- Quais impactos positivos e negativos a IA trouxe? - Houve ganhos financeiros (rentabilidade, custos)? - Houve ganhos operacionais (eficiência, produtividade, automação)? - Houve impactos estratégicos (posicionamento, resposta a mudanças)?	Akbari e Do (2021); Valenzuela-Cobos <i>et al.</i> (2025); Soumpenioti; Panagopoulos, (2023); Pinho, (2024).
Estratégias e Diretrizes para superação de desafios	Identificar estratégias e mapear ações para superar desafios.	- Quais estratégias foram adotadas para superar desafios? - Que apoios (internos/externos) seriam úteis? - Há outros aspectos relevantes sobre a adoção da IA?	Pasupuleti <i>et al.</i> (2024); Ferigato (2023); Batista; Oliveira (2022); Saha <i>et al.</i> (2024).

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

A análise dos dados foi realizada por meio da técnica de análise de conteúdo (Bardin, 2011), seguindo três etapas: (i) pré-análise com leitura das entrevistas, organização do material e definição das unidades de registro; (ii) codificação, identificando trechos relevantes e agrupando-os em categorias e subcategorias previamente estabelecidas; e (iii) interpretação, integrando evidências empíricas e referências da literatura. Todo o processo foi organizado em uma planilha (Google Planilhas), contendo seções de categorização, garantindo rastreabilidade, coerência com a literatura e transparência na construção dos resultados.

As categorias de análise foram definidas com base no referencial teórico, contemplando: (i) técnicas de IA; (ii) processos logísticos de aplicação; (iii) desafios enfrentados; e (iv) impactos positivos e negativos. A partir delas, foram criados subcategorias, utilizadas posteriormente no processo de análise. Em cada categoria, quadros com trechos das entrevistas ilustram os resultados, os quais são confrontados com a literatura revisada, culminando em uma síntese comparativa entre os casos. Para reforçar a validade dos resultados, foi utilizada a triangulação teórica, confrontando os dados coletados com a literatura científica (Bardin, 2011;

Yin, 2015). Em suma, essa abordagem permite compreender como as organizações têm vivenciado a adoção da IA na logística e identificar oportunidades para superar as barreiras observadas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta seção apresenta os resultados e discussões da pesquisa. Inicialmente, descreve-se o perfil das empresas participantes. Em seguida, os resultados são organizados seguindo as categorias de análise: técnicas de IA, processos logísticos, desafios, impactos e diretrizes.

4.1 Perfil das Empresas

O Quadro 5 sintetiza o perfil das organizações analisadas, destacando porte declarados pelas empresas (SEBRAE/SC, 2023), segmento, abrangência, tempo de uso da IA e processos logísticos envolvidos.

Quadro 5 – Perfil das Empresas

Empresa	Porte	Segmento	Abrangência	Tempo de Uso da IA	Processos Logísticos
E1	Grande	Distribuição e revenda de combustíveis	Nacional	2 anos	Toda a cadeia logística
E2	Pequeno	Publicação e intermediação de informações que conecta clientes e transportadoras por meio de cadastros e listas do setor de logística rodoviária	Nacional	1 a 2 anos	Atendimento ao cliente e Gestão interna de rotas logísticas
E3	Pequeno	Logística Internacional	Internacional	< 1 ano	Logística Internacional

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

A análise do perfil das empresas (Quadro 5) revela contrastes marcantes quanto ao porte, abrangência e tempo de uso da IA, que se refletem diretamente na forma como a tecnologia é aplicada. A empresa E1, de grande porte e abrangência nacional, com uso mais prolongado da IA, tende a apresentar maior integração da tecnologia em suas operações logísticas, o que está em consonância com estudos que apontam a relação entre maior porte e maior capacidade de investimento em soluções tecnológicas (Akbari; Do, 2021). Já as de pequeno porte (E2 e E3) encontram-se em fases iniciais, restringindo-se a usos específicos, o que confirma a limitação típica de pequenas empresas quanto a recursos e experiência em iniciativas digitais (Pinto; Rodolpho, 2024).

No caso de E2, uma empresa de pequeno porte do segmento de intermediação de informações logísticas, observa-se a aplicação da IA no atendimento ao cliente e gestão interna de rotas. A E3, também de pequeno porte, mas com abrangência internacional, aplica IA há menos de um ano no processo de Logística Internacional, como o desembarque aduaneiro e a

gestão documental. Essas aplicações tratam-se de um uso não previsto inicialmente no referencial, mas que ampliam a compreensão sobre os contextos possíveis de adoção da IA.

Portanto, observa-se a diversidade entre as três empresas quanto ao porte, ao tempo de aplicação e aos processos logísticos em que a IA foi aplicada, o que permite identificar tanto similaridades com a literatura quanto especificidades que a extrapolam. A seguir, os resultados são apresentados conforme as categorias de análise.

4.2 Técnicas de IA Utilizadas

A análise revelou a adoção de cinco técnicas de IA nas empresas: *Machine Learning* (*ML*), *Deep Learning* (*DL*), Redes Neurais Artificiais (*RNAs*), Processamento de Linguagem Natural (*PLN*) e Automação Inteligente, esta última não prevista inicialmente no referencial teórico (Quadro 6). A distribuição dessas técnicas entre os casos evidencia diferenças ligadas ao porte, infraestrutura tecnológica e experiência com iniciativas digitais.

