

Governo do Estado do Pará
Universidade do Estado do Pará
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia
Curso de Graduação em Engenharia de Produção



BRUNO ERIK DINIZ DOS SANTOS
BYANCA CAROLINE COSTA

**PROPOSTA DE *FRAMEWORK* PARA POTENCIALIZAR O USO DA
INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA GESTÃO DE OPERAÇÕES LOGÍSTICAS:
UMA ANÁLISE DE *STAKEHOLDERS*, DESAFIOS E BENEFÍCIOS**

Belém – PA
2025

BRUNO ERIK DINIZ DOS SANTOS
BYANCA CAROLINE COSTA

Proposta de *framework* para potencializar o uso da inteligência artificial na gestão de operações logísticas: uma análise de *stakeholders*, desafios e benefícios

Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia de Produção, apresentado ao Centro de Ciências Naturais e Tecnologia da Universidade do Estado do Pará como requisito avaliativo parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Vitor William Batista Martins.



FOLHA DE APROVAÇÃO

"Proposta de framework para potencializar o uso da inteligência artificial na gestão de operações logísticas: uma análise de stakeholders, desafios e benefícios". Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito necessário para obtenção do título de Engenheiro de Produção pelos alunos BRUNO ERIK DINIZ DOS SANTOS e BYANCA CAROLINE COSTA, em 01 de dezembro de 2025 na Universidade do Estado do Pará (UEPA), e aprovado pela Banca Examinadora, formada pelos seguintes membros:

Dr. Vitor William Batista Martins, UEPA

Orientador

M.Sc. Rodrigo Rangel Ribeiro Bezerra, UEPA

1º Avaliador

D.Sc. André Cristiano Silva Meio, UEPA

2º Avaliador

Belém/PA, 01 de dezembro de 2025.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me conceder força, discernimento e coragem ao longo desta jornada. Sua presença foi meu alicerce, iluminando meu caminho e oferecendo paz nos momentos de incerteza. Foi Ele quem me sustentou diante dos desafios que surgiram, renovando minhas energias quando pensei em desistir e fortalecendo minha fé para seguir adiante.

Agradeço à minha avó, que sempre esteve ao meu lado oferecendo apoio, coragem e a oportunidade de iniciar e seguir firme nesta jornada até o fim. Seus ensinamentos, amor e carinho, além da sua confiança em meu potencial foram fundamentais para que eu acreditasse nos meus sonhos.

Agradeço à minha mãe, meu maior ponto de apoio e a pessoa a quem sempre recorro nos momentos difíceis. Desde cedo me ensinou a acreditar no meu potencial e a compreender que, com dedicação, disciplina e ética, posso conquistar tudo aquilo que desejo. Sou imensamente grato por seu amor incondicional, por cada palavra de incentivo e por acreditar em mim mesmo quando eu duvidava.

Sou grato ao meu amigo Rômulo, que esteve comigo em todos os momentos do curso, me ajudante, me animando e me incentivando sempre que precisava.

À minha dupla de TCC e amiga, Byanca, por aceitar iniciar este trabalho comigo e tornar a caminhada mais leve. Sua parceria trouxe alegria e fez toda a diferença nesta trajetória. Sou grato pela dedicação, amizade e apoio durante todo o processo.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Vitor William Batista Martins, que aceitou e abraçou a proposta deste TCC, além de sua, confiança nesse processo, aliada à sua dedicada orientação que foram fundamentais para o desenvolvimento deste estudo.

E, por fim, agradeço a todos os meus amigos, que tive a felicidade de conhecer e compartilhar tantos sorrisos e momentos especiais. Cada conversa e cada risada contribuíram para tornar essa caminhada mais leve e mais especial.

Bruno Erik Diniz dos Santos

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pela força, sabedoria e amparo ao longo de toda a minha trajetória até aqui. Agradeço também a Nossa Senhora de Nazaré pela proteção e pelo acalento nos momentos de desespero.

À minha mãe, Josefina minha gratidão por ter dedicado sua vida e seu trabalho para me proporcionar as melhores oportunidades, além de me ensinar o valor do conhecimento e da perseverança. Dedico este trabalho à memória do meu pai, Israel, que, embora não possa celebrar esta conquista ao meu lado, permanece presente em minha história e em minhas motivações. À minha madrinha, Joseila, e às minhas primas Emanuelle e Geovanna, agradeço pelo incentivo constante e pelo apoio nos momentos em que precisei estudar à noite. Meus agradecimentos a todos os meus familiares, tios, sobrinhos e primos que de diferentes formas, me encorajaram ao longo desta jornada.

Ao Dhiordan, meu pai de consideração, agradeço por acreditar no meu potencial e por me ensinar sobre disciplina, trabalho duro e curiosidade, valores que foram essenciais durante esta caminhada. Aos meus amigos, deixo meu carinho e gratidão por tornarem a rotina mais leve, pelos momentos compartilhados e pelo apoio emocional em cada etapa.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Vitor William Batista Martins, agradeço pela orientação cuidadosa e pela paciência na construção deste trabalho. Sou profundamente grata pela confiança e pelo apoio constante durante todo o percurso.

À minha dupla de TCC e amigo Bruno, agradeço por ter aceitado compartilhar comigo este trabalho, incluindo os momentos de alegria e os desafios do caminho. Sou muito grata pela sua amizade, parceria e por tudo o que construímos juntos ao longo desse processo.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para que este momento fosse possível. A todos meu muito obrigado.

Byanca Caroline Costa

*“Se você não gosta do seu destino,
não aceite. Em vez disso, tenha coragem
de mudá-lo do jeito que você quer.”*

Uzumaki Naruto

RESUMO

A crescente demanda por eficiência, integração e competitividade tem impulsionado a adoção da inteligência artificial (IA) no setor logístico brasileiro. Contudo, essa incorporação ainda enfrenta desafios estruturais, tecnológicos e organizacionais que dificultam sua implementação efetiva. Nesse contexto, este estudo teve como objetivo propor e validar um *framework* capaz de potencializar o uso da IA na gestão de operações logísticas. Para isso, empregou-se uma abordagem quali-quantitativa, composta por revisão de literatura e validação empírica por meio de um *survey* com profissionais do setor logístico, cujos dados foram analisados pelos métodos *Lawshe* e Técnica para Ordenação de Preferência por Similaridade à Solução Ideal. O estudo identificou os *stakeholders* envolvidos, validou os desafios essenciais à adoção da IA e ordenou os benefícios segundo seu grau de importância. Os resultados permitiram consolidar um *framework* validado que reúne, de forma integrada, os elementos estruturantes para orientar estratégias de adoção da IA, contribuindo para a ampliação da eficiência, confiabilidade e maturidade digital das operações logísticas no Brasil. O modelo proposto oferece contribuições teóricas e práticas ao mapear fatores críticos da transformação digital logística e ao fornecer diretrizes aplicáveis para organizações que buscam ampliar o uso de tecnologias inteligentes.

Palavras-chave: Inteligência Artificial; Operações Logísticas; *Framework*; *Lawshe-TOPSIS*; *Stakeholders*; Desafios; Benefícios.

ABSTRACT

The increasing demand for efficiency, integration, and competitiveness has encouraged the adoption of artificial intelligence (AI) in the Brazilian logistics sector. However, this implementation still faces structural, technological, and organizational challenges that limit its effective application. In this context, this study aims to propose and validate a framework capable of enhancing AI adoption in logistics operations management. A qualitative–quantitative approach was adopted, combining a literature review with an empirical survey answered by logistics professionals. The collected data were analyzed using the Lawshe and Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution methods. The study identified the key stakeholders involved, validated the essential challenges to AI adoption, and ranked the benefits according to their perceived importance. The results enabled the consolidation of a validated framework that integrates these elements to support decision-making and guide AI implementation strategies. The proposed model contributes both theoretically and practically by highlighting the critical factors shaping digital transformation in logistics and by offering applicable guidelines for organizations seeking to strengthen the adoption of intelligent technologies in the Brazilian context.

Keywords: *Artificial Intelligence; Logistics Operations; Framework; Lawshe-TOPSIS; Stakeholders; Challenges; Benefits.*

LISTA DE FIGURA

Figura 1 – <i>Framework</i> Conceitual	34
Figura 2 – <i>Framework</i> Validado	41

LISTA DE TABELA

Tabela 1 – Equações necessárias para cálculo do <i>Content Validation Ratio</i>	25
Tabela 2 – Matrizes e equações do método TOPSIS	27
Tabela 3 – <i>Stakeholders</i> do setor logístico brasileiro	28
Tabela 4 – Desafios na inserção da IA na gestão de operações logísticas	30
Tabela 5 – Benefícios da inserção da IA na gestão de operações logísticas.....	31
Tabela 6 – Análise de validação dos desafios via método de <i>Lawshe</i>	35
Tabela 7 – Médias atribuídas aos benefícios analisados	36
Tabela 8 – Matriz R com valores normalizados.....	37
Tabela 9 – Valores ponderados da matriz V	38
Tabela 10 – Solução ideal positiva e negativa	38
Tabela 11 – Distâncias da solução ideal positive e negativa e C_i^* coeficiente.....	38
Tabela 12 – Ranqueamento dos indicadores	39

LISTA DE ABREVIATURAS

AI	Inteligência Artificial
AIoT	Inteligência Artificial aplicada à Internet das Coisas
DL	<i>Deep Learning</i>
IA/ML	Inteligência Artificial / <i>Machine Learning</i>
IoT	Internet das Coisas
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
PIB	Produto Interno Bruto
SCM	Gestão da Cadeia de Suprimentos
CVR	Content Validation Ratio
TOPSIS	Técnica para Ordenação de Preferência por Similaridade à Solução Ideal

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1 Objetivos.....	16
1.1.1 Objetivo Geral.....	16
1.1.2 Objetivos Específicos.....	16
1.2 Estrutura do TCC.....	16
2. REVISÃO DA LITERATURA	17
2.1 Logística e Gestão de Operações Logísticas	17
2.2 Inteligência Artificial: Definição e Aplicações na Logística.....	19
2.3 <i>Stakeholders</i> do Setor Logístico	20
2.4 Desafios da Inserção da IA na Gestão de Operações Logísticas	22
2.5 Benefícios da Inserção da IA na Gestão de Operações Logísticas	22
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	22
4. RESULTADOS E DEBATES ASSOCIADOS	27
4.1 <i>Stakeholders</i> , Desafios e Benefícios para potencializar o uso da Inteligência Artificial na gestão de operações logísticas considerando o contexto brasileiro	27
4.2 <i>Framework</i> Conceitual Proposto.....	33
4.3 Aplicação da abordagem <i>Lawshe-TOPSIS</i>	35
4.4 <i>Framework</i> validado e debates associados	40
4.5 Implicações para teoria e prática	51
5. CONCLUSÕES	52
REFERÊNCIAS	54
APENDICE – QUESTIONÁRIO	54

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a inteligência artificial (IA) tem se consolidado como uma força transformadora em diversas esferas da sociedade, sendo aplicada desde situações simples do cotidiano até processos mais complexos no ambiente corporativo, tanto de forma direta quanto indireta, em produtos e serviços (AI-BASED, 2023; CARVALHO, 2021). Sua rápida evolução tem impulsionado inovações e a otimização de processos em múltiplos setores, representando uma vantagem competitiva significativa para a sobrevivência e o crescimento de empresas e indústrias (DHAMIJA; BAG, 2020). Organizações de grande porte e startups adotam tecnologias inteligentes para aumentar a eficiência e reduzir os custos (TANEJA et al., 2023). Esse crescimento exponencial no uso da IA evidencia não apenas uma transformação tecnológica, mas também uma mudança estrutural nas estratégias organizacionais e na cultura empresarial (ALET, 2024). Essa transformação desafia gestores a repensarem modelos tradicionais e a investirem em novas competências e habilidades, além de estabelecer a necessidade de entender mais a relação homem-máquina (CANBUL YAROĞLU, 2025; SPOSATO, 2024).

Neste sentido, vale destacar a importância da IA para a geração de vantagem competitiva nas empresas, ao viabilizar a personalização de produtos e serviços, a otimização de processos e a melhoria da tomada de decisões. A IA viabiliza a análise avançada de grandes volumes de dados, identificando padrões e tendências que possibilitam ações mais assertivas e eficientes. Além disso, sua integração em modelos preditivos e sistemas automatizados reduz custos operacionais e aumenta a produtividade, tornando as organizações mais ágeis e adaptáveis às exigências do mercado (OKREPILOV et al., 2022; YUAN; KIM; GAO, 2024).

Neste contexto, de maneira específica, vale destacar a importância do setor logístico brasileiro e de sua extensa malha rodoviária, uma vez que o sistema de transporte de cargas no país é historicamente dominado pelo modal rodoviário. Conforme demonstrado por Ghisolfi *et al.* (2024), mais de 60% do transporte de mercadorias no Brasil é realizado por rodovias, constituindo-se no principal segmento impulsionador da competitividade da economia nacional. Segundo Innovation Norway (2020), os custos logísticos no Brasil representam mais de 12% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional.

A eficiência no transporte e na distribuição de mercadorias é fundamental para reduzir custos operacionais (BRANCO et al., 2021). Investimentos em tecnologia e infraestrutura têm modernizado processos e ampliado a capacidade de resposta do setor (CHUNG, 2021; LAGORIO et al., 2022). Entretanto, o Brasil ainda depende principalmente de um único modelo de transporte, havendo a oportunidade de integração entre outros modos de transporte fortalece a cadeia de suprimentos, também tem entraves como a falta de regulamentação, a infraestrutura inadequada, o roubo de cargas e a complexa interação do transporte de cargas com o tráfego urbano (FIORAVANTI et al., 2024; VIEIRA et al., 2024). Esse cenário evidencia a relevância estratégica do setor para o desenvolvimento econômico.

Embora a IA tenha avançado em diversas áreas, Vilas-Boas, Rodrigues e Alberti (2023) evidenciam que há uma escassez de estudos que abordem a integração da IA com tecnologias do setor logístico.

Em países de economia emergente, o setor logístico enfrenta desafios significativos, como a escassez de infraestrutura adequada, elevados custos operacionais e ausência de incentivos econômicos. Szmelter-Jarosz; Chmiel e Śledzik (2023) destacam que a precariedade da infraestrutura técnica e digital, aliada à falta de planejamento e à baixa confiabilidade nos serviços, compromete o desempenho logístico e dificulta a adoção de soluções inovadoras. Essas limitações são agravadas pela carência de políticas públicas específicas, pela baixa integração entre os agentes da cadeia e pela inexistência de mecanismos que promovam a cooperação entre empresas, o que eleva os custos com transporte, armazenagem e coordenação (SUMO et al., 2023).

Considerando tal importância, vale analisar os *stakeholders*, os desafios e os benefícios envolvidos nesse contexto. Compreender os atores impactados, os obstáculos enfrentados e os potenciais ganhos permitem a formulação de estratégias mais eficazes para a adoção da IA na logística. A partir dessa análise, é possível fundamentar a construção de um *framework* que oriente a integração da IA na gestão de operações logísticas no Brasil.

Diante do contexto da falta de estudos que aprofundem mais sobre a inserção da IA na gestão de operações logísticas no Brasil, a realização de uma pesquisa torna-se importante. Nesse sentido, esta pesquisa é nortada pelo seguinte questionamento: “Como deve ser um *Framework* que seja capaz de potencializar o uso da Inteligência Artificial na gestão de processos logísticos?”. E será

desenvolvida a partir da aplicação de um *survey* a profissionais que atuam nesse setor, seguida da validação dos dados coletados utilizando o método de *Lawshe* e consolidando um conjunto de desafios válidos para construção de literatura sobre o tema.

Portanto, para responder esse questionamento, foi definido como objetivo do estudo: elaborar e validar um *framework* capaz de potencializar o uso da IA no contexto da gestão de processos logísticos.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo Geral

Elaborar e validar um *framework* capaz de potencializar o uso da Inteligência Artificial (IA) no contexto da gestão de processos logísticos.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Identificar na literatura os *stakeholders* envolvidos na gestão de operações logísticas no contexto brasileiro;
- Contribuir com a construção de conhecimento e fomentar a utilização de ferramentas envolvendo a IA no setor logístico;
- Gerar debates sobre possíveis meios de potencializar a IA em operações logísticas.

1.2. Estrutura do TCC

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) está estruturado em tópicos abordados de acordo com a literatura existente e o contexto a qual o problema está inserido, desta forma, na sequência estão compreendidos:

A revisão da literatura, no qual foi abordado a gestão de operações logísticas, as aplicações da IA no contexto de gestão de operações logísticas e as literaturas contendo os *stakeholders*, desafios e benefícios identificados na literatura para a construção do trabalho.

Os procedimentos metodológicos, onde são detalhadas as estratégias de pesquisa adotadas, que incluem a revisão de literatura e uma *survey* realizada em cinco etapas principais: (a) identificação dos *stakeholders*, desafios e benefícios associados ao contexto da potencialização do uso da IA na gestão de operações logísticas; (b) elaboração de um questionário baseado nesses desafios e benefícios; (c) aplicação da *survey* com profissionais da área; (d) validação dos dados utilizando o método de *Lawshe-Topsis*; e (e) discussão dos resultados obtidos.

Seguindo pelos resultados e debates associados, onde são analisados os desafios validados e o ranqueamento dos benefícios com base na opinião de profissionais do setor logístico, permitindo uma discussão aprofundada à luz da literatura revisada. Os debates ressaltam a relevância de cada um dos *stakeholders*, desafios validados e os benefícios ordenados seguindo a lógica dos resultados coletados do *survey* e da literatura destacando suas implicações.

A seção de implicações para teoria e prática que destaca as contribuições do estudo para o campo da gestão logística e para a adoção da IA no setor. No âmbito teórico, a pesquisa enriquece a literatura ao trazer visibilidade para os *stakeholders* envolvidos, os desafios validados e a ordem dos benefícios alcançados, contextualizados no setor logístico brasileiro. O uso do método de *Lawshe-Topsis* agrega credibilidade aos resultados, ao aplicar um processo sistemático e estatístico de validação.

Por fim a seção de conclusão, que apresenta os resultados alcançados, limitações identificadas e sugestões para estudos futuros. Ressalta se o estudo atingiu seus objetivos ao identificar os *stakeholders* envolvidos na gestão de operações logísticas assim como a validação dos desafios que devem ser superados e a ordem dos benefícios que os profissionais do setor logístico consideram importante, utilizando revisão da literatura e uma *survey* aplicada a profissionais da área. Destaca-se a que a análise dos dados, por meio do método *Lawshe-Topsis*, permitiu uma visão contextualizada dos obstáculos enfrentados e do ranqueamento dos benefícios, contribuindo tanto para o avanço do conhecimento sobre o tema quanto para o desenvolvimento de *framework* que auxilie na potencialização do uso de IA no contexto da gestão de operações logísticas.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Logística e Gestão de Operações Logísticas

A logística, originalmente associada a operações militares, passou a ser incorporada aos processos empresariais nas décadas seguintes à Segunda Guerra Mundial, inicialmente voltada para atividades como transporte, armazenagem e movimentação de materiais (MATUSIEWICZ; KSIAŹKIEWICZ, 2023). Com o tempo, sua função ampliou-se para abranger a gestão da cadeia de suprimentos, envolvendo a integração de processos e o alinhamento entre diferentes agentes logísticos (HAAG; JÜNGER, 2023). A intensificação da complexidade nas operações

e a crescente necessidade de respostas ágeis e coordenadas contribuíram para a consolidação da logística como uma função estratégica nas organizações (CASTANEDA et al., 2022; HAAG; JÜNGER, 2023). Nesse cenário, emerge a Logística 4.0, resultante da incorporação de tecnologias como Internet das Coisas (IoT), big data, IA, blockchain, sistemas ciberfísicos e robótica avançada, que transformam os sistemas logísticos em ambientes conectados, preditivos e orientados por dados (BIELECKI, 2023; BIGLIARDI; CASELLA; BOTTANI, 2021).

Diante dessa visão mais tecnológica, essa transformação exige uma gestão logística mais integrada, voltada não apenas para o controle eficiente dos fluxos físicos, mas também para a coordenação inteligente de atividades interdependentes, como transporte, armazenagem, movimentação de materiais, gestão de estoques e distribuição (HAAG; JÜNGER, 2023; MATUSIEWICZ; KSIAŹKIEWICZ, 2023). A importância estratégica dessas áreas decorre da sua influência direta na capacidade da organização de atender aos mercados com agilidade, confiabilidade e equilíbrio de custos. Em setores de alta complexidade, uma gestão logística bem estruturada pode mitigar riscos operacionais e ambientais, contribuindo significativamente para o desempenho organizacional (HAAG; JÜNGER, 2023). Além disso, a adoção de abordagens colaborativas, como a logística compartilhada, evidencia a busca por eficiência por meio da racionalização de recursos e da integração entre diferentes *stakeholders* (MATUSIEWICZ; KSIAŹKIEWICZ, 2023).

Paralelamente, a crescente incerteza nos mercados e a necessidade de respostas ágeis e adaptativas reforçam a valorização da logística como função estratégica. Nesse sentido, Castaneda et al. (2022) apontam que a capacidade de adaptação das operações frente a variações externas, sejam elas tecnológicas, econômicas ou ambientais, se torna importante para a construção de cadeias de suprimentos resilientes. Dessa forma, a incorporação de tecnologias habilitadoras associadas à Logística 4.0 tem ampliado as possibilidades de otimização, controle em tempo real e tomada de decisão baseada em dados, contribuindo para uma atuação logística mais proativa e responsiva (BIELECKI, 2023; BIGLIARDI; CASELLA; BOTTANI, 2021; YOUNIS; WUNI, 2023). Essa circunstância, marcada por volatilidade, eventos disruptivos e pressões por sustentabilidade, torna evidente a necessidade de novas soluções, como a IA, para superar desafios emergentes e alavancar a competitividade logística.

2.2. Inteligência Artificial: Definição e Aplicações na Logística

A IA é definida como um conjunto de tecnologias capazes de simular aspectos do comportamento humano, como o raciocínio, a aprendizagem e a tomada de decisão a partir de dados (AHMAD, 2024; FANG et al., 2023). De acordo com Ahmad (2024), a IA envolve técnicas como machine learning, *deep learning* e processamento de linguagem natural, que permitem o reconhecimento de padrões e a predição de resultados com base em grandes volumes de dados.

No campo da logística, a IA tem se destacado por sua capacidade de lidar com a complexidade crescente das operações e pela sua contribuição na automação de tarefas críticas. Conforme Chen et al. (2024), a utilização de modelos de IA, como algoritmos de aprendizado e métodos de otimização, permite melhorar a alocação de recursos, a roteirização de entregas e a previsão de demanda, com impacto direto na redução de custos e no aumento da eficiência operacional. Nesse sentido, Ferreira e Reis (2023) ainda destacam que a aplicação da IA, aliada à automação, tem impulsionado a transição para sistemas logísticos inteligentes, em que tecnologias como machine learning e *deep learning* são empregadas na execução autônoma de tarefas, contribuindo para a redução de falhas, o aumento da adaptabilidade operacional e a integração entre sistemas humanos e robóticos, o que possibilita o desenvolvimento de soluções colaborativas com potencial para transformar ambientes logísticos complexos.

Nesse mesmo contexto, Bigliardi; Casella e Bottani (2021) apontam que a IA, combinada a tecnologias como Internet das Coisas, big data e sistemas ciberfísicos, favorece a criação de redes logísticas interconectadas, preditivas e automatizadas, com capacidade de analisar dados em tempo real e ampliar o controle sobre os fluxos logísticos. Complementarmente, Bielecki (2023) observa que, diante de fatores como mudanças climáticas e instabilidades de mercado, a IA tem sido incorporada como instrumento de resiliência nas cadeias de suprimentos, ao possibilitar a antecipação de cenários e a otimização contínua das operações logísticas com foco na sustentabilidade.

2.3. Stakeholders do setor logístico

Os *stakeholders* são indivíduos ou grupos que, de alguma forma, influenciam ou são influenciados pelas atividades de uma organização. Eles podem incluir acionistas, clientes, fornecedores, colaboradores, comunidade local e órgãos reguladores (LI; VERHAGEN; CURRAN, 2020). A identificação clara de cada stakeholder permite uma gestão mais estratégica e alinhada aos objetivos do

projeto. O engajamento efetivo envolve comunicação transparente, definição de expectativas e feedback contínuo (MILES, 2017). Além disso, o mapeamento de interesses e níveis de poder auxilia na priorização de esforços de relacionamento. Uma boa gestão de *stakeholders* contribui para mitigação de riscos, aumento da confiança e sustentabilidade dos resultados. Por fim, reconhecer e integrar as necessidades de cada parte interessada fortalece a governança e a responsabilidade social da empresa.

Nesse contexto, os fornecedores são parceiros estratégicos que abastecem a cadeia de suprimentos com matérias-primas, componentes ou produtos acabados (MODGIL; SINGH; HANNIBAL, 2022; ORDIBAZAR et al., 2025). Eles garantem a continuidade operacional, pois qualquer interrupção no fornecimento pode provocar atrasos em toda a rede logística. Com a digitalização e o uso de blockchain, os fornecedores passam a oferecer maior transparência e rastreabilidade de suas entregas (NURYANTO et al., 2024; PERANO et al., 2023). Em cenários de risco e crises, sua capacidade de adaptação rápida é crucial para manter o fluxo de insumos e suportar operações emergenciais. A colaboração estreita e o compartilhamento de dados em tempo real fortalecem a confiança mútua e otimizam a gestão de estoques.

Os consumidores finais determinam as demandas e priorizam os critérios de compra, como por exemplo: o preço, o tempo, a quantidade e a qualidade (NICOLETTI; APPOLLONI, 2024; WALTER; AHSAN; RAHMAN, 2025). Suas escolhas influenciam diretamente o design de produtos e práticas de produção adotadas pelas empresas. Com o acesso a informações em tempo real, esperam transparência sobre a origem, composição e impacto ambiental dos bens adquiridos (NICOLETTI; APPOLLONI, 2024). E sua lealdade e satisfação com os serviços são fundamentais para entender o que o serviço ou empresa deve melhorar.

O governo atua como regulador, definindo normas e padrões que norteiam a operação de cadeias de suprimentos e garantem a segurança jurídica dos contratos (ASOKAN et al., 2022). Por meio de agências de fomento e incentivos fiscais, ele financia projetos de inovação, como iniciativas em blockchain e IoT (GARAY-RONDERO et al., 2020).

Os gestores são *stakeholders* que detêm autoridade para tomar decisões estratégicas e operacionais (NICOLETTI; APPOLLONI, 2024). Eles articulam recursos financeiros, humanos e tecnológicos visando o atingimento de metas

corporativas. Com alto poder de influência, orientam políticas internas e moldam a cultura organizacional. Seu interesse principal reside em maximizar eficiência, reduzir riscos e promover inovação contínua (DI VAIO et al., 2024). Se apoiando em indicadores de desempenho para monitorar resultados. A comunicação transparente e periódica é importante para alinhar expectativas e garantir o engajamento de equipes. Assim, a participação ativa dos gestores consolida processos, fortalece a governança e impulsiona o sucesso sustentável da empresa.

A sociedade é impactada direta ou indiretamente pelas ações de uma organização (ADEL et al., 2024). Como stakeholder, manifesta valores, expectativas e demandas relacionadas a aspectos sociais, ambientais e éticos. A opinião pública e as pressões comunitárias orientam práticas empresariais e políticas de responsabilidade social (NICOLETTI; APPOLLONI, 2024). A sociedade busca transparência, sustentabilidade e compromisso com o bem-estar coletivo nas operações corporativas (ASOKAN et al., 2022). As organizações devem dialogar de forma aberta e inclusiva para compreender preocupações e construir confiança. A participação ativa da sociedade contribui para a legitimação de projetos e para a minimização de riscos reputacionais.

Os provedores de serviços logísticos são *stakeholders* que garantem o fluxo eficiente de produtos e matérias-primas ao longo da cadeia de suprimentos. Atuam em transporte, armazenagem e distribuição, alinhando-se às estratégias corporativas para otimizar prazos e reduzir custos operacionais (FAREED et al., 2024; PERANO et al., 2023). Sua flexibilidade e capacidade de adaptação a imprevistos influenciam diretamente a satisfação do cliente e a imagem da empresa (PERANO et al., 2023). Exigem contratos bem definidos, acordos de nível de serviço claros e indicadores de desempenho para monitorar qualidade e pontualidade. A implementação de sistemas de rastreamento e gestão integrada de estoques amplia a visibilidade e minimiza riscos logísticos.

2.4. Desafios da inserção da IA na gestão de operações logísticas

Nesse contexto, Spinelli e Fonseca (2024) realizaram e validaram uma pesquisa por meio de uma abordagem quali-quantitativa, na qual identificaram os principais desafios relatados na literatura e os submeteram à avaliação de especialistas da área. Para validar os dados obtidos a partir de um *survey* aplicado a esses profissionais, os autores utilizaram o método de *Lawshe*. Como resultado, foram identificados 10 desafios, a saber: treinamento da equipe, integração dos

sistemas de gestão, fluxo de informação e dados, dificuldade de padronização de processos, incentivo e compromisso das lideranças, resistência à mudança por parte dos colaboradores, limitações tecnológicas, segurança de dados, transparência das companhias provedoras de IA e falta de padrão legislativo.