Quadro 6 – Técnicas de IA utilizadas

Técnica	Empresa	Trechos de Fala	Síntese
<i>ML</i>	E1	“Modelos em Python e em R [...] estão baseados em <i>machine learning</i> ” (E1)	Aplicação de <i>ML</i> em modelos computacionais para apoiar previsão de rotas e otimização de estoques.
<i>DL</i>	E1, E3	“mais capacidade gráfica de cruzamento e interpretações [...] vai pro <i>deep learning</i> ” (E1) “a própria IA Generativa, ela acaba utilizando o <i>deep learning</i> ” (E3)	Aplicação de <i>DL</i> para cruzar e interpretar dados para dimensionamento de transportes e dependência de <i>DL</i> pela IA Generativa.
<i>RNAs</i>	E1	“Modelos de Python [...] baseados em redes neurais” (E1)	Uso de <i>RNAs</i> em conjunto com <i>ML</i> para reforçar previsões logísticas.
<i>PLN</i>	E1, E2, E3	“Hoje o <i>GenAI</i> e os modelos de <i>Neural Language Processors</i> , eles fazem isso” (E1) “ele lê os dados que são inseridos e traz para a gente [...] uma análise de cada lote de dados inseridos” (E2) “A IA lê os documentos, gera esse relatório, busca nesses documentos as informações que a gente precisa” (E3)	Aplicação de <i>PLN</i> para análise de dados e padrões logísticos, além do uso de <i>LLM</i> pré-treinados para interpretações de relatórios.
Automação Inteligente	E3	“é automação junto com IA [...] a IA gera esse relatório e manda robozinho [...] fazer o registro” (E3)	Aplicação de Automação Inteligente para otimizar processos e processar dados de documentos e e-mails.

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

A técnica *PLN* foi a mais recorrente, aplicada por todas as empresas como modelo de linguagem para lidar com previsibilidade e análise de dados não estruturados. Esse achado reforça a relevância da técnica apontada por Krishnamurthy *et al.* (2024), mas, também indica uma dependência de soluções pré-treinadas, o que reduz a necessidade de infraestrutura avançada e explica sua adoção até mesmo por empresas menores, como E2 e E3. Por outro lado, *ML* e *RNAs* foram identificados apenas na E1, em um ecossistema tecnológico mais

robusto de dados e ferramentas computacionais, com *Python/R*, *data lakes* e bibliotecas analíticas. Essa exclusividade confirma que tais técnicas exigem maior capacidade técnica e investimentos em infraestrutura o que, segundo Pinto e Rodolpho (2024), tende a restringir sua aplicação a grandes organizações.

O *DL* apareceu em E1 e E3, mas de formas distintas. Enquanto a E1 já o utiliza de forma consolidada na cadeia logística, especialmente em análises profundas e cruzamento de dados para previsão de demanda, em E3 ainda está em fase de desenvolvimento, com expectativas de maior aplicabilidade no futuro. Essa diferença demonstra que o engajamento tecnológico entre as empresas, condiciona a profundidade da aplicação, apesar do potencial do *DL* para tomada de decisão (Saha *et al.*, 2024).

Ainda mais, a Automação Inteligente foi relatada apenas por E3 associada à Automação Robótica de Processos (RPA) para processar documentos e registros (Krishnamurthy *et al.*, 2024). Trata-se de um achado da pesquisa que amplia a compreensão sobre o escopo da IA evidenciando que empresas menores tendem a combinar técnicas para atender necessidades específicas, sobretudo em tarefas repetitivas de análise documental.

De modo geral, os resultados revelam que técnicas mais acessíveis e de implementação simplificada, como o PLN, estão presentes em todas as empresas estudadas, enquanto aquelas que demandam maior investimento, como ML e RNAs, concentram-se em organizações maiores e mais engajadas tecnologicamente. Esse cenário reforça que o porte e os recursos disponíveis moldam a adoção da IA, além de indicar que a combinação de técnicas pode ser uma estratégia para atender necessidades específicas de cada contexto logístico (Rustice *et al.*, 2024).

Essa diversidade de usos mostra que as técnicas não se restringem a soluções pontuais, mas configuram escolhas condicionadas por fatores estruturais e estratégicos (Hidayat; Susilowati; Miranti, 2024). Nas seções seguintes, será analisado como essas técnicas se materializam em processos logísticos específicos, permitindo compreender a abrangência e os limites de sua aplicação.

4.3 Processos Logísticos com Aplicação de IA

A aplicação da Inteligência Artificial (IA) abrange diferentes processos logísticos, mas de forma desigual entre as empresas. Foram identificadas aplicações nos seguintes processos logísticos: Gestão de Estoques, Gestão de Transporte, Armazenagem e *Picking*, Distribuição e Atendimento ao Cliente. Ainda mais, a Logística Internacional e Gestão Interna de dados logísticos (Quadro 7).

Quadro 7 – Processos Logísticos com Aplicação de IA

Processo Logístico	Empresa	Trechos de Fala	Síntese
Gestão de Estoques	E1	“aplica isso em etapas de abastecimento, suprimentos, que é um caso de uso” (E1)	Aplicação de IA para dimensionamento dos processos, como capacidade de armazéns e frotas, aplicações de planejamento de operações, predição de rupturas e riscos, roteirização e rastreabilidade, ajustes de níveis de estoques.
Gestão de Transporte	E1	“e etapas de planejamento da logística e do transporte, que é um outro caso de uso” (E1)	
Armazenagem e <i>Picking</i>	E1	“pode aplicar em etapas de armazenagem, que é outro caso de uso” (E1)	
Distribuição	E1	“e etapas de transporte e distribuição, que são outros casos de uso” (E1)	
Atendimento ao cliente	E1, E2	“melhoria no nível de serviço no atendimento mais eficaz no OTIF” (E1) “Atendimento ao cliente e processos internos [...] a gente está desenvolvendo para utilizar [...] não só de conversa, mas até de atendimento direto ao cliente” (E2)	IA impacta no OTIF, indicador que mede a qualidade das entregas para os clientes. Além de auxiliar na intermediação entre os embarcadores e transportadoras, atualizando as listas de rotas para buscas.
Logística Internacional	E3	“registro do manifesto da importação, [...] a gente faz a administração desse transporte internacional por via marítima [...] documento de registro da carta, o documento de transporte” (E3)	IA é aplicada na gestão de transporte internacional, na gestão documental, no desembarque aduaneiro e no registro do <i>Bill of Lading (BL)</i> .
Gestão Interna de dados logísticos	E2	“o nosso sistema automaticamente verifica todas as rotas de uma transportadora para encontrar coisas que estejam fora da conformidade” (E2)	Aplicação de IA para otimizar processos relacionados a gestão de interna dos dados logísticos.