2.5. Benefícios da inserção da IA na gestão de operações logísticas

Os avanços tecnológicos têm proporcionado inúmeros benefícios em diversas áreas. No campo da logística, a incorporação da IA tem permitido o monitoramento em tempo real das operações logísticas, o que impacta positivamente indicadores como a satisfação do cliente e a eficiência operacional. Nesse contexto, Mazzinghy et al. (2025) conduziram e validaram uma pesquisa com abordagem quali-quantitativa, por meio da qual identificaram os principais benefícios mencionados na literatura e os submeteram à avaliação de especialistas do setor. Para validar as informações obtidas por meio de um *survey* aplicado a esses profissionais, os autores utilizaram a ferramenta TOPSIS. Como resultado, foram identificados 15 benefícios principais, a saber: satisfação do cliente, melhoria da eficiência operacional, incentivos para inovação, melhoria da imagem da empresa, vantagem competitiva, melhoria da qualidade dos processos, redução de custos, aumento da produtividade, confiança nos dados, compartilhamento de boas ideias, efetiva gestão de riscos, promoção da transparência, redução das desigualdades digitais, promoção da inclusão e fortalecimento da cultura empresarial.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo, trata-se de uma pesquisa exploratória e descritiva com uma abordagem quanti-qualitativa.

Esta pesquisa foi desenvolvida considerando a execução de cinco etapas bem definidas, a saber: a) revisão da literatura para a fundamentação teórica necessária ao entendimento do contexto e elaboração do *framework* conceitual proposto; b) desenvolvimento do questionário a ser aplicado junto aos profissionais de logística que utilizam; c) Execução da *survey*; d) tratamento dos dados coletados via uma abordagem híbrida *Lawshe-TOPSIS* para a validação do *framework*, e; e) elaboração de debates associados e conclusões.

Na etapa 1 de revisão da literatura, foram consultadas as seguintes bases científicas: *Emerald insights*, *Science direct* e *Web of Science*. Os termos de busca utilizados nas bases científicas foram: “Gestão de Operações Logísticas”,

“Inteligência Artificial”, “*Stakeholders*” e “Brasil”. Tais termos também foram utilizados de forma combinada por meio da função “AND” nas buscas de cada base científica. Além disso, foi considerado no filtro de data o período de últimos cinco anos. As referências encontradas serviram de base para a elaboração do contexto de pesquisa apresentado na seção introdutória, seção de referencial teórico e na elaboração do *framework* conceitual proposto, relacionado com os desafios e benefícios para a potencializar o uso de IA na gestão de operações logísticas considerando o contexto de *stakeholders*, desafios e benefícios no setor logístico brasileiro.

Uma vez identificado na literatura os *stakeholders*, no contexto da gestão de operações logísticas, partimos para o desenvolvimento da etapa 2, ou seja, a estruturação e elaboração do questionário utilizado junto aos profissionais de logística no Brasil que utilizam a IA.

O questionário foi composto de três partes, sendo a primeira correspondente aos dados de caracterização do respondente (tempo de experiência no setor, titulação acadêmica e cargo que ocupa na operação logística). A segunda parte do questionário corresponde a análise dos desafios para a gestão de operações logísticas considerando o contexto do uso de IA, nesta parte, os profissionais respondentes tiveram a analisar cada desafio por meio de uma escala de três pontos, onde tinham que julgar se superar esse desafio é essencial para a potencialização do uso de IA no setor logístico brasileiro, se o desafio é importante, mas não essencial, ou, se o desafio não é importante.

Na terceira parte, para cada um dos benefícios, os profissionais tinham que julgar por meio de uma escala de 0 a 10, sendo que notas intermediárias poderiam ser atribuídas livremente, o quão determinante o benefício analisado é para potencializar o uso da IA na gestão de operações logísticas considerando o contexto do setor logístico brasileiro, onde a nota 0 significava que o benefício não é determinante para potencializar o uso da IA na gestão de operações logísticas considerando o contexto do setor logístico brasileiro e a nota 10 que o indicador é extremamente determinante para potencializar o uso da IA na gestão de operações logísticas considerando o contexto do setor logístico brasileiro. No total, foram considerados na pesquisa quinze benefícios.

A etapa 3, consistiu na execução da *survey* junto aos profissionais por meio da aplicação do questionário para a coleta de dados. São considerados aptos a

responder profissionais da logística que já utilizam a IA ou que possuem interesse nessa ferramenta. O questionário foi enviado por e-mail, chats de redes sociais e aplicativos de mensagens, sendo disponibilizado um prazo de 15 dias para responder.

O mesmo foi enviado para um total de 230 profissionais de logística, tendo obtido 55 respostas, resultando em uma taxa de retorno de 23,91%.

Destes 55 respondentes, quanto a formação, 52,7% possuem graduação, 43,6% possuem especialização e 3,7% possuem pós-graduação. Quanto ao tempo de experiência atuando na área de logística, 41,10% possuem até 5 anos de experiência, 28,6% possuem até 10 anos de experiência, 19,6% possuem até 15 anos de experiência, 7,1% possuem até 20 anos de experiência e 3,6% possuem até 25 anos de experiência.

Em seguida, a etapa 4, correspondeu ao tratamento dos dados coletados. Para tal, foram utilizados de forma conjunta os métodos de *Lawshe* e TOPSIS. Como o objetivo foi validar os desafios *que impactam no contexto*, o método *Lawshe* foi aplicado considerando os dados coletados. O TOPSIS foi utilizado na análise dos benefícios, uma vez que o objetivo foi ordenar os mesmos considerando o quão determinante cada benefício é para potencializar o uso de IA na gestão de operações logísticas no Brasil. Para o *Lawshe* seguiu-se as diretrizes e aplicação de acordo com o modelo demonstrado por Leite et al. (2025), de forma semelhante, para o TOPSIS foram consideradas as diretrizes e aplicação demonstradas por Leite et al. (2025). Abaixo são detalhados o passo a passo de aplicação dos métodos *Lawshe* e TOPSIS que foram realizados neste estudo.

Destaca-se que o método de *Lawshe* foi aplicado em análises direcionadas a especialistas de um determinado contexto e que objetivam a validação de itens para o contexto em análise, no caso desta pesquisa os itens correspondem aos desafios. A partir dos questionários respondidos o método foi aplicado realizando inicialmente o cálculo do CVR - *Content Validity Ratio* para cada desafio do questionário, conforme a Equação 1.

Sendo ne: número de especialistas que consideram o critério como “essencial” e N: número total de especialista que participaram da pesquisa. Dessa forma, o CVR varia entre -1 e +1, de maneira que -1 caracteriza discordância perfeita, enquanto +1 caracteriza concordância perfeita, o CVR é positivo no cenário em que 50% das respostas forem como “essencial”, por outro lado o CVR será

negativo quando menos de 50% dos especialistas indicam como “não essencial”. Quando o CVR é igual a zero, isso indica, que a metade dos especialistas responderam como “essencial” e a outra metade “não essencial” Leite *et al.* (2025). Valores que estão abaixo do limite crítico podem ser excluídos na versão final. Para o cálculo do $CVR_{crítico}$, inicialmente é calculada a média, conforme a Equação 2.

Sendo “n” o número de respondentes e “p” a probabilidade de assinar a alternativa como essencial, a partir do cálculo da média é feito o cálculo da variância e do desvio padrão, conforme as equações 3 e 4. Com os cálculos anteriores é possível definir o $CVR_{crítico}$, conforme a Equação 5. Sendo o $necrítico = \mu + z \cdot \sigma$, considerando o valor de $z = 1,96$ e o nível de significância de 5%, na distribuição normal padrão.

Tabela 1: Equações necessárias para cálculo do *Content Validation Ratio*

Equação 1 - <i>Content Validity Ratio</i>	$CVR = \frac{ne - \frac{N}{2}}{\frac{N}{2}}$
Equação 2 – Média	$\mu = n \cdot p$
Equação 3 – Variância	$\sigma^2 = n \cdot p \cdot (1 - p)$
Equação 4 – Desvio Padrão	$\sigma = \sqrt{n \cdot p \cdot (1 - p)}$
Equação 5 - <i>Content Validity Ratio</i> Crítico	$CVR_{crítico} = \frac{necrítico - \frac{N}{2}}{\frac{N}{2}}$

Fonte: Adaptado de Leite *et al.* (2025).

Com relação ao TOPSIS, o mesmo foi utilizado para gerar o ordenamento dos benefícios considerados neste estudo, este método se adequa a estudos de caráter exploratório para a ampliação dos debates no contexto analisado. Exemplo de aplicação do método TOPSIS em pesquisa exploratória pode ser vista em Leite *et al.* (2025).

A aplicação do método se inicia por meio de média atribuída pelos especialistas que responderam o *survey*. Foram atribuídos pesos diferentes aos grupos e, conseqüentemente, os graus de importância também serão variados, auxiliando na fundamentação e eficiência na tomada de decisões. A atribuição dos pesos para cada um dos grupos de respondentes será 0,50 ao Grupo 1 (respondentes com acima de 20 Anos de experiência), 0,30 ao Grupo 2

(respondentes com experiência entre 10 e 20 anos) e 0,20 ao Grupo 3 (respondentes com até 10 anos de experiência).

Com a definição dos pesos aos grupos, desenvolveu-se os sete passos do TOPSIS. Inicialmente, deve-se estruturar uma matriz D com elementos (x_{ij}), sendo (i) referente às alternativas e (j) referente aos critérios de análise. Para este estudo, as alternativas corresponderam aos benefícios gerados nas operações logísticas no Brasil identificados na literatura e considerados neste estudo e os critérios corresponderam às médias atribuídas por cada grupo de respondentes.

A representação matemática da matriz D é mostrada na Matriz 1 da Tabela 1. O segundo passo, refere-se à normalização da matriz D por meio da Equação 2, resultando em uma matriz denominada Matriz R conforme Equação 3.

Posteriormente, foi feita a ponderação dos valores da Matriz R aplicando a Equação 4, obtendo-se a Matriz V. Em seguida, determinou-se as soluções ideais positivas (v_j^+) e negativas (v_j^-), ou seja, calculou-se os valores máximo e mínimo respectivamente existentes na Matrix V para cada um dos critérios de análise.

Para então, se calcular as distâncias euclidianas positivas e negativas de cada alternativa por meio das equações 3 e 4 (Tabela 1). Finalmente, de posse dos valores das distancias euclidianas, foi calculado o indicador C_i^* e, considerando tal indicador, feito o ranqueamento dos 15 benefícios identificados na literatura. Ressalta-se que os valores de C_i^* devem estar entre 0 e 1. O cálculo do indicador C_i^* foi feito por meio da Equação 5 (Tabela 1).

Tabela 2 – Matrizes e equações do método TOPSIS.

Matriz 1	$D = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}$	Equação (1)	$r_{ij} = x_{ij} / \sqrt{\sum_{i=1}^n x_{ij}^2}$
Matriz 2	$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix}$	Equação (2)	$v_{ij} = w_j r_{ij}$
Matriz 3	$V = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & \dots & v_{1n} \\ v_{21} & v_{22} & \dots & v_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ v_{m1} & v_{m2} & \dots & v_{mn} \end{bmatrix}$	Equação (3)	$s_i^* = \left[\sum_j (v_{ij}^* - v_j^+)^2 \right]^{1/2}$
		Equação (4)	$s_i' = \left[\sum_j (v_{ij}' - v_j^-)^2 \right]^{1/2}$

$$\text{Equação (5)} \quad c_i^* = \frac{s_i'}{(s_i^* + s_i')}$$

Fonte: Adaptado de Singh *et al* (2016).

Dessa forma, foi proposto um *framework* conceitual para a potencializar o uso da IA na gestão de operações logísticas.

4. RESULTADOS E DEBATES ASSOCIADOS

Esta seção apresenta os *stakeholders* envolvidos, os desafios e benefícios da incorporação da IA na gestão das operações logísticas. Também são detalhados o modelo conceitual proposto, a análise dos dados obtidos por meio das metodologias *Lawshe* e TOPSIS, a validação do modelo, as discussões relevantes e as implicações teóricas, práticas e políticas decorrentes.

4.1. Stakeholders, Desafios e Benefícios para potencializar o uso da inteligência artificial na gestão de operações logísticas considerando o contexto brasileiro

A partir da revisão da literatura realizada, foi possível identificar um conjunto de *stakeholders* que desempenham papéis fundamentais na adoção e na utilização da IA na gestão de operações logísticas no Brasil. Esses *stakeholders* representam diferentes níveis de influência e impacto, tanto sobre as decisões estratégicas quanto sobre os resultados operacionais das organizações, indicando a necessidade de uma análise integrada das relações que estruturam o ecossistema logístico.

O mapeamento dos *stakeholders* permite compreender como cada grupo contribui, direta ou indiretamente, para a implementação de tecnologias baseadas em IA, revelando também potenciais pontos de tensão, expectativas e responsabilidades. A identificação desses *stakeholders* se faz importante para orientar a construção do *framework* proposto, uma vez que decisões relacionadas à inovação tecnológica envolvem múltiplos agentes, desde aqueles que demandam eficiência e qualidade, até aqueles que regulam, executam ou são afetados pelas operações logísticas.

Na Tabela 3, são apresentados os *stakeholders* identificados na literatura, cada um deles descrito individualmente de acordo com seu papel e suas relações com as operações logísticas. Esses atores representam diferentes perspectivas e interesses dentro do ecossistema logístico, contribuindo de maneiras distintas para o processo de adoção e uso da IA no setor.

Tabela 3 – *Stakeholders* do setor logístico brasileiro

Código	Stakeholders	Descrição	Referências
Sta_01	Fornecedores	- Responsáveis por fornecer matérias-primas, componentes, peças ou produtos acabados necessários para a produção e entrega de bens e serviços	(ASOKAN et al., 2022; GARAY-RONDERO et al., 2019; MODGIL; SINGH; HANNIBAL, 2022; ORDIBAZAR et al., 2025; PERANO et al., 2023)
Sta_02	Consumidores Finais	- Usuários que adquirem produtos ao final da cadeia e cujas escolhas influenciam requisitos de rastreabilidade, sustentabilidade e comunicação verde.	(GARAY-RONDERO et al., 2020; NICOLETTI; APPOLLONI, 2024; PARRA-SÁNCHEZ, 2025; WALTER; AHSAN; RAHMAN, 2025)
Sta_03	Governo	- Atua como formulador de políticas públicas, regulador e facilitador da transformação digital, sustentabilidade e resiliência nas cadeias de suprimentos e operações logísticas	(ASOKAN et al., 2022; DI VAIO et al., 2024; PARRA-SÁNCHEZ, 2025)
Sta_04	Gestores	- São profissionais com responsabilidade direta sobre as decisões estratégicas e operacionais dentro das organizações	(DI VAIO et al., 2024; NICOLETTI; APPOLLONI, 2024)
Sta_05	Sociedade	- Representa o conjunto de cidadãos, comunidades e consumidores que são impactados direta ou indiretamente pelas decisões, práticas e transformações realizadas nas cadeias de suprimentos, nas políticas públicas e nas operações logísticas	(ADEL et al., 2024; ASOKAN et al., 2022; NICOLETTI; APPOLLONI, 2024)
Sta_06	Provedores de serviços logísticos	- Operadores de transporte, armazéns e prestadores de logística de terceiros que gerenciam o fluxo físico de mercadorias.	(FAREED et al., 2024; GARAY-RONDERO et al., 2019; MODGIL; SINGH; HANNIBAL, 2022; PERANO et al., 2023)

Fonte: Autores (2025).