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

A empresa com maior aplicabilidade de IA em processos logísticos é a E1, que a utiliza de forma abrangente em diferentes etapas, como Gestão de Estoques, Gestão de Transporte, Armazenagem e *Picking*, Distribuição e Atendimento ao cliente. Essa variedade de usos evidencia um avanço tecnológico mais elevado, permitindo que a IA atue de forma integrada em toda a cadeia logística, desde o planejamento até a entrega ao consumidor final. Esse resultado dialoga com Al-Amin *et al.* (2024), que destacam a contribuição de IA no dimensionamento de estoques e no suporte à tomada de decisão estratégica.

Na E2, a IA é aplicada principalmente na Gestão Interna de dados logísticos, com foco na automação de verificações e análises que antes eram realizados manualmente. Apesar de ser um achado específico da pesquisa, essa prática alinha-se ao que discutem Morais e Morais (2024), ao apontarem a automação de processos como alternativa para maior eficiência e controle operacional. Já a E3 concentra a aplicação de IA em processos de Logística Internacional, envolvendo desembarque aduaneiro, registro de importações, análise documental e liberação de carga na alfândega brasileira. Essa aplicação vai além do referencial teórico, mas demonstra a flexibilidade da IA em atender demandas de contextos regulatórios e operacionais distintos, reforçando a ideia de Brito (2024) sobre o papel da tecnologia na redução de erros e no aumento da agilidade dos processos.

Essa disparidade entre as empresas sugere que a adoção de IA em processos logísticos está diretamente ligada a experiência com iniciativas digitais e às prioridades estratégicas de cada organização. Enquanto a E1 consegue aplicar a IA de forma sistêmica em diferentes processos, E2 e E3 a utilizam de modo mais pontual, em áreas específicas de sua operação. Isso indica que, embora a funcionalidade da IA seja amplamente reconhecida, sua implementação prática ainda depende de fatores estruturais, como infraestrutura de dados, capacitação e alinhamento estratégico (Barbosa; Bezerra, 2020). Assim, essa heterogeneidade evidencia que a aplicação da IA depende do alinhamento entre engajamento tecnológico e necessidades operacionais, o que prepara o terreno para compreender os desafios enfrentados na sua implementação, discutidos no tópico 4.4.

4.4 Desafios Enfrentados na Adoção de IA

Além das técnicas e processos logísticos identificados, há alguns obstáculos que impactam a adoção da IA. Embora a literatura aborde dificuldades como altos custos, infraestrutura tecnológica e resistência cultural, os resultados desta pesquisa evidenciam que os desafios enfrentados pelas empresas entrevistadas variam em diferentes perspectivas, dependendo do nível de experiência e do contexto operacional (Quadro 8) em consonância com a literatura (Ferigato, 2023).

Quadro 8 – Desafios Enfrentados pelas Empresas Entrevistadas

Categorias	Desafio Relacionado	Empresa	Trechos de Fala
Técnicos	Governança de dados	E1	“problemas de governança interna de tecnologia, baixa maturidade de governança de tecnologia” (E1)
	Compatibilidade e Integração com sistemas legados	E3	“a gente não conseguiu fazer a integração do nosso sistema direto na IA, [...] porque cada um fala uma linguagem, esse nosso sistema é antigo” (E3)
Financeiros	Alto custo de implementação	E2	“que é o custo quase que da compra, o custo da implantação inicial desse desenvolvimento” (E2)
	Retorno sobre o Investimento (ROI)	E1	“o ROI, retorno do investimento, não foi atingido” (E1)
Organizacionais	Resistência Cultural	E3	“tive problema cultural das pessoas se motivarem a colaborar. A entender que a IA é para ajudar” (E3)
	Capacitação e treinamento	E1, E3	“desafio de capacidade analítica da mão de obra atual [...] skills analíticos muito deficitários [...] desacelera muito até colocar todo mundo no mesmo nível” (E1) “tive que fazer um treinamento primeiro com a equipe, para a equipe poder ajudar nessa migração do processo manual para o processo digital” (E3)
	Dependência tecnológica	E2	“pode ficar a dependência [...] você está dependendo de uma ferramenta [...] você está meio condenado a continuar com ele” (E2)
	Escalabilidade e manutenção de correções	E2	“o desafio é mesmo de você identificar um processo que pode ser melhorado e facilitado e modificar ele de uma forma que você pode utilizar a inteligência artificial” (E2)

	Escassez de evidências práticas	E2	“O principal desafio desse caso é você enxergar as oportunidades e efetivamente fazer o uso disso [...] são ganhos de escala que são ainda difíceis da gente prever” (E2)
	Integração com o negócio	E1	“um outro <i>player</i> é a integração com o negócio” (E1)
Éticos/Sociais	Segurança dos dados	E3	“porque a IA deixa os seus dados muito expostos [...] houve falha de segurança, teve que voltar tudo, teve que refazer” (E3)

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Nos desafios técnicos, observa-se a recorrência de dificuldades ligadas à integração de sistemas e governança dos dados. E1 destacou limitações quanto a baixa maturidade na governança da tecnologia, enquanto E3 relatou dificuldades quanto a compatibilidade das técnicas de IA com o sistema antigo da empresa. Tais dificuldades evidenciam limitações relacionadas à infraestrutura e aos dados necessários para implementação da IA, o que corrobora Sichman (2021) e Valenzuela-Cobos *et al.* (2025), ao ressaltarem a necessidade de equipes responsáveis pelo uso justo dos dados e de atualizações complexas e dispendiosas em sistemas incompatíveis.