Dessa forma, observa-se que os *stakeholders* identificados exercem influência direta sobre a adoção e o desempenho das soluções de IA no setor logístico brasileiro. Suas expectativas, interesses e níveis de envolvimento moldam tanto as oportunidades quanto as limitações para a implementação dessas tecnologias. Por isso, compreender o papel de cada um desses atores é importante para o desenvolvimento de estratégias que promovam uma adoção mais efetiva e alinhada às necessidades do ecossistema logístico.

Dando continuidade à revisão da literatura, também foram identificados os desafios que influenciam de maneira significativa a adoção da IA nas operações logísticas. Esses desafios evidenciam barreiras estruturais, tecnológicas, organizacionais, culturais e regulatórias que podem limitar a implementação eficaz dessas tecnologias no contexto brasileiro. Muitos deles estão relacionados à maturidade digital das empresas, à disponibilidade de infraestrutura, à integridade e

qualidade dos dados, à padronização de processos e à qualificação das equipes. Outros desafios dizem respeito à resistência à mudança, à falta de alinhamento entre *stakeholders* e à ausência de regulamentações claras que orientem o uso ético e seguro de soluções baseadas em IA. Na Tabela 4, são apresentados os desafios identificados na literatura, acompanhados de suas descrições e das referências que os fundamentam.

Tabela 4 – Desafios na inserção da IA na gestão de operações logísticas

Código	Desafios	Descrição	Referências
De_01	Treinamento da equipe	<ul style="list-style-type: none"> - Habilitar colaboradores para uso das tecnologias conforme direcionamentos da norma. - Investimento para manutenção de treinamentos. - Formalização e padronização do treinamento. 	(Ahmad <i>et al.</i> , 2022; Franchina <i>et al.</i> , 2023; Stogiannos <i>et al.</i> , 2024)
De_02	Integração dos sistemas de gestão	<ul style="list-style-type: none"> - Nivelamento de processos entre <i>stakeholders</i>. - Padronização e segurança da informação. - Fluxo de processos padronizado com a norma. 	(Ahmad <i>et al.</i> , 2022; Di Vaio <i>et al.</i> , 2023; Sadeghi <i>et al.</i> , 2024)
De_03	Fluxo de informação e dados	<ul style="list-style-type: none"> - Limpeza de fluxos. - Definição de inputs e outputs por processo. 	(Di Vaio <i>et al.</i> , 2023; Fuchs; Aghajanzadeh; Therkelsen, 2020; Villa-Henriksen <i>et al.</i> , 2020)
De_04	Dificuldade de padronização de processos	<ul style="list-style-type: none"> - Volume de informações e processos. - Adequação com legislações e requisitos da empresa. 	(Henderson; Ruikar, 2010; Scaife, 2024; Stewart; Mohamed; Marosszeky, 2004)
De_05	Incentivo/compromisso das lideranças	<ul style="list-style-type: none"> - Direcionadores de cultura. - Incorporar princípios na alta gestão. 	(Almada; Policarpo, 2016; Fuchs; Aghajanzadeh; Therkelsen, 2020; Scaife, 2024)
De_06	Resistência à mudança por parte dos colaboradores	<ul style="list-style-type: none"> - Mudança de processos para alinhamento com confiabilidade. - Desenvolvimento da maturidade do time. - Disrupção de hábitos. 	(Chen <i>et al.</i> , 2024; Fuchs; Aghajanzadeh; Therkelsen, 2020; Scaife, 2024)
De_07	Limitações tecnológicas	<ul style="list-style-type: none"> - Necessidade de infraestrutura para aporte adequado da IA. - Investimento e manutenção. - Limitantes regionais e locais. 	(Ahmad <i>et al.</i> , 2022; Fuchs; Aghajanzadeh; Therkelsen, 2020; Sadeghi <i>et al.</i> , 2024)
De_08	Segurança de dados	<ul style="list-style-type: none"> - Implementação de sistema fechado e confiável. - Investimento em tecnologias de armazenamento de dados. - <i>Compliance e data safety</i>. 	(Ahmad <i>et al.</i> , 2022; Sadeghi <i>et al.</i> , 2024; Stogiannos <i>et al.</i> , 2024)
De_09	Transparência das companhias provedoras de IA	<ul style="list-style-type: none"> - Exigência de documentações e contratos. - Proteção de dados e governança. - Ética e compreensão de riscos. 	(Booyse; Scheepers, 2024; Sadeghi <i>et al.</i> , 2024; Stogiannos <i>et al.</i> , 2024)
De_10	Falta de padrão legislativo	<ul style="list-style-type: none"> - Regulamentação e proteção das empresas e dos consumidores. 	(Lee <i>et al.</i> , 2024; Maragno <i>et al.</i> , 2023; Nazir; Wang, 2023)

Fonte: Adaptado de Spinelli; Fonseca (2024).

Diante do exposto, observa-se que esses desafios configuram limitações que comprometem o avanço das organizações rumo à transformação digital, pois influenciam diretamente a forma como a IA pode ser incorporada ao ambiente logístico. Assim, tornam-se necessários cuidados e ações estratégicas que permitam mitigar seus impactos e criar condições mais favoráveis para a adoção efetiva dessas tecnologias.

Por fim, também foram identificados os principais benefícios associados à adoção da IA no contexto das operações logísticas. Esses benefícios refletem o potencial da IA em transformar processos, aumentar a eficiência e apoiar a tomada de decisão por meio de análises avançadas e automatização inteligente. A literatura destaca que, quando bem implementada, a IA contribui para melhorias significativas no desempenho operacional, na competitividade organizacional e na capacidade de resposta às demandas do mercado, especialmente em ambientes complexos e dinâmicos como o setor logístico brasileiro. Na Tabela 5, são apresentados os benefícios identificados na literatura, acompanhados de suas descrições e referências correspondentes.

Tabela 5 – Benefícios da inserção da IA na gestão de operações logísticas.

Código	Benefícios	Descrição	Referências
Be_01	Satisfação do cliente	- Garantir processos eficientes. - Garantir produtos e serviços de qualidade e prazos cumpridos.	(Chatzoglou; Chatzoudes; Kipraios, 2015; Franchina <i>et al.</i> , 2023)
Be_02	Melhoria da eficiência operacional	- Otimização da utilização dos recursos e a execução das operações diárias.	(Chatzoglou; Chatzoudes; Kipraios, 2015; Chen; Wu; Zhai, 2019)
Be_03	Incentivos para Inovação	- Criação de um ambiente propício para a busca de novas soluções e tecnologias.	(Arocena; Orcos; Zouaghi, 2023)
Be_04	Melhoria da Imagem da empresa	- Certificação e a adoção de padrões internacionais aumentam a credibilidade e a reputação da empresa.	(Fuchs; Aghajanzadeh; Therkelsen, 2020; Heras-Saizarbitoria; Dogui; Boiral, 2013)
Be_05	Vantagem competitiva	- A aplicação de padrões internacionais e a implementação de sistemas de gestão modernos proporcionam um diferencial no mercado.	(Heras-Saizarbitoria; Dogui; Boiral, 2013; Poksinska; Jörn Dahlgaard; Eklund, 2003)
Be_06	Melhoria da qualidade dos processos	- A aplicação de padrões internacionais e a implementação de sistemas de gestão modernos proporcionam um diferencial no mercado.	(Fuchs; Aghajanzadeh; Therkelsen, 2020; Heras-Saizarbitoria; Dogui; Boiral, 2013)
Be_07	Redução de custos	- Implementação do sistema de gestão promove a eliminação de ineficiências e desperdícios. - Melhor alocação de recursos.	(Chatzoglou; Chatzoudes; Kipraios, 2015; Fuchs; Aghajanzadeh; Therkelsen, 2020; Poksinska; Jörn Dahlgaard; Eklund, 2003;

			White, 2021)
Be_08	Aumentar a produtividade	- Reorganização das atividades principais melhora o desempenho das equipes.	(Fuchs; Aghajanzadeh; Therkelsen, 2020)
Be_09	Confiança nos dados	- Adoção de normas que garantam a integridade e a qualidade das informações.	(White, 2021)
Be_10	Compartilhamento de boas ideias	- Promoção a colaboração interna e a troca de experiências bem-sucedidas facilitam a disseminação de práticas eficientes e o aprimoramento coletivo dos processos.	(White, 2021)
Be_11	Efetiva gestão de riscos	- Estabelecer práticas sistemáticas para identificar, avaliar e mitigar ameaças operacionais e financeiras.	(Franchina <i>et al.</i> , 2023; Heras-Saizarbitoria; Dogui; Boiral, 2013; Parviainen <i>et al.</i> , 2021)
Be_12	Promoção da Transparência	- Adoção de práticas transparentes fortalece a confiança entre as partes interessadas,	(Parviainen <i>et al.</i> , 2021)
Be_13	Redução das Desigualdades Digitais	- Contribui para a democratização do acesso às tecnologias de informação, diminuindo a lacuna digital e promovendo maior inclusão e equidade dentro e fora da organização.	(ONU, 2024)
Be_14	Promoção da Inclusão	- Estabelecer condições para que diferentes grupos e <i>stakeholders</i> tenham acesso equitativo às tecnologias e aos recursos.	(Parviainen <i>et al.</i> , 2021)
Be_15	Cultura empresarial mais forte	- Incentiva o desenvolvimento de uma cultura organizacional robusta, onde os valores, a ética e os objetivos comuns são reforçados.	(Fuchs; Aghajanzadeh; Therkelsen, 2020; Heras-Saizarbitoria; Dogui; Boiral, 2013)

Fonte: Adaptado de MAZZINGHY; SILVA (2024).

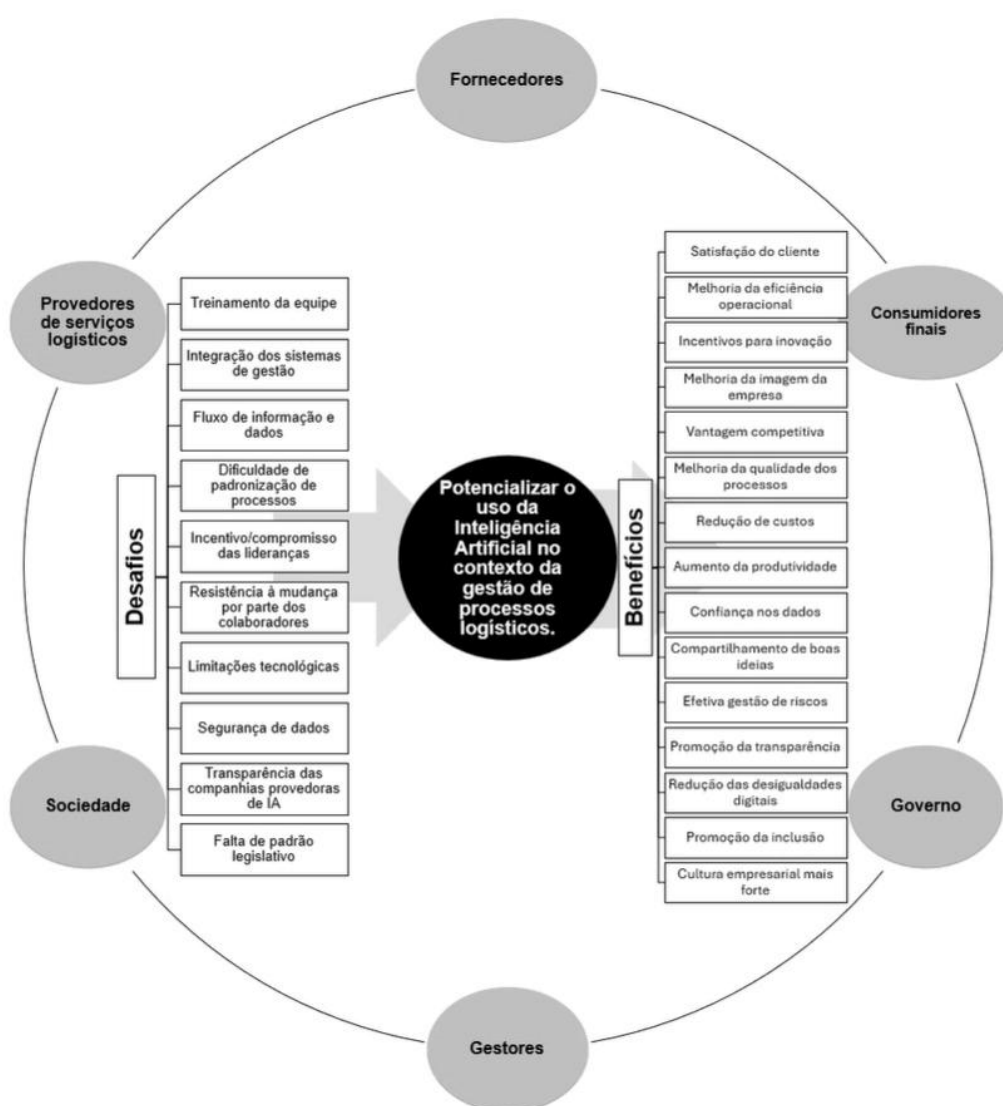
Dessa forma, observa-se que os benefícios identificados representam oportunidades concretas para elevar o desempenho das operações logísticas e fortalecer a competitividade organizacional por meio da IA. Esses elementos evidenciam o potencial da IA em agregar valor aos processos, otimizar recursos e ampliar a capacidade analítica das empresas, contribuindo para cadeias de suprimentos mais ágeis, eficientes e integradas.

4.2. FRAMEWORK CONCEITUAL PROPOSTO

Com base nos *stakeholders*, desafios e benefícios identificados na revisão da literatura, foi possível estruturar um *framework* conceitual que sintetiza os elementos necessários para potencializar o uso da IA na gestão de operações logísticas no Brasil. O modelo reúne os atores que influenciam esse processo, as barreiras que precisam ser superadas e os resultados potenciais decorrentes da implementação efetiva de tecnologias baseadas em IA.

A proposta do *framework* consiste em representar como esses elementos se relacionam no contexto logístico brasileiro, evidenciando a conexão entre os envolvidos no processo, os desafios e os benefícios que podem ser alcançados. Essa estrutura busca oferecer uma visão sistematizada do cenário estudado e facilitar a compreensão das interdependências que moldam a adoção da IA no setor. A Figura 1 apresenta essa representação conceitual, que servirá como base inicial para orientar as etapas seguintes de análise e validação da pesquisa.

Figura 1 – *Framework* Conceitual Proposto



Fonte: Autores (2025).