Quanto ao aspecto financeiro, encontra-se o alto custo de implementação relatado por E2, que vai além do custo monetário imediato, abrangendo também o desenvolvimento contínuo. Essa evidência demonstra como pequenas empresas podem enfrentar limitações de recursos, exigindo investimentos constantes em infraestrutura tecnológica, reforçando a perspectiva de Pinto e Rodolpho (2024). Já E1 menciona a dificuldade de obter Retorno sobre o investimento (ROI). Nesse caso, embora se trate de uma grande corporação, nota-se que os altos custos podem resultar na não obtenção do ROI, corroborando o ponto de vista de Valenzuela-Cobos *et al.* (2025) e reforçando o receio de empresas menores quanto a investir nessas soluções.

Entre os desafios organizacionais, E2 e E3 relataram com maior frequência questões ligadas à resistência cultural e à limitação das equipes. Já a E1 destacou dificuldades relacionadas à capacitação, ao treinamento e à integração da tecnologia com o negócio (achado da pesquisa), ressaltando a ausência de uma gestão de mudança eficaz. Esses relatos evidenciam que, independentemente do porte, é indispensável contar com equipes preparadas para lidar com soluções tecnológicas (Martins; Ferreira; Vale, 2023; Batista; Ikeziri; Freitas, 2021).

Ademais, embora a IA ofereça suporte direto à tomada de decisão, na E2 ainda persiste a insegurança em confiar plenamente em suas recomendações, impossibilitando a exploração do potencial da IA. Ainda mais, enaltece a escassez de evidências práticas de aplicações da IA, o que reforça Krishnamurthy *et al.* (2024), ao alertarem para os riscos de longo prazo da

dependência tecnológica, como falhas sistêmicas ou interrupções operacionais. Já no aspecto ético e social, apenas E3 ressaltou preocupações relacionadas à segurança dos dados e à confiabilidade das informações tratadas pela IA, mas ainda que menos recorrente entre as demais, é fundamental considerar a crescente sensibilidade de dados e o risco de vulnerabilidades cibernéticas, conforme alertam Kriebitz e Lutge (2023).

Nessa perspectiva, nota-se que as dificuldades se reforçam mutuamente, pois a dificuldade técnica em integrar sistemas, por exemplo, gera desafios organizacionais, como a resistência interna e a necessidade de treinamentos, ao mesmo tempo em que demanda investimentos adicionais, gerando desafios financeiros. Desse modo, os desafios enfrentados demonstram que a adoção da IA na logística exige mudanças estruturais e estratégicas, além de exigir estratégias adaptadas ao porte e ao nível de avanço tecnológico de cada organização.

4.5 Impactos da Adoção de IA

A adoção da inteligência Artificial (IA) nos processos logísticos gerou impactos tanto positivos quanto negativos, que se distribuíram em três categorias principais: financeira, operacional e estratégica. A seguir, esses aspectos são apresentados de forma integrada, evidenciando convergências e contradições nos relatos das empresas (Quadro 9).

Quadro 9 – Impactos Positivos e Negativos da Adoção de IA

Impactos	Impacto Relatado	Empresa	Trechos da Fala
Positivos	Financeiros	Redução de custos operacionais	E1, E3 “menor custo operacional para os times que controlam, ordenam e administram a área de logística e transporte” (E1) “reduz o custo operacional do processo” (E3)
		Aumento da lucratividade	E1 “conseguiram aumentar em 4% o faturamento da firma” (E1)
	Operacionais	Otimização de processos	E1, E2, E3 “Custo, atributos técnicos para o nosso problema” (E1) “otimizar e aumentar a velocidade” (E2) “hoje a gente tem uma pessoa supervisionando e a IA fazendo esse processo” (E3)
		Ganho de eficiência	E1, E2, E3 “economicidade e eficiência de cadeias [...] então foi ganho de eficiência” (E1) “ganho de tempo muito grande por conta do uso da IA [...] tem um ganho de eficiência” (E2) “Tem tido impactos positivos [...] na eficiência da nossa operação” (E3)
		Automação de processos	E1, E3 “Essa GenAI [...] desde o embarque até a entrega no posto ou numa indústria” (E1) “a gente tem também um robozinho e essa aqui é de automação” (E3)
		Precisão na previsão de demanda	E1, E2 “modelos de previsão de demanda como o <i>Handle Forecast</i> ” (E1) “para tentar prever e melhorar os resultados” (E2)
		Redução de erros e desperdícios	E2, E3 “o uso é de mitigação de erros” (E2) “diminuição de tempo de resposta, diminuição considerável de erro” (E3)

	Estratégicos	Melhoria da flexibilidade e adaptação a imprevistos	E1	“se adaptar muito mais rápido a uma condição não prevista, evitar rupturas” (E1)
		Aumento da competitividade	E3	“ela vem para continuar sendo uma empresa competitiva” (E3)
		Maior visibilidade e rastreabilidade	E1, E3	“ele acessa aquilo ali e prontamente ele tem uma resposta de como proceder e a quem acionar” (E1) “o tempo de retorno desse investimento é um tempo considerado baixo dos benefícios que a gente tem” (E3)
		Suporte à tomada de decisões	E1	“a velocidade e a assertividade na tomada de decisão” (E1)
Negativos	Operacionais	Atrasos operacionais	E1, E2, E3	“40% de atraso que a gente chama de <i>overrun</i> de projeto” (E1) “o atraso maior é por parte da implantação” (E2) “O atraso foi devido à demora na integração entre os sistemas” (E3)
		Custos elevados de manutenção	E2	“tenha um custo também das pessoas envolvidas no processo” (E2)