O *framework* conceitual proposto destaca o papel dos fornecedores, consumidores finais, provedores de serviços logísticos, gestores, governo e sociedade, como *stakeholders* que influenciam a incorporação da IA nas operações. Sua estrutura é composta pelos desafios identificados na literatura, que precisam ser

superados para que a adoção da IA ocorra de maneira efetiva, segura e alinhada às necessidades do setor. Ao integrar esses elementos, o *framework* organiza de forma clara as relações entre atores, barreiras e resultados esperados, oferecendo uma base sólida para orientar iniciativas de transformação digital no contexto logístico.

Com esse modelo, espera-se favorecer a melhoria da eficiência operacional, o fortalecimento da competitividade, o aumento da confiabilidade dos processos e a ampliação da capacidade analítica das organizações. A superação dos desafios mapeados possibilita o alcance dos benefícios identificados, que deverão ser analisados quanto à sua relevância na etapa de priorização, contribuindo para a avaliação da efetividade das práticas adotadas e para o aprimoramento contínuo das operações.

Por fim, ressalta-se que o *framework* conceitual apresentado é fundamentado nas conclusões obtidas a partir da revisão da literatura, servindo como referência inicial para a etapa de validação empírica que será conduzida nas próximas fases da pesquisa.

4.3. APLICAÇÃO DA ABORDAGEM LAWSHE-TOPSIS

Inicialmente, aplicou-se o método de *Lawshe* na análise de validação dos desafios considerados neste estudo. Portanto, de acordo com os procedimentos metodológicos apresentados anteriormente, calculou-se os valores de CVR para cada desafio. Em seguida, se calculou o $CVR_{\text{crítico}}$ (parâmetro de corte). Vale destacar que a amostra considerada nos cálculos deste estudo foi de 55 profissionais atuantes no setor logístico brasileiro. O $CVR_{\text{crítico}}$ foi de 0,264.

Portanto, os desafios com o coeficiente maior que 0,264 foram considerados válidos e conseqüentemente os com valor menor foram considerados não validados, no caso específico da identificação dos desafios que devem ser superados para a potencialização do uso de IA no contexto de gestão de operações logísticas, conforme pode ser visto na Tabela 6.

Tabela 6 – Análise de validação dos desafios via método de *Lawshe*

Desafios	Número de avaliações "essencial"	Content Validity Ratio (CVR)	CVR _{crítico} Validation Reference: 0,264
De_01 A falta de treinamento da equipe	42	0,527	Validado
De_02 Falta de integração dos sistemas de gestão	37	0,345	Validado
De_03 Falta de fluxo de informação de dados	43	0,564	Validado
De_04 Dificuldade de padronização de processos	32	0,164	Não Validado
De_05 Falta de incentivo/compromisso das lideranças	30	0,091	Não Validado

De_06	Resistencia à mudança por parte dos colaboradores	35	0,273	Validado
De_07	Limitações tecnológicas	37	0,345	Validado
De_08	Falta de segurança de dados	41	0,491	Validado
De_09	Falta de transparência das companhias provedoras de IA	29	0,055	Não Validado
De_10	Falta de padrão legislativo	30	0,091	Não Validado

Fonte: Autores (2025).

Diante dos resultados encontrados, pode-se verificar na Tabela 6 os desafios “Dificuldade de padronização de processos”, “Falta de incentivo/compromisso das lideranças”, “Falta de transparência das companhias provedoras de IA” e a “Falta de padrão legislativo” não foram validados. Logo, tais desafios não são considerados no *framework* validado apresentado mais a frente, onde os mesmos são debatidos a luz da literatura da área.

Em seguida, aplicou-se o método TOPSIS para análise e geração do ranqueamento dos benefícios. Inicialmente, foi calculada a média (Tabela 7) das pontuações atribuídas por cada profissional a cada um dos benefícios considerados neste estudo e tais médias foram normalizadas, resultando na matriz representada na Tabela 8.

Vale ressaltar que o Grupo 1 (G1) corresponde aos respondentes mais experientes, o Grupo 2 (G2) são os de experiência intermediária e o Grupo 3 (G3) os de menos experiência considerando o intervalo em anos conforme apresentado na seção de procedimentos metodológicos.

Tabela 7 – Médias atribuídas aos benefícios analisados

Benefícios analisados	50%		30%		20%		
	20 anos ou mais		11 e 19		até 10		
Be_01	Aumento da satisfação do cliente	9,000	81,00	8,500	72,25	8,605	74,05
Be_02	Melhoria da eficiência operacional	9,333	87,11	8,643	74,70	9,000	81,00
Be_03	Aumento de incentivos para inovação	5,667	32,11	8,143	66,31	8,684	75,42
Be_04	Melhoria da imagem da empresa	5,333	28,44	7,214	52,05	7,789	60,68
Be_05	Aumento da vantagem competitiva	9,000	81,00	8,571	73,47	9,079	82,43
Be_06	Melhoria da qualidade dos processos	9,333	87,11	8,714	75,94	8,579	73,60
Be_07	Redução de custos	9,000	81,00	8,714	75,94	8,289	68,72
Be_08	Aumento da produtividade	9,333	87,11	8,857	78,45	9,079	82,43
Be_09	Aumento na confiança nos dados	9,667	93,44	8,000	64,00	7,605	57,84
Be_10	Aumento no compartilhamento de boas ideias	8,000	64,00	6,714	45,08	7,684	59,05
Be_11	Aumento na efetiva gestão de riscos	8,333	69,44	7,786	60,62	7,947	63,16
Be_12	Aumento na promoção da	7,000	49,00	6,500	42,25	7,211	51,99

	transparência						
Be_13	Redução das desigualdades digitais	8,667	75,11	6,214	38,62	7,132	50,86
Be_14	Aumento na promoção da inclusão	8,000	64,00	6,357	40,41	7,289	53,14
Be_15	Cultura empresarial mais forte	5,667	32,11	6,429	41,33	7,000	49,00
		31,81		30,02		31,36	

Fonte: Autores (2025).

Tabela 8 – Matriz R com valores normalizados

Benefícios	Rij +20 anos	Rij entre 11 e 20	Rij até 10
Be_01	0,2829	0,2831	0,2744
Be_02	0,2934	0,2879	0,2870
Be_03	0,1781	0,2712	0,2769
Be_04	0,1677	0,2403	0,2484
Be_05	0,2829	0,2855	0,2895
Be_06	0,2934	0,2903	0,2736
Be_07	0,2829	0,2903	0,2643
Be_08	0,2934	0,2950	0,2895
Be_09	0,3039	0,2665	0,2425
Be_10	0,2515	0,2236	0,2450
Be_11	0,2620	0,2593	0,2534
Be_12	0,2200	0,2165	0,2299
Be_13	0,2724	0,2070	0,2274
Be_14	0,2515	0,2117	0,2325
Be_15	0,1781	0,2141	0,2232

Fonte: Autores (2025).

Em seguida, os pesos a cada grupo de profissionais respondentes foram atribuídos, sendo o Grupo 1 com peso 0,50, o Grupo 2 com peso 0,30 e o Grupo 3 com peso 0,20. A partir disso foi possível obter a Matriz V (Tabela 9).

Tabela 9 – Valores ponderados da matriz V.

Benefícios	Rij +20 anos * 0,50	Rij entre 11 e 19 * 0,30	Rij até 10 anos * 0,20
Be_01	0,1415	0,0849	0,0549
Be_02	0,1467	0,0864	0,0574
Be_03	0,0891	0,0814	0,0554
Be_04	0,0838	0,0721	0,0497
Be_05	0,1415	0,0856	0,0579
Be_06	0,1467	0,0871	0,0547
Be_07	0,1415	0,0871	0,0529

Be_08	0,1467	0,0885	0,0579
Be_09	0,1519	0,0799	0,0485
Be_10	0,1257	0,0671	0,0490
Be_11	0,1310	0,0778	0,0507
Be_12	0,1100	0,0649	0,0460
Be_13	0,1362	0,0621	0,0455
Be_14	0,1257	0,0635	0,0465
Be_15	0,0891	0,0642	0,0446

Fonte: Autores (2025).

As soluções ideais positivas e negativas (Tabela 10), foram consideradas no cálculo das distâncias euclidianas da solução ideal positiva e negativa (Tabela 11). Então, obteve-se o coeficiente C_i^* que foi utilizado para gerar o ordenamento dos benefícios (Tabela 12).

Tabela 10 – Solução ideal positiva e negativa

Solução A+		
Acima de 20 anos	Entre 11 e 19 anos	Até 10 anos
0,1519	0,0885	0,0579
Solução A-		
Acima de 20 anos	Entre 11 e 19 anos	Até 10 anos
0,0838	0,0621	0,0446

Autores (2025).

Tabela 11 – Distâncias da solução ideal positiva e negativa e C_i^* coeficiente

Benefício	Cálculo do Si+	Cálculo do Si-	C_i^*
Be_01	0,011	0,063	0,846
Be_02	0,006	0,069	0,923
Be_03	0,063	0,023	0,264
Be_04	0,071	0,011	0,137
Be_05	0,011	0,064	0,854
Be_06	0,006	0,068	0,916
Be_07	0,012	0,063	0,844
Be_08	0,005	0,069	0,930
Be_09	0,013	0,071	0,847
Be_10	0,035	0,042	0,548
Be_11	0,025	0,050	0,670
Be_12	0,050	0,026	0,348
Be_13	0,033	0,052	0,613
Be_14	0,038	0,042	0,525
Be_15	0,069	0,006	0,076

Autores (2025).

Tabela 12 – Ranqueamento dos indicadores

Posição	Ci*	Código	Benefício
1°	0,930	B08	Aumento da produtividade
2°	0,923	B02	Melhoria da eficiência operacional
3°	0,916	B06	Melhoria da qualidade dos processos
4°	0,854	B05	Aumento da vantagem competitiva
5°	0,847	B09	Aumento na confiança nos dados
6°	0,846	B01	Aumento da satisfação do cliente
7°	0,844	B07	Redução de custos
8°	0,670	B11	Aumento na efetiva gestão de riscos
9°	0,613	B13	Redução das desigualdades digitais
10°	0,548	B10	Aumento no compartilhamento de boas ideias
11°	0,525	B14	Aumento na promoção da inclusão
12°	0,348	B12	Aumento na promoção da transparência
13°	0,264	B03	Aumento de incentivos para inovação
14°	0,137	B04	Melhoria da imagem da empresa
15°	0,076	B15	Cultura empresarial mais forte

Autores (2025).

A análise dos resultados apresentados na Tabela 12, obtida por meio do método TOPSIS, permite identificar como os benefícios se distribuem segundo a percepção dos profissionais participantes da pesquisa. O ranqueamento gerado organiza os benefícios de acordo com o posicionamento atribuído pelos respondentes, oferecendo uma visão estruturada de como cada elemento se insere no conjunto analisado.

Essa ordenação possibilita observar que os benefícios relacionados à produtividade, eficiência operacional, confiabilidade dos processos, aspectos organizacionais e dimensões sociotécnicas aparecem distribuídos ao longo do ranqueamento conforme a avaliação dos participantes. Dessa forma, o resultado do TOPSIS fornece uma base sistemática para compreender como diferentes contribuições da IA são percebidas no contexto da gestão de operações logísticas.

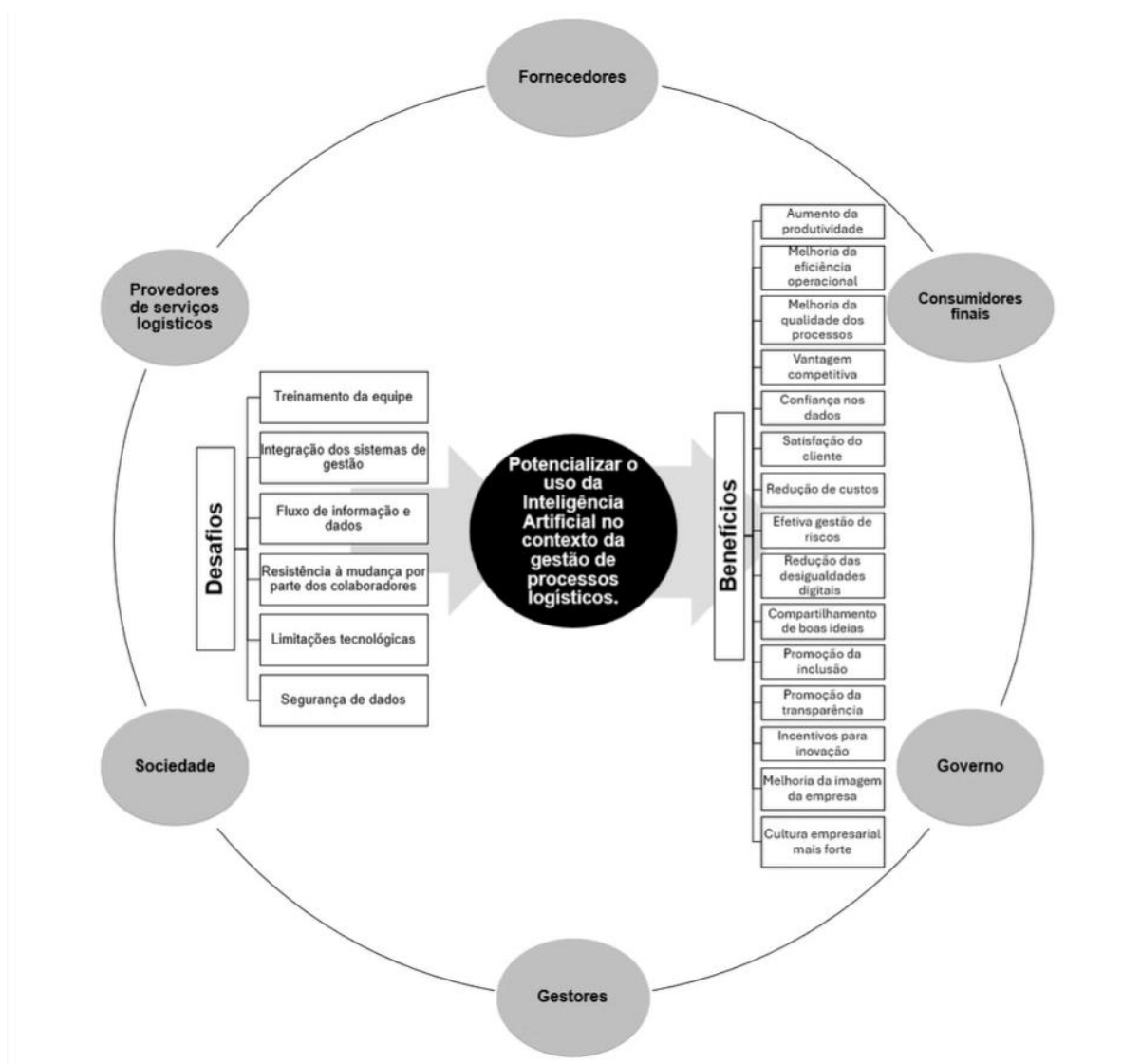
Com o objetivo de facilitar a interpretação dos achados e apoiar as análises subsequentes, os benefícios foram organizados em três grupos, respeitando a ordem do ranqueamento obtido: o primeiro reúne os três benefícios posicionados no início da lista; o segundo abrange o conjunto intermediário (4° ao 11°); e o terceiro contempla os benefícios situados nas posições finais (12° ao 15°).