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Na categoria financeira, E1 destacou a redução de custos operacionais e o aumento da lucratividade, enquanto E3 apontou a diminuição de custos via otimização de recursos, mostrando que a IA contribui para eliminar desperdícios e reorganizar processos economicamente (Soumpenioti; Panagopoulos, 2023). Por outro lado, E2 destacou custos elevados de manutenção, principalmente devido à necessidade de treinamentos e acompanhamento constante dos dados fornecidos pela IA. Logo, os benefícios financeiros se contrapõem a gastos adicionais, como impacto negativo operacional, sugerindo que a redução de custos depende da capacidade organizacional de equilibrar investimentos em tecnologia e em equipes (Sichman, 2021).

Os impactos financeiros positivos estão diretamente associados aos ganhos operacionais, especialmente em relação à otimização de processos e à eficiência. Nas três empresas analisadas, a IA foi percebida como uma ferramenta de aceleração das operações logísticas, permitindo maior agilidade e precisão, em linha com Valenzuela-Cobos *et al.* (2025). Também se destacaram a automação de atividades repetitivas (E1 e E3) e a melhoria nas previsões de demanda (E1 e E2), que ampliam a capacidade de resposta ao mercado.

Outro ponto relevante foi a redução de erros e desperdícios (E2 e E3), o que comprova a capacidade analítica da IA em antecipar falhas e minimizar erros, conforme discutem Hidayat, Susilowati e Miranti (2024). Entretanto, os mesmos entrevistados apontaram obstáculos operacionais ligados à implementação, como “*overrun*” de projeto, associado ao aumento de complexidade no início da adoção (E1), dificuldades de implantação (E2) e problemas de integração entre sistemas (E3). Esses aspectos reforçam Batista, Ikeziri e Freitas (2021), ao apontarem que a integração da IA demanda mudanças estruturais e culturais nas organizações.

Em relação a categoria estratégica, os principais benefícios identificados foram a melhoria da flexibilidade e adaptação a imprevistos (E1), o aumento da competitividade (E3), a maior visibilidade e rastreabilidade (E1 e E3) e o suporte à tomada de decisões (E1). Tais resultados demonstram como as análises realizadas pela IA permitem que as empresas obtenham informações em tempo real, ampliando a capacidade de adaptação a diferentes cenários. Além de permitir o acesso a dados que aprimoram a visibilidade da cadeia logística e a tomada de decisão baseada em evidências, fortalecendo a competitividade organizacional (Wang, 2021; Kumar *et al.*, 2024).

Embora não tenham sido relatados impactos estratégicos negativos de forma direta, emergiu a percepção de que tais benefícios só se concretizam quando há capacidade organizacional para lidar com os desafios operacionais e financeiros (Martins; Ferreira; Vale, 2023). Apesar dessas limitações, as empresas apontam que os benefícios gerados pela adoção superam os impactos negativos, considerados quase nulos diante das melhorias proporcionadas pela IA. Desse modo, os resultados demonstram que a IA viabiliza fluxos de trabalhos mais eficientes e coordenados, além de posicionar as organizações de forma mais estratégica e competitiva no mercado (Akbari; Do, 2021).

De forma geral, os impactos positivos prevalecem, sobretudo em eficiência e redução de custos, mas os negativos concentram-se na implementação e manutenção. Isso sugere que os resultados da IA não são automáticos, mas dependem de capacidade organizacional para mitigar riscos, especialmente em empresas menores. Portanto, com medidas adequadas, é possível mitigar os desafios da implementação e potencializar os impactos positivos da tecnologia, como será discutido na seção seguinte sobre diretrizes para superação.

4.6 Diretrizes para Superação de Desafios

Diante dos desafios identificados, torna-se necessário adotar medidas estratégicas para potencializar os benefícios da IA e mitigar seus impactos negativos. Considerando que a organização de recomendações em níveis hierarquizados é uma prática consolidada na literatura (Vial, 2019), o Quadro 10 apresenta diretrizes práticas classificadas em três níveis hierárquicos: críticas, de mitigação, e complementares. A definição dessas diretrizes resultou da análise dos achados da pesquisa em alinhamento com o referencial teórico, sendo que a classificação foi orientada pela prioridade de cada solução: indispensável para viabilizar a adoção da IA (críticas), necessária para controlar barreiras e reduzir riscos (mitigação) ou aplicável como estratégia opcional de conhecimento e potencialização (complementares).