Assim, todos os benefícios identificados são incorporados ao *framework* validado, mantendo a sequência resultante do método TOPSIS. A discussão detalhada de cada grupo será apresentada na seção seguinte, articulada à literatura, de modo a esclarecer como esses elementos contribuem para o fortalecimento da adoção da IA no setor logístico brasileiro.

4.4. FRAMEWORK VALIDADO E DEBATES ASSOCIADOS

Como resultante do tratamento dos dados coletados na *survey* utilizando os métodos de *Lawshe* e TOPSIS, obteve-se o *framework* conceitual validado para potencializar o uso de IA na gestão de operações logísticas no contexto brasileiro, a validação considerou a opinião de profissionais do setor logístico que utilizam a IA ou que tem interesse na ferramenta.

De acordo com o apresentado na Figura 2, observa-se que, em relação ao *framework* conceitual inicialmente proposto (Figura 1), foram validados seis desafios essenciais a serem superados para a potencialização do uso da IA na gestão de operações logísticas.

Figura 2 – *Framework* Conceitual Validado

Fonte: Autores (2025).

O *framework* validado sintetiza, de maneira integrada, os elementos considerados determinantes para impulsionar o uso da IA na gestão de operações logísticas no Brasil. Ele organiza a relação entre os *stakeholders* envolvidos no ecossistema logístico, os desafios identificados como críticos à adoção da IA e os benefícios priorizados pelos profissionais do setor, permitindo visualizar como esses componentes interagem e condicionam a transformação digital no contexto estudado.

A análise do *framework* validado evidência que a adoção da IA na gestão de operações logísticas é influenciada por um conjunto diverso de *stakeholders*, cujas ações, expectativas e capacidades moldam de maneira significativa o processo de

transformação digital no setor. A compreensão do papel desses atores se faz importante para interpretar como a IA se integra às práticas logísticas e quais fatores condicionam sua implementação em diferentes níveis da cadeia de suprimentos. A seguir, apresentam-se os *stakeholders*.

O *framework* demonstra que os fornecedores atuando como *stakeholders* que influenciam diretamente a eficiência, a sustentabilidade e a coordenação da cadeia de suprimentos, especialmente porque os elos iniciais dessa cadeia desempenham um papel crítico para a estabilidade e integração (SIEMS; SEURING; SCHILLING, 2023). No contexto da transformação digital, essa importância se intensifica, já que a adoção de soluções baseadas em IA depende fortemente da maturidade tecnológica dos fornecedores, cuja capacidade de integração de TI, compartilhamento de dados e padronização de processos determinam a qualidade e a confiabilidade das informações utilizadas pelos sistemas inteligentes (FAN et al., 2025). De acordo com Samuels (2025), aplicações de IA voltadas à seleção, avaliação e gestão de fornecedores só alcançam seu potencial quando existe integração plena entre os parceiros da cadeia e disponibilidade de dados consistentes provenientes desses atores, o que evidencia que a IA não apenas amplia a necessidade de colaboração, mas também eleva o papel estratégico dos fornecedores como sustentação informacional e operacional das soluções inteligentes.

Outro *stakeholder* é o consumidor final que tem se consolidado como um dos principais vetores da adoção de tecnologias inteligentes nas operações logísticas, na medida em que suas expectativas por agilidade, rastreabilidade, previsibilidade e transparência intensificam, a pressão por desempenho em toda a cadeia aumenta. A literatura evidencia que sistemas de IA estão sendo incorporados às operações justamente para ampliar visibilidade, reduzir incertezas e melhorar a capacidade de resposta frente às exigências do cliente, fortalecendo a tomada de decisão em ambientes dinâmicos (CULOT; PODRECCA; NASSIMBENI, 2024). Além disso, estudos apontam que grandes clientes exercem influência decisiva sobre a digitalização dos elos da cadeia, fazendo com que fornecedores, operadores e prestadores de serviços logísticos adotem tecnologias digitais em resposta às demandas por maior eficiência, integração e qualidade de serviço (GUO; KE; ZHANG, 2023). Segundo Moghaddam e Karimzadeh (2025), a transformação digital sustentada por IA e análise avançada emerge como uma resposta técnica à necessidade de operações mais rápidas, transparentes e sustentáveis,

impulsionadas por padrões de consumo cada vez mais exigentes. Em complemento, Ning e Yao (2023) destacam que o alinhamento entre capacidades digitais, integração de sistemas e orientação ao cliente reforça o papel do consumidor como força motriz da evolução tecnológica das cadeias de suprimentos, configurando a demanda como elemento central na priorização de investimentos e na ampliação da maturidade digital dos diversos atores logísticos.

Além disso, o governo exerce um papel importante na orientação do ambiente institucional necessário para a adoção de tecnologias inteligentes na logística, influenciando a capacidade das organizações de inovar e implementar soluções baseadas em IA. De acordo com Baah et al. (2024), mecanismos regulatórios, incentivos públicos e coerção normativa promovem práticas inovadoras no setor logístico, contribuindo para maior desempenho organizacional e impacto social. Além disso, a eficácia governamental modera de forma significativa a relação entre capacidades digitais e resiliência da cadeia de suprimentos, reforçando que mesmo organizações tecnicamente avançadas dependem de um contexto regulatório estável, claro e funcional para extrair valor pleno das tecnologias emergentes (DUBEY et al., 2023). Em uma perspectiva mais ampla, Muldoon; Valdivia e Badger (2025) evidenciam que lacunas regulatórias, disputas de poder e ausência de padrões internacionais consistentes podem limitar a expansão, a interoperabilidade e a governança adequada dessas tecnologias, criando barreiras estruturais para o avanço da transformação digital. Assim, regulações claras, coordenação institucional e políticas públicas coerentes tornam-se elementos importantes para favorecer segurança jurídica, confiança e viabilidade na adoção de IA ao longo de todo o ecossistema logístico.

A atuação dos gestores se faz importante para que a IA seja implementada de forma eficaz, pois são eles que orientam decisões estratégicas, promovem a cultura do uso de dados e articulam o alinhamento entre tecnologia, processos e pessoas. Segundo Di Vaio et al. (2024), a digitalização da cadeia de suprimentos exige não apenas infraestrutura tecnológica, mas também uma liderança capaz de impulsionar a transformação cultural e assegurar responsabilidade na gestão e no uso das informações. Nesse cenário, gestores com postura ativa e engajada tornam-se fundamentais para mitigar resistências organizacionais, fortalecer a adoção de práticas orientadas por dados e garantir que diferentes áreas conversem de forma integrada, o que é determinante para a eficiência dos sistemas baseados em IA,

como mostram as análises de Bevilacqua et al. (2025). Além disso, ao incorporar modelos avançados de IA em estratégias voltadas à sustentabilidade, a liderança assume papel decisivo para promover coerência entre inovação tecnológica e objetivos ambientais e operacionais, conforme argumentam Nicoletti e Appolloni (2024), reforçando que gestores são agentes estruturadores no processo de transformação digital e sustentável das operações logísticas.

A sociedade é impactada de maneira significativa pelas transformações promovidas pela IA nas operações logísticas. Nesse sentido, Chen et al. (2024) e Vann Yaroson; Abadie e Roux (2025) indicam que os avanços tecnológicos associados à IA influenciam fatores como sustentabilidade ambiental, responsabilidade social e transparência organizacional, elementos fundamentais para consolidar operações mais seguras, eficientes e socialmente responsáveis. Nesse sentido, as percepções sociais sobre uso ético de dados, práticas sustentáveis e inovações orientadas ao bem-estar coletivo reforçam o papel da sociedade como legitimadora das iniciativas tecnológicas no setor logístico (ADEL et al., 2024; ASOKAN et al., 2022; NICOLETTI; APPOLLONI, 2024). Dessa forma, a sociedade configura-se como stakeholder relevante cuja confiança e aceitação contribuem para direcionar e validar práticas de adoção da IA alinhadas a princípios de sustentabilidade, ética e responsabilidade social.

Por fim, os provedores de serviços logísticos, que são atores centrais na operação e na infraestrutura física e informacional das cadeias de suprimentos, desempenhando um papel importante na adoção e no desempenho de tecnologias baseadas em IA. De acordo com Fareed et al. (2024), a implementação de soluções digitais avançadas em operações multimodais exige desses agentes a capacidade de modernizar práticas, integrar sistemas, padronizar processos e sustentar fluxos contínuos de dados. No contexto da Indústria 4.0, os provedores logísticos atuam como facilitadores da digitalização, ao viabilizar arquiteturas informacionais conectadas e compatíveis com modelos de cadeia de suprimentos altamente digitalizados (GARAY-RONDERO et al., 2020). Além disso, estudos sobre resiliência em cadeias de suprimentos demonstram que a IA, quando apoiada por provedores tecnologicamente preparados, contribui para respostas em ambientes mais complexos ou de crise (MODGIL; SINGH; HANNIBAL, 2022). Segundo Perano et al. (2023), a digitalização crescente desses agentes tem sido associada ao aprimoramento do desempenho logístico e à redução de ineficiências, reforçando

seu papel estratégico na consolidação de cadeias mais integradas, ágeis e orientadas a resultados. Assim, provedores logísticos constituem um dos pilares fundamentais para a incorporação bem-sucedida da IA no setor, influenciando diretamente a maturidade digital e o potencial de transformação das operações.

Ao analisar os desafios validados na figura anterior, a etapa de tratamento de dados indica que seis, dos dez desafios identificados, precisam ser superados para potencializar o uso da IA no contexto da gestão de processos logísticos. Esses desafios representam barreiras estruturais, organizacionais, tecnológicas e culturais que influenciam diretamente a capacidade das empresas de integrar soluções inteligentes às suas rotinas operacionais. A seguir, discutem-se os desafios validados, destacando suas implicações e relevância à luz da literatura e do *framework* construído.

A partir do *framework* validado, evidencia-se que a falta de treinamento da equipe configura um dos principais desafios a serem superados para a potencialização do uso de IA na gestão de operações logísticas. Nesse sentido, Goswami et al. (2024) ressaltam que a implementação bem-sucedida de modelos de IA/ML depende da existência de profissionais competentes para construir, manter e interpretar tais sistemas, apontando que, em muitos casos, praticantes de SCM (*Supply Chain Management*) não detêm as habilidades necessárias e há escassez de especialistas na área, o que limita o avanço das aplicações. Além disso, Goswami et al. (2024) enfatizam que investir em programas de capacitação interna e no desenvolvimento de uma cultura orientada por dados é parte essencial do processo de adoção tecnológica, pois garante que os colaboradores consigam operar os insights gerados pela IA de forma integrada às rotinas organizacionais. Complementarmente, Toorajipour et al. (2021) indicam que, dado o caráter sociotécnico da SCM, o aproveitamento dos benefícios da IA requer aprendizado contínuo e adaptação das equipes, uma vez que a tecnologia só transforma processos quando acompanhada do fortalecimento de capacidades humanas e organizacionais.

Outro ponto relevante refere-se à integração dos sistemas de gestão. Nesse contexto, Teixeira; Ferreira e Ramos (2025) afirma que esse desafio se mostra decisivo porque a aplicação de IA na gestão da cadeia de suprimentos depende da conexão entre sistemas e da capacidade de conectar tecnologias novas a infraestruturas já existentes. Dessa forma, quando não há integração adequada

entre ERP, bases de dados, plataformas operacionais e demais sistemas corporativos, os modelos de IA passam a operar com informações incompletas ou inconsistentes, o que compromete a confiabilidade dos resultados e limita o valor gerado para as rotinas logísticas. Nesse sentido, Goswami et al. (2024) reforçam que a IA exige um ecossistema de dados alinhado e contínuo, pois sua efetividade está diretamente vinculada à fluidez do compartilhamento informacional entre áreas, processos e níveis decisórios. Assim, para assegurar nivelamento das informações e precisão analítica nas tomadas de decisão, torna-se importante que os diferentes sistemas estejam corretamente conectados, operando de modo consistente e sustentando um fluxo integrado de dados ao longo de toda a cadeia.

Além disso, outro desafio a ser superado é a criação e manutenção de um fluxo de informação claro e de dados consolidados, o que reafirma que a adoção efetiva da IA depende do fortalecimento da base interna de dados das organizações. De acordo com Delgado; Garrido e Bezerra (2025), barreiras como a falta de padronização dos dados, a sobrecarga informacional e a baixa capacidade de combinar informações ao longo da cadeia comprometem a visibilidade e tornam o processamento menos confiável, dificultando a geração de insights consistentes. Complementando, Teixeira; Ferreira e Ramos (2025) ressaltam que desafios persistentes relacionados à governança e à qualidade dos dados limitam a escalabilidade das soluções inteligentes, uma vez que algoritmos de IA exigem dados acessíveis, íntegros e bem estruturados para sustentar análises robustas. Assim, ao assegurar qualidade, continuidade e integração no fluxo de dados, as empresas ampliam rastreabilidade e precisão decisória, criando as condições necessárias para que ferramentas baseadas em IA operem com confiabilidade e entreguem valor real à gestão logística.

O desafio das limitações tecnológicas está diretamente associado à necessidade de uma infraestrutura robusta, atualizada e compatível com as exigências das soluções de IA. Nessa perspectiva, Hangl; Behrens e Krause (2022) identificam as “limitações técnicas existentes” como uma das principais barreiras para a adoção de IA na gestão da cadeia de suprimentos, ressaltando que a ausência de bases tecnológicas adequadas compromete a operacionalização e o desempenho dessas ferramentas. Além disso, Nozari; Szmelter-jarosz e Ghahremani-nahr (2022) demonstram que, em cadeias inteligentes orientadas por IoT e IA, a falta de infraestrutura apropriada figura entre os entraves mais influentes,

pois sistemas digitais dependem de conectividade, capacidade computacional e integração de equipamentos para sustentar análises em tempo real. Assim, no contexto logístico, limitações dessa natureza tendem a desacelerar adaptações e inovações, reduzindo a velocidade de maturação tecnológica e, conseqüentemente, retardando o alcance dos benefícios esperados após a implementação de soluções baseadas em IA.

Por fim, a segurança dos dados configura-se como um desafio estratégico, não apenas para empresas e indústrias, mas também como elemento diretamente associado à vantagem competitiva no uso de IA. Conforme evidenciam Ogbuke et al. (2022), o avanço de soluções baseadas em big data e IA amplia a exposição a riscos éticos, de privacidade e de cibersegurança, de modo que a ausência de protocolos adequados pode comprometer informações sensíveis, gerar vulnerabilidades a ataques e provocar danos reputacionais, além de perda de confiança dos *stakeholders*. Em consonância, Hangl; Behrens e Krause (2022) demonstram que segurança e privacidade aparecem de forma recorrente entre as principais barreiras à adoção de IA na cadeia de suprimentos, justamente porque a confiabilidade dos modelos depende da garantia de integridade, controle de acesso e proteção dos dados ao longo de toda a rede logística. Complementarmente, Daios et al. (2025) reforçam que, diante da crescente digitalização dos processos de SCM, questões de cibersegurança e proteção informacional tornam-se críticas para viabilizar a implementação em escala de ferramentas inteligentes, uma vez que falhas nesse campo inviabilizam a adoção plena e sustentável dessas tecnologias.

Com base na etapa de tratamento dos dados e no ranqueamento obtido pelo método TOPSIS, foram identificados benefícios que contribuem para potencializar o uso da IA na gestão de operações logísticas. Esses benefícios abrangem ganhos associados à eficiência operacional, ao desempenho estratégico e ao fortalecimento das capacidades organizacionais, refletindo diferentes maneiras pelas quais a IA pode transformar processos logísticos. Conforme já apresentado, tais benefícios foram organizados em três grupos que representam distintas dimensões de impacto sobre o setor. A seguir, aprofunda-se a discussão desses grupos, destacando suas implicações e contribuições à luz da literatura e do *framework* validado.

O Grupo 1 reúne benefícios diretamente associados ao desempenho central das operações logísticas, incluindo aumento da produtividade, melhoria da eficiência operacional e melhoria da qualidade dos processos. Nesse sentido, Chatzoglou;

Chatzoudes e Kipraios (2015) indicam que organizações que adotam tecnologias avançadas e práticas estruturadas de gestão tendem a alcançar maior eficiência, padronização e desempenho global, resultado da redução de variabilidades, do fortalecimento do controle de processos e da intensificação da melhoria contínua. No contexto logístico, a IA potencializa esses resultados ao otimizar recursos, automatizar atividades rotineiras e ampliar a precisão das análises e previsões, contribuindo para operações mais ágeis, confiáveis e produtivas.

De mesma forma, Chen; Wu e Zhai (2019) e Franchina et al. (2023) também mostram que sistemas inteligentes fortalecem a qualidade dos processos ao fornecer informações mais rápidas, integradas e consistentes, comportamento semelhante ao observado em organizações que adotam normas e diretrizes internacionais de gestão voltadas à eficiência operacional. Em complemento, pesquisas sobre a implementação de sistemas ambientais padronizados apontam que organizações com maior comprometimento com práticas estruturadas alcançam operações mais consistentes, transparentes e alinhadas a padrões globais (AROCENA; ORCOS; ZOUAGHI, 2023). Esse comportamento converge com o proposto por Chen et al. (2024) e Uren e Edwards (2023), que evidenciam que níveis mais elevados de maturidade organizacional e prontidão tecnológica favorecem a integração eficaz de sistemas inteligentes, ampliando a capacidade de inovação, de desempenho e de absorção de tecnologias digitais emergentes, incluindo a IA. Assim, os benefícios reunidos no Grupo 1 evidenciam a IA como um instrumento estratégico capaz de fortalecer os processos operacionais e apoiar a evolução da maturidade digital das organizações.

O Grupo 2 reúne benefícios associados ao fortalecimento estratégico, à integração organizacional e à capacidade de resposta das empresas, contemplando elementos como vantagem competitiva, confiança nos dados, satisfação do cliente, redução de custos, gestão de riscos, promoção da inclusão e compartilhamento de boas ideias. Esses benefícios ressaltam que, além de impactos operacionais, a adoção de IA promove avanços institucionais, culturais e gerenciais que ampliam a consistência dos processos e fortalecem a coordenação entre diferentes áreas da cadeia logística.

Dessa forma, Franchina et al. (2023) demonstra que iniciativas de melhoria contínua e padronização de práticas, como aquelas observadas em organizações que adotam normas de gestão e processos orientados por dados, contribuem para

um ambiente mais colaborativo, com maior integração informacional e capacidade aprimorada de antecipar riscos e variáveis operacionais. Nesse sentido, estudos sobre transformação digital indicam que a incorporação de tecnologias inteligentes fortalece a governança organizacional ao ampliar a confiabilidade dos dados, melhorar a rastreabilidade das informações e promover maior alinhamento entre áreas e processos (FUCHS; AGHAJANZADEH; THERKELSEN, 2020; WHITE, 2021). Por conseguinte, White (2021) ainda destaca que sistemas baseados em IA intensificam a capacidade das empresas de monitorar operações em tempo real, identificar anomalias e responder de forma mais rápida a mudanças na demanda, nas condições operacionais e nos fluxos logísticos. Essa combinação de monitoramento contínuo, análises precisas e suporte estruturado à decisão amplia a eficiência organizacional e reforça comportamentos orientados à integração e ao compartilhamento de informações, contribuindo para que as empresas atuem de forma mais coordenada e resiliente.

Além disso, abordagens de padronização aplicadas em contextos urbanos e organizacionais sugerem que processos sustentados por indicadores confiáveis e sistemas inteligentes favorecem maior transparência, promovem inclusão e estimulam o compartilhamento de boas ideias, criando ambientes que reforçam práticas colaborativas e decisões mais fundamentadas (MIDOR; PŁAZA, 2020). No contexto logístico, essas evidências dialogam diretamente com os benefícios deste grupo, ao demonstrar que a IA contribui para fortalecer relações entre áreas, aprimorar a experiência dos clientes, reduzir assimetrias informacionais e promover tomadas de decisão mais precisas e baseadas em dados.

O Grupo 3 contempla benefícios voltados ao fortalecimento institucional, cultural e reputacional das organizações, incluindo promoção da transparência, incentivos à inovação, melhoria da imagem organizacional e fortalecimento da cultura empresarial. Esses elementos, embora menos associados à operação direta, desempenham um importante papel na criação das condições que tornam a adoção da IA sustentável ao longo do tempo. A literatura destaca que organizações com estruturas institucionais sólidas, cultura organizacional favorável e ambientes de transparência ampliada tendem a apresentar maior legitimidade, engajamento e receptividade para incorporar tecnologias emergentes, entre elas a IA (FUCHS; AGHAJANZADEH; THERKELSEN, 2020; PARVIAINEN et al., 2021)

Estudos mostram que o ambiente institucional exerce influência significativa sobre a adoção tecnológica, uma vez que normas, valores, pressões externas e requisitos de governança moldam percepções de valor e expectativas relacionadas à implementação de sistemas digitais avançados. Desse modo, Erdmann e Toro-Dupouy (2025) evidenciam que a existência de diretrizes claras, alinhamento estratégico e apoio formal favorecem a aceitação, reduzem incertezas e criam bases necessárias para a consolidação de mudanças organizacionais. De forma complementar, a cultura organizacional tem sido apontada como um fator crítico para o sucesso de iniciativas baseadas em IA, especialmente em dimensões como abertura à inovação, colaboração interna, aprendizagem contínua e orientação para resultados (BLEY et al., 2022; MURIRE, 2024).

A transparência também emerge como elemento central desse grupo. Nesse sentido, Reischauer et al. (2024) e Zarzycka (2025) indicam que práticas de gestão orientadas à clareza, responsabilidade e participação ampliam a confiança entre *stakeholders* e fortalecem a legitimidade das transformações impulsionadas pela digitalização, ao estabelecerem padrões transparentes de comunicação e governança. Em paralelo, abordagens baseadas em indicadores padronizados, como discutido por White (2021), sugerem que maior visibilidade dos dados e critérios comuns de avaliação favorecem o compartilhamento de boas práticas, o aprendizado organizacional e a construção de reputações sustentáveis.

Assim, o Grupo 3 reúne benefícios que, embora não estejam diretamente ligados à execução operacional das atividades logísticas, desempenham papel estruturante na viabilização da transformação digital. Esses elementos criam o ambiente institucional, cultural e reputacional necessário para que iniciativas de IA sejam adotadas com confiança, continuidade e coerência, contribuindo para operações logísticas mais modernas, confiáveis, integradas e orientadas ao futuro.

4.5. Implicações para teoria e prática

A identificação dos *stakeholders* no âmbito da gestão de operações logísticas, a validação dos desafios que precisam ser superados para potencializar o uso de IA e o ranqueamento dos benefícios conforme seu grau de importância constituem contribuições relevantes tanto para o avanço teórico quanto para a aplicação prática no mercado. Esses três elementos, analisados de forma integrada, fornecem uma visão estruturada do ecossistema logístico e dos fatores que moldam a adoção da IA no contexto brasileiro.

No plano teórico, os achados desta pesquisa, aliados à literatura, oferecem uma compreensão holística do fenômeno e de suas implicações no contexto logístico brasileiro, respaldada pela validação de profissionais atuantes no setor. Nesse contexto, a pesquisa é assegurada pela aplicação do método *Lawshe-TOPSIS*, cujo rigor sistemático e estatístico permite validar conteúdos e ordenar prioridades de forma consistente, contribuindo para o fortalecimento do conhecimento na área. A utilização combinada desses métodos representa um diferencial metodológico, pois possibilita unir critérios qualitativos e quantitativos em uma mesma estrutura analítica, ampliando a robustez e a confiabilidade dos resultados. Além disso, o estudo amplia a base teórica ao explorar um tema ainda pouco abordado pela literatura, aprofundando a análise sobre *stakeholders*, desafios e benefícios, e propondo um *framework* capaz de orientar e potencializar o uso de IA na gestão de operações logísticas. Dessa forma, esta pesquisa avança no preenchimento de lacunas teóricas, oferecendo contribuições que podem orientar estudos futuros e fortalecer abordagens voltadas à transformação digital no setor.

Quanto às implicações práticas, os resultados podem apoiar a formulação e a implantação de estratégias de gestão, favorecendo o fortalecimento do setor na economia brasileira. Em termos de planejamento estratégico, a definição dos *stakeholders* envolvidos reforça a rede de suporte necessária para viabilizar e ampliar o uso de IA. Paralelamente, os desafios validados oferecem um direcionamento para intervenções capazes de gerar impactos mais rápidos e efetivos na logística. Ao mesmo tempo, a estruturação desses desafios em um modelo conceitual permite que gestores reflitam os pontos de atenção e desenvolvam ações mais alinhadas às demandas operacionais e tecnológicas de suas organizações. Por fim, o ranqueamento dos benefícios fornece uma referência para orientar decisões e investimentos, estimulando a concretização dos ganhos mais relevantes no contexto analisado. Assim, os resultados desta pesquisa assumem caráter instrumental e reflexivo para gestores, podendo apoiar empresas na elaboração de estratégias de adoção da IA e no aprimoramento contínuo de suas operações.

5. CONCLUSÕES

O estudo atingiu seu objetivo ao propor e validar um *framework* capaz de potencializar o uso de IA no contexto da gestão de operações logísticas, com base

na literatura existente e na aplicação de um *survey* com profissionais da área de logística no Brasil, cujos dados foram analisados pelo método *Lawshe-TOPSIS* para obtenção dos resultados. Dessa forma, foi possível analisar de forma conjunta e contextualizada os *stakeholders* envolvidos, os desafios a serem superados e os benefícios a serem alcançados com o uso da IA na gestão de operações logísticas, contribuindo para o avanço do conhecimento sobre o tema, além de propor um *framework* validado. A utilização combinada dos métodos permitiu integrar avaliação qualitativa e priorização quantitativa, conferindo maior robustez ao processo de validação e fortalecimento do modelo desenvolvido.

Os resultados apresentados destacaram os principais *stakeholders* envolvidos no cenário logístico identificados na literatura, que incluem os fornecedores, os consumidores finais, o governo, os gestores, a sociedade e os provedores de serviços logísticos. Além disso, os desafios de treinamento de equipe, integração dos sistemas de gestão, fluxo de informação e dados, resistência à mudança por parte dos colaboradores, limitações tecnológicas e segurança de dados foram validados pelos profissionais como os principais entraves a serem superados. Por fim, os benefícios foram ranqueados e separados em três grupos, sendo o primeiro formado por benefícios diretamente associados ao desempenho central das operações logísticas; o segundo grupo por benefícios vinculados ao fortalecimento estratégico e à integração organizacional; e o terceiro grupo por benefícios de natureza institucional, cultural e reputacional, que, embora não diretamente ligados à execução operacional, sustentam o ambiente necessário para viabilizar a transformação digital no setor.

Nesse sentido, o *framework* validado oferece uma contribuição prática importante ao reunir, de forma estruturada, os elementos que influenciam a adoção da IA no setor logístico brasileiro. A síntese entre *stakeholders*, desafios e benefícios fornece uma base sistemática para apoiar organizações no planejamento de iniciativas tecnológicas, orientar investimentos e identificar áreas prioritárias de intervenção. Além disso, no campo teórico, o modelo avança ao integrar evidências empíricas e literatura recente, contribuindo para preencher lacunas ainda existentes sobre a adoção de IA em contextos logísticos de economias emergentes como o Brasil.

Entretanto, apesar do alcance do objetivo proposto, este estudo apresenta algumas limitações. Por se tratar de uma pesquisa de caráter exploratório, os

resultados obtidos refletem apenas o contexto analisado, não podendo ser generalizados para outras realidades distintas onde a amostra utilizada na análise não se faz presente. Em outras palavras, a pesquisa limita-se à realidade do cenário logístico do Brasil, um país que ainda se caracteriza como uma economia emergente. Além disso, a percepção dos profissionais participantes pode influenciar a priorização dos elementos analisados, o que reforça a necessidade de estudos complementares que ampliem a diversidade de perfis e segmentos da cadeia.

Como sugestões para estudos futuros, recomenda-se a realização de investigações aplicadas que testem o *framework* validado diretamente em processos logísticos reais, permitindo observar sua efetividade prática em diferentes tipos de operação e níveis de maturidade digital. Também se sugere a ampliação metodológica por meio do uso de técnicas multicritério adicionais ou de abordagens qualitativas aprofundadas, como entrevistas e estudos etnográficos, capazes de explorar de forma mais detalhada as percepções dos *stakeholders* e as dinâmicas sociotécnicas associadas à adoção da IA. Além disso, estudos futuros podem integrar o *framework* a modelos de maturidade digital, sistemas de indicadores operacionais e métricas de desempenho logístico, possibilitando o monitoramento longitudinal da evolução da adoção da IA e a análise de seus impactos sobre eficiência, custos, resiliência, rastreabilidade e sustentabilidade das cadeias de suprimentos.

REFERÊNCIAS

ADEL, Heba Mohamed; KHALED, Mennatallah; YEHYA, Mohamed Ahmed; ELSAYED, Rahma; ALI, Rawan Sameh; AHMED, Farah Emam. Nexus among artificial intelligence implementation, healthcare social innovation, and green image of hospitals' operations management in Egypt. **Cleaner Logistics and Supply Chain**, [S. l.], v. 11, n. May, p. 100156, 2024. DOI: 10.1016/j.clscn.2024.100156. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.clscn.2024.100156>.

AHMAD, Shmmon. The Role of Artificial Intelligence in Diagnosing Malignant Tumors. **Eurasian Journal of Medicine and Oncology**, [S. l.], v. 8, n. 3, p. 281–294, 2024. DOI: 10.14744/ejmo.2024.24486. Disponível em: <https://www.ejmo.org/10.14744/ejmo.2024.24486/>.