Quadro 10 – Diretrizes Práticas para Superação de Desafios da Adoção de IA em Processos Logísticos

Categoría	Subcategoria	Diretriz proposta	Hierarquia
Desafios Técnicos	Governança de dados	Implantar políticas de governança e padronização de dados.	Crítica
	Compatibilidade e Integração com sistemas legados	Adotar integração gradual e uso de plataformas interoperáveis, com testes-piloto.	Mitigação
Desafios Financeiros	Alto custo de implementação	Buscar parcerias estratégicas e planejamento financeiro mais elaborado.	Crítica
	Retorno sobre o investimento (ROI)	Alinhar a adoção da IA com os processos e atividades financeiras estratégicas.	Mitigação
Desafios Organizacionais	Resistência cultural	Promover gestão de mudança e comunicação interna, envolvendo os colaboradores desde o início do projeto.	Crítica
	Capacitação e treinamento	Empregar capacitação técnica, para uso da IA, e estratégica, para compreender os impactos no negócio.	Crítica
	Dependência tecnológica	Diversificar fornecedores e capacitar as equipes para dar suporte quando necessário.	Mitigação
	Escalabilidade e manutenção de correções	Adotar estratégias de implementação por fases e processos de monitoramento e ajustes.	Mitigação
	Escassez de evidências práticas	Estimular <i>benchmarking</i> , compartilhamento de experiências e participação em eventos sobre inovação.	Complementar
	Integração com o negócio	Realizar alinhamento estratégico entre gestores e colaboradores sobre objetivos da IA.	Crítica
Desafio Ético/Social	Segurança dos dados	Investir em medidas de segurança cibernética adequadas, com protocolos de criptografia.	Crítica
Impacto Operacional Negativo	Atrasos operacionais	Utilizar metodologias ágeis de projetos e planejamento antecipado das etapas de implementação.	Mitigação
	Custos elevados de manutenção	Buscar capacitação interna, para reduzir dependência e parcerias externas para suporte.	Mitigação

Fonte: Elaborado pela autora com base em Krishnamurthy *et al.* (2024), Batista, Ikeziri e Freitas (2021), Martins, Ferreira e Vale (2023), Pinto e Rodolpho (2024), e nos dados da pesquisa (2025).

As diretrizes propostas neste estudo envolveram, especialmente, capacitação contínua, integração gradual da IA aos sistemas e processos, segurança de dados, interoperabilidade das plataformas e planejamento de implantação, sempre acompanhados de gestão da mudança, classificadas em diferentes níveis de relevância conforme sua contribuição para a adoção. Essas diretrizes foram estabelecidas com base nas experiências relatadas pelas empresas e na interpretação de estudos, como Krishnamurthy *et al.* (2024) e Batista, Ikeziri e Freitas (2021).

Observa-se que a maioria dos desafios enfrentados está ligada a fatores humanos, como capacitação e treinamento, resistência cultural, gestão de mudança e integração com o negócio, o que reforça que a tecnologia sozinha não garante resultados, exigindo preparação e envolvimento organizacional (Martins; Ferreira; Vale, 2023). Nesse sentido, destaca-se também a necessidade de investimentos em infraestrutura tecnológica e governança de dados, considerados fundamentais para implementação da IA (Pinto; Rodolpho, 2024).

Em síntese, a aplicação dessas diretrizes pode ampliar o comprometimento das equipes, por meio do engajamento e da motivação impulsionados pelos times de liderança, ao reconhecerem o potencial da tecnologia em otimizar processos e gerar eficiência. Recomenda-

se igualmente avaliar programas-piloto e testes gratuitos oferecidos por fornecedores como mecanismo de experimentação controlada, útil para reduzir custos e identificar necessidades específicas de adaptação dos sistemas. Portanto, essas diretrizes devem ser compreendidas como métodos estratégicos que, se bem aplicados, contribuirão para minimizar erros, superar barreiras organizacionais e potencializar os impactos positivos da IA na logística.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo analisar os desafios enfrentados pelas empresas na adoção da inteligência artificial (IA) em processos logísticos, buscando responder à questão: *quais os desafios potenciais enfrentados pelas empresas para a adoção de inteligência artificial em seus processos logísticos e como superá-los?*

Foram identificados desafios técnicos (governança de dados, integração com sistemas legados), financeiros (alto custo de implementação e ROI incerto), organizacionais (resistência cultural, falta de capacitação, dependência tecnológica) e ético-sociais (segurança e privacidade). Esses obstáculos impactam diretamente os resultados obtidos, explicando por que, embora a IA traga ganhos em eficiência, redução de custos e maior competitividade, sua implementação ainda enfrenta barreiras e, por si só, não garante resultados, pois sua efetividade depende do alinhamento entre tecnologia, gestão, cultura organizacional e estratégia da empresa (Ferigato, 2023; Martins; Ferreira; Vale, 2023).

Embora esses desafios tenham sido comuns entre os casos, observou-se que empresas de menor porte enfrentam maiores limitações, sobretudo pela escassez de recursos financeiros e humanos, o que restringe suas oportunidades de adoção (Akbari; Do, 2021). Já empresa de maior porte demonstrou maior capacidade de lidar com custos iniciais, mas relatou maior complexidade na integração com o negócio, o que confirma que os desafios assumem naturezas distintas conforme o porte e o contexto organizacional (Pinto; Rodolpho, 2024).

Quanto aos impactos, verificou-se predominância dos impactos positivos em relação aos negativos, como a redução de custos operacionais, ganhos de eficiência, maior flexibilidade e competitividade, bem como avanços em visibilidade da cadeia logística e tomada de decisão baseada em dados (Soumpenioti; Panagopoulos, 2023; Valenzuela-Cobos *et al.*, 2025). Em contrapartida, os impactos negativos concentram-se na fase de implementação, como falhas de integração, sobrecarga inicial de manutenção e altos custos de capacitação, os quais, embora relevantes, foram percebidos como superáveis diante dos benefícios gerados.

As diretrizes propostas reforçam que a adoção da IA requer governança de dados, capacitação contínua e planejamento financeiro, apoiadas por medidas como segurança de

dados, interoperabilidade de sistemas e metodologias ágeis, que reduzem riscos de implantação. De maneira complementar, o *benchmarking* e as parcerias ampliam os benefícios. A hierarquização dessas diretrizes em níveis críticos, de mitigação e complementares, aliada ao quadro que relaciona técnicas de IA e processos logísticos, constitui contribuição analítica deste estudo, oferecendo um instrumento prático para gestores e pesquisadores interessados na implementação integrada da IA em logística.

A principal contribuição empírica desta pesquisa é revelar as diversas formas de aplicabilidade da IA em PMEs brasileiras, como o uso da automação inteligente para análise documental e a aplicação em processos de logística internacional, além da evidência de que até empresas de grande porte enfrentam dificuldades em obter retorno financeiro. Esses achados ampliam o debate acadêmico ao oferecer evidências pouco exploradas na literatura, geralmente centrada em grandes corporações e economias desenvolvidas.

No campo gerencial, oferece diretrizes práticas para apoiar gestores na implementação da IA de forma gradual e estratégica. Como limitação, destaca-se a dificuldade de acesso a empresas, o que restringiu a amostra a três empresas e limita a generalização dos resultados. Adicionalmente, por questões de confiabilidade e disponibilidade, as empresas não forneceram informações detalhadas sobre seu contexto interno, representando uma restrição para o aprofundamento esperado em um estudo de caso múltiplo. Desse modo, recomenda-se que estudos futuros ampliem o número de setores e portes analisados, adotem abordagens longitudinais para acompanhar a evolução da adoção da IA e investiguem comparativamente os impactos em países em desenvolvimento.

Conclui-se que a adoção de IA em processos logísticos não segue um padrão uniforme, mas é condicionada pelo porte e nível de experiências com iniciativas tecnológicas das empresas. Enquanto organizações maiores integram a tecnologia em diferentes etapas da cadeia, as PMEs limitam-se a aplicações pontuais e adaptadas à sua realidade. Além disso, representa uma oportunidade estratégica para transformar a logística, mas sua efetividade depende de um processo de implementação consciente e adaptado ao contexto de cada empresa. Não se trata apenas de investir em tecnologia, mas de alinhar gestão, cultura e recursos de forma integrada.

REFERÊNCIAS

- AKBARI, M.; DO, T. N. A. A systematic review of machine learning in logistics and supply chain management: current trends and future directions. *Benchmarking: An International Journal*, v. 28, n. 10, p. 2977–3005, 2021.

AL-AMIN, K. O.; EWIM, C. P. M.; IGWE, A. N.; OFODILE, O. C. AI-enabled intelligent inventory and supply chain optimization platform for SMEs. *Comprehensive Research and Reviews Journal*, v. 2, n. 2, p. 001–012, 2024.

AMOSU, O. R.; KUMAR, P.; OGUNSUJI, Y. M.; ONI, S.; FAWORAJA, O. AI-driven demand forecasting: enhancing inventory management and customer satisfaction. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, v. 23, n. 2, p. 708–719, 2024.

BARBOSA, X. C.; BEZERRA, R. F. Breve introdução à história da inteligência artificial. *Jamaxi*, Rio Branco, v. 4, n. 2, p. 90–97, 2020.

BARDIN, L. Análise de conteúdo. São Paulo: Edições 70, 2011.

BATISTA, J. V. M.; IKEZIRI, L. M.; FREITAS, T. P. Logística 4.0: perspectivas da aplicação de inteligência artificial na logística interna. In: *ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – ENEGP*, 41., 2021, Foz do Iguaçu. *Anais...* Rio de Janeiro: ABEPRO, 2021.

BATISTA, L. C.; OLIVEIRA, M. R. Ciência de dados aplicado à logística. *Revista Interface Tecnológica*, Taquaritinga, SP, v. 19, n. 1, p. 65–77, 2022.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B. *Gestão logística da cadeia de suprimentos*. Trad. Luiz Claudio de Queiroz Faria. 4. ed. Porto Alegre: Grupo A, 2014. E-book. ISBN 9788580553185.

BRITO, G. C. Revisão sistemática sobre o uso da inteligência artificial na logística utilizando o Methodi Ordinatio. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Administração) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2024.

CAETANO, G. Tendências e inovações promovidas pela IA no setor de logística. *MIT Technology Review Brasil*, 26 out. 2024.

FERIGATO, E. Logística inteligente: avanços, desafios e perspectivas futuras. *Humanidades & Tecnologia (FINOM)*, v. 41, n. 1, p. 198–200, jul./set. 2023.

GREBIN, S. Z. *Combinação em série e em paralelo de modelos de Redes Neurais e Regressão Logística: um estudo de caso em Cross-Selling*. 2013. Monografia (Bacharelado em Estatística) – Instituto de Matemática, Departamento de Estatística, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

GUEDES, T. A. A logística e o serviço de entrega: o impacto de processos logísticos e os fatores que contribuem nas avaliações de estabelecimentos de fast-food. *RAU Revista de Administração UNIMEP*, v. 19, n. 2, Edição Especial, 2021.

HIDAYAT, A.; SUSILOWATI, H.; MIRANTI, A. Utilizing AI for predicting demand and managing supply chains in e-commerce organizations. *Journal of Management and Informatics*, v. 3, n. 2, p. 250–266, 23 ago. 2024.

IVANOV, D.; TANG, C. S.; DOLGUI, A.; BATTINI, D.; DAS, A. Researchers' perspectives on Industry 4.0: a multi-disciplinary analysis and opportunities for operations management. *International Journal of Production Research*, v. 59, n. 7, p. 2055–2078, 2021.

KRIEBITZ, A.; LÜTGE, C. Inteligência artificial e direitos humanos: uma avaliação ética nos negócios. *Direito Público*, [S.l.], v. 20, n. 106, 2023.

KRISHNAMURTHY, S.; TIRUPATI, K. K.; GANIPANENI, S.; SHRIVASTAV, A.; VASHISHTHA, S.; JAIN, S. Leveraging AI and machine learning to optimize retail operations and enhance supply chains. *International Research Analysis Darpan*, v. 12, n. 3, p. 1037–1069, 2024.