AI-BASED, Implementing. Strategizing about AI technology adoption. **Strategic Direction**, [S. l.], v. 39, n. 7, p. 30–32, 2023. DOI: 10.1108/SD-06-2023-0076. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/SD-06-2023-0076/full/html>.

ALET, Josep. Effective integration of artificial intelligence: key axes for business strategy. **Journal of Business Strategy**, [S. l.], v. 45, n. 2, p. 107–114, 2024. DOI: 10.1108/JBS-01-2023-0005. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JBS-01-2023-0005/full/html>.

AROCENA, Pablo; ORCOS, Raquel; ZOUAGHI, Ferdaous. The scope of implementation of ISO 14001 by multinational enterprises: The role of liabilities of origin. **Journal of Environmental Management**, [S. l.], v. 327, p. 116844, 2023. DOI: 10.1016/j.jenvman.2022.116844. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0301479722024173>.

ASOKAN, Deepak Ram; HUQ, Fahian Anisul; SMITH, Christopher M.; STEVENSON, Mark. Socially responsible operations in the Industry 4.0 era: post-COVID-19 technology adoption and perspectives on future research. **International Journal of Operations & Production Management**, [S. l.], v. 42, n. 13, p. 185–217, 2022. DOI: 10.1108/IJOPM-01-2022-0069. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJOPM-01-2022-0069/full/html>.

BAAH, Charles; AGYABENG-MENSAH, Yaw; AFUM, Ebenezer; ACQUAH, Innocent Senyo Kwasi; ESSEL, Dacosta. Government influence on logistics and supply chain

innovations: assessing implications for firm performance and societal impact in an emerging economy. **International Journal of Emerging Markets**, [S. l.], v. 19, n. 11, p. 3646–3666, 2024. DOI: 10.1108/IJOEM-09-2021-1348. Disponível em: <http://www.emerald.com/ijoem/article/19/11/3646-3666/1224142>.

BEVILACQUA, Simone; MASÁROVÁ, Jana; PEROTTI, Francesco Antonio; FERRARIS, Alberto. Enhancing top managers' leadership with artificial intelligence: insights from a systematic literature review. **Review of Managerial Science**, [S. l.], v. 19, n. 9, p. 2899–2935, 2025. DOI: 10.1007/s11846-025-00836-7. Disponível em: <https://link.springer.com/10.1007/s11846-025-00836-7>.

BIELECKI, Maciej. Logistics 4.0: Challenges, Opportunities and Threats. **Tehnički glasnik**, [S. l.], v. 17, n. 3, p. 455–461, 2023. DOI: 10.31803/tg-20230505142802. Disponível em: <https://hrcak.srce.hr/306128>.

BIGLIARDI, Barbara; CASELLA, Giorgia; BOTTANI, Eleonora. Industry 4.0 in the logistics field: A bibliometric analysis. **IET Collaborative Intelligent Manufacturing**, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 4–12, 2021. DOI: 10.1049/cim2.12015. Disponível em: <https://ietresearch.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1049/cim2.12015>.

BLEY, Katja; FREDRIKSEN, Simen Fredrik Brunvand; SKJÆRVIK, Mats Eide; PAPPAS, Ilias O. The Role of Organizational Culture on Artificial Intelligence Capabilities and Organizational Performance. *Em*: PAPAGIANNIDIS, Savvas; ALAMANOS, Eleftherios; GUPTA, Suraksha; DWIVEDI, Yogesh K.; MÄNTYMÄKI, Matti; PAPPAS, Ilias O. (org.). **The Role of Digital Technologies in Shaping the Post-Pandemic World**. Cham: Springer International Publishing, 2022. p. 13–24. DOI: 10.1007/978-3-031-15342-6_2. Disponível em: https://link.springer.com/10.1007/978-3-031-15342-6_2.

BRANCO, José Eduardo Holler; BARTHOLOMEU, Daniela Bacchi; ALVES JUNIOR, Paulo Nocera; CAIXETA FILHO, José Vicente. Mutual analyses of agriculture land use and transportation networks: The future location of soybean and corn production in Brazil. **Agricultural Systems**, [S. l.], v. 194, n. August, p. 103264, 2021. DOI: 10.1016/j.agry.2021.103264. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308521X21002171>.

CANBUL YAROĞLU, Aslihan. Organizational reflections of the relationship between artificial intelligence and emotional intelligence in the context of phenomenology and

Cartesian dualism. **International Journal of Organizational Analysis**, [S. l.], 2025.

DOI: 10.1108/IJOA-10-2024-4892. Disponível em:

<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJOA-10-2024-4892/full/html>.

CARVALHO, André Carlos Ponce de Leon Ferreira De. Inteligência Artificial: riscos, benefícios e uso responsável. **Estudos Avançados**, [S. l.], v. 35, n. 101, p. 21–36, 2021.

DOI: 10.1590/s0103-4014.2021.35101.003. Disponível em:

[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142021000100021&tlng=pt)

[40142021000100021&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142021000100021&tlng=pt).

CASTANEDA, Juliana; GHORBANI, Elnaz; AMMOURIOVA, Majsá; PANADERO, Javier; JUAN, Angel A. Optimizing Transport Logistics under Uncertainty with Simheuristics: Concepts, Review and Trends. **Logistics**, [S. l.], v. 6, n. 3, p. 42, 2022.

DOI: 10.3390/logistics6030042. Disponível em: [https://www.mdpi.com/2305-](https://www.mdpi.com/2305-6290/6/3/42)

[6290/6/3/42](https://www.mdpi.com/2305-6290/6/3/42).

CHATZOGLOU, Prodromos; CHATZOUEDES, Dimitrios; KIPRAIOS, Nikolaos. The impact of ISO 9000 certification on firms' financial performance. **International Journal of Operations & Production Management**, [S. l.], v. 35, n. 1, p. 145–174, 2015.

DOI: 10.1108/IJOPM-07-2012-0387. Disponível em:

<http://www.emerald.com/ijopm/article/35/1/145-174/147947>.

CHEN, Wenwen; MEN, Yangchongyi; FUSTER, Noelia; OSORIO, Celia; JUAN, Angel A. Artificial Intelligence in Logistics Optimization with Sustainable Criteria: A Review. **Sustainability**, [S. l.], v. 16, n. 21, p. 9145, 2024.

DOI: 10.3390/su16219145. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/21/9145>.

<https://www.mdpi.com/2071-1050/16/21/9145>.

CHEN, Yan-ying; WU, Long; ZHAI, Qing-guo. Does ISO 9000 Certification Benefit Service Firms? **Sustainability**, [S. l.], v. 11, n. 21, p. 5886, 2019.

DOI: 10.3390/su11215886. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/21/5886>.

CHUNG, Sai-Ho. Applications of smart technologies in logistics and transport: A review. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, [S. l.], v. 153, n. March, p. 102455, 2021.

DOI: 10.1016/j.tre.2021.102455. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tre.2021.102455>.

<https://doi.org/10.1016/j.tre.2021.102455>.

CULOT, Giovanna; PODRECCA, Matteo; NASSIMBENI, Guido. Artificial intelligence in supply chain management: A systematic literature review of empirical studies and research directions. **Computers in Industry**, [S. l.], v. 162, p. 104132, 2024.

DOI: 10.1016/j.compind.2024.104132. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/journal/computers-in-industry>.

10.1016/j.compind.2024.104132. Disponível em:
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0166361524000605>.

DAIOS, Adamos; KLADOVASILAKIS, Nikolaos; KELEMIS, Athanasios; KOSTAVELIS, Ioannis. AI Applications in Supply Chain Management: A Survey. **Applied Sciences**, [S. l.], v. 15, n. 5, p. 2775, 2025. DOI: 10.3390/app15052775.

DELGADO, Fernanda; GARRIDO, Susana; BEZERRA, Barbara Stolte. Barriers to Visibility in Supply Chains: Challenges and Opportunities of Artificial Intelligence Driven by Industry 4.0 Technologies. **Sustainability**, [S. l.], v. 17, n. 7, p. 2998, 2025. DOI: 10.3390/su17072998.

DHAMIJA, Pavitra; BAG, Surajit. Role of artificial intelligence in operations environment: a review and bibliometric analysis. **The TQM Journal**, [S. l.], v. 32, n. 4, p. 869–896, 2020. DOI: 10.1108/TQM-10-2019-0243. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/TQM-10-2019-0243/full/html>.

DI VAIO, Assunta; LATIF, Badar; GUNARATHNE, Nuwan; GUPTA, Manjul; D'ADAMO, Idiano. Digitalization and artificial knowledge for accountability in SCM: a systematic literature review. **Journal of Enterprise Information Management**, [S. l.], v. 37, n. 2, p. 606–672, 2024. DOI: 10.1108/JEIM-08-2022-0275.

DUBEY, Rameshwar; BRYDE, David J.; DWIVEDI, Yogesh K.; GRAHAM, Gary; FOROPON, Cyril; PAPADOPOULOS, Thanos. Dynamic digital capabilities and supply chain resilience: The role of government effectiveness. **International Journal of Production Economics**, [S. l.], v. 258, p. 108790, 2023. DOI: 10.1016/j.ijpe.2023.108790. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0925527323000221>.

ERDMANN, Anett; TORO-DUPOUY, Luis. The influence of the institutional environment on AI adoption in universities: identifying value drivers and necessary conditions. **European Journal of Innovation Management**, [S. l.], v. 28, n. 9, p. 4365–4398, 2025. DOI: 10.1108/EJIM-04-2024-0407. Disponível em: <https://www.emerald.com/ejim/article/28/9/4365/1249717/The-influence-of-the-institutional-environment-on>.

FAN, Zhigang; ZHANG, Yewen; KANG, Mingu; LEE, Haengcheol. Understanding the Role of Supplier Involvement in the Link Between IT Integration and Sustainable Supplier Management Practices. **Sustainability**, [S. l.], v. 17, n. 6, p. 2346, 2025.

DOI: 10.3390/su17062346. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/17/6/2346>.

FANG, Bingbing; YU, Jiacheng; CHEN, Zhonghao; OSMAN, Ahmed I.; FARGHALI, Mohamed; IHARA, Ikko; HAMZA, Essam H.; ROONEY, David W.; YAP, Pow-Seng. Artificial intelligence for waste management in smart cities: a review. **Environmental Chemistry Letters**, [S. l.], v. 21, n. 4, p. 1959–1989, 2023. DOI: 10.1007/s10311-023-01604-3. Disponível em: <https://link.springer.com/10.1007/s10311-023-01604-3>.

FAREED, Anaiz Gul; DE FELICE, Fabio; FORCINA, Antonio; PETRILLO, Antonella. Role and applications of advanced digital technologies in achieving sustainability in multimodal logistics operations: A systematic literature review. **Sustainable Futures**, [S. l.], v. 8, n. July, p. 100278, 2024. DOI: 10.1016/j.sftr.2024.100278. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.sftr.2024.100278>.

FERREIRA, Bárbara; REIS, João. A Systematic Literature Review on the Application of Automation in Logistics. **Logistics**, [S. l.], v. 7, n. 4, p. 80, 2023. DOI: 10.3390/logistics7040080. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2305-6290/7/4/80>.

FIORAVANTI, Reinaldo; MONTOYA, Giset Natalia; PINTO, Janaina Antonino; LIMA, Orlando Fontes. Logistics efficiency in Brazilian cities applying data envelopment analysis. **Data & Policy**, [S. l.], v. 6, p. e42, 2024. DOI: 10.1017/dap.2023.40. Disponível em: https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S2632324923000408/type/journal_article.

FRANCHINA, V.; STABILE, S.; CENNA, R.; MANNOZZI, F.; FEDERICI, I.; TESTONI, S.; SINNO, V.; CAGNAZZO, C. ISO 9001:2015 standard implementation in clinical trial centers: An exploratory analysis of benefits and barriers in Italy. **Contemporary Clinical Trials Communications**, [S. l.], v. 33, p. 101104, 2023. DOI: 10.1016/j.conctc.2023.101104. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2451865423000509>.

FUCHS, Heidi; AGHAJANZADEH, Arian; THERKELSEN, Peter. Identification of drivers, benefits, and challenges of ISO 50001 through case study content analysis. **Energy Policy**, [S. l.], v. 142, p. 111443, 2020. DOI: 10.1016/j.enpol.2020.111443. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0301421520301968>.

GARAY-RONDERO, Claudia Lizette; MARTINEZ-FLORES, Jose Luis; SMITH, Neale R.; CABALLERO MORALES, Santiago Omar; ALDRETTE-MALACARA, Alejandra. Digital supply chain model in Industry 4.0. **Journal of Manufacturing Technology Management**, [S. l.], v. 31, n. 5, p. 887–933, 2019. DOI: 10.1108/JMTM-08-2018-0280. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JMTM-08-2018-0280/full/html>.

GARAY-RONDERO, Claudia Lizette; MARTINEZ-FLORES, Jose Luis; SMITH, Neale R.; CABALLERO MORALES, Santiago Omar; ALDRETTE-MALACARA, Alejandra. Digital supply chain model in Industry 4.0. **Journal of Manufacturing Technology Management**, [S. l.], v. 31, n. 5, p. 887–933, 2020. DOI: 10.1108/JMTM-08-2018-0280.

GHISOLFI, Verônica; ANTAL TAVASSZY, Lóránt; HOMEM DE ALMEIDA RODRIGUEZ CORREIA, Gonçalo; DE LORENA DINIZ CHAVES, Gisele; MATTOS RIBEIRO, Glaydston. Dynamics of freight transport decarbonization: A simulation study for Brazil. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, [S. l.], v. 127, p. 104020, 2024. DOI: 10.1016/j.trd.2023.104020.

GOSWAMI, Shankha Shubhra; MONDAL, Surajit; SARKAR, Shouvik; GUPTA, Krishna Kumar; SAHOO, Sushil Kumar; HALDER, Rohit. Artificial Intelligence-Enabled Supply Chain Management: Unlocking New Opportunities and Challenges. **Artificial Intelligence and Applications**, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 110–121, 2024. DOI: 10.47852/bonviewAIA42021814.

GUO, Chenhao; KE, Yun; ZHANG, Jinkang. Digital transformation along the supply chain. **Pacific-Basin Finance Journal**, [S. l.], v. 80, p. 102088, 2023. DOI: 10.1016/j.pacfin.2023.102088. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0927538X23001543>.

HAAG, Phillip; JÜNGER, Hans Christian. Turning a spotlight on construction logistics for a sustainable urban environment—a review of current policy concepts and literature. **Frontiers in Built Environment**, [S. l.], v. 9, 2023. DOI: 10.3389/fbuil.2023.1202091. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fbuil.2023.1202091/full>.

HANGL, Johannes; BEHRENS, Viktoria Joy; KRAUSE, Simon. Barriers, Drivers, and Social Considerations for AI Adoption in Supply Chain Management