KUMAR, P.; CHOUBEY, D.; AMOSU, O. R.; OGUNSUJI, Y. M. AI-enhanced inventory and demand forecasting: using AI to optimize inventory management and predict customer demand. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, v. 23, n. 1, p. 1931–1944, 2024.

MACHADO, J. R. F. Metodologias de pesquisa: um diálogo quantitativo, qualitativo e quali-quantitativo. Lavras: *Devir Educação*, v. 7, n. 1, p. 1-21, 2023.

MARTINS, A.; FERREIRA, J.; VALE, J. O papel da inteligência artificial nos transportes e na logística. In: CAMACHO, F. (Org.). *88 vozes pela inteligência artificial: o que fica para a máquina e o que fica para o homem?* Lisboa: Oficina do Livro, 2023. p. 49–57.

MORAIS, M. O.; MORAIS, G. A. Os impactos da Indústria 4.0 e da inteligência artificial nas atividades logísticas empresariais. *Revista FSA*, Teresina, PI, v. 21, n. 1, art. 8, p. 134–149, jan. 2024.

PASUPULETI, V.; THURAKA, B.; KODETE, C. S.; MALISETTY, S. Enhancing supply chain agility and sustainability through machine learning: optimization techniques for logistics and inventory management. *Logistics*, Basel, v. 8, n. 3, p. 73, 2024.

PEREIRA, C. L. *Estudo bibliométrico sobre inteligência artificial na logística*. 2023. Monografia (Curso Superior de Tecnologia em Gestão de Logística) – Faculdade de Tecnologia Deputado Ary Fossen, Jundiaí, 2023.

PINHO, F. A. S. *Impacto da inteligência artificial na logística: uma revisão da literatura*. 2024. Projeto de Graduação (Licenciatura em Ciências Empresariais) – Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2024.

PINTO, V. G.; RODOLPHO, D. IA na otimização de processos de manufatura. *Interface Tecnológica*, Taquaritinga, v. 21, n. 1, p. 884–894, 2024.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. *Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas de Pesquisa e do Trabalho Acadêmico*. 2^a ed. Novo Hamburgo: Universidade Feevale, 2013.

RICHEY, R. G.; BRAU, J.; PESSOT, E.; TREIBLMAIER, H.; REJEB, A. Artificial intelligence in logistics and supply chain management: a primer and roadmap for research. *Journal of Business Logistics*, v. 44, n. 4, p. 532–549, 2023.

RUSTICE, L. A. O.; CARVALHO, J. S.; BARCELOS, A. F. V.; SANTANA, V. B. Aplicação de técnicas de inteligência artificial na otimização de processos logísticos. *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, [S.l.], v. 22, n. 5, p. e4460, 2024.

SAHA, R.; SHOFIULLAH, S.; FAYSAL, A. M.; TABASSUM, A. F.; ARIF, I.; SIDDIKI, A. A systematic literature review on artificial intelligence applications in supply chain demand

forecasting. *Asian Journal of Business Administration, Innovation and Sustainability*, v. 4, n. 4, p. 109–126, out. 2024.

SEBRAE/SC. Qual a receita bruta e o número de empregados de um MEI, ME e EPP? Disponível em: <https://www.sebrae-sc.com.br/blog/numero-de-empregados-receita-bruta-para-meи-me-epp>.

SICHMAN, J. S. Inteligência artificial e sociedade: avanços e riscos. *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 35, n. 101, p. 37–50, 2021.

SILVA, L. H.; MAGALHÃES, L. M. L.; DOALTO, C. S.; ANJOS, A. P. A utilização do Programa Operacional Padrão na melhoria contínua da padronização de processos logísticos industriais. *Revista Foco*, v. 17, n. 11, p. 01–23, 2024.

SILVA, A. P.; GUIMARÃES, L. M. A inserção da inteligência artificial na logística: implicações para a eficiência operacional e a competitividade na cadeia de suprimentos. *Revista Tópicos*, [S.l.], v. 22, n. 5, p. 1–19, 2025.

SOUMPENIOTI, V.; PANAGOPOULOS, A. The role of artificial intelligence in logistics: implications for operational efficiency and supply chain competitiveness. In: *INTERNATIONAL WORKSHOP ON SEMANTIC AND SOCIAL MEDIA ADAPTATION AND PERSONALIZATION – SMAP*, 18., 2023, [S.l.]. *Proceedings.... IEEE*, 2023.

THENMOZHI, V.; KRISHNAKUMARI, S. Artificial intelligence in enhancing operational efficiency in logistics and SCM. *International Journal of Scientific Research in Science and Technology*, Chennai, India, v. 11, n. 5, p. 316–323, set./out. 2024.

VALENZUELA-COBOS, A.; VERA-CABANILLA, B.; CASTILLO-HEREDIA, L.; VALENZUELA-COBOS, J. Industry 4.0 in logistics management in Latin America: a bibliometric review. *Journal of Industrial Engineering and Management*, Barcelona, v. 18, n. 1, p. 115–129, 2025.

VIAL, G. Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *Journal of Strategic Information Systems*, v. 28, n. 2, p. 1180-144, 2019.

VILLANUEVA, M. B.; SALENGA, L. M. Previsão de rendimento da cultura do melão amargo usando algoritmo de aprendizado de máquina. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, v. 9, n. 3, p. 78–84, 2018.

WANG, S. Q. Applications of artificial intelligence in the new logistics model development based on wireless communication technology. *Scientific Programming*, v. 2021, article ID 5166993, 5 p., 2021.

YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 5. ed. Tradução: Cristhian Matheus Herrera. Porto Alegre: Bookman, 2015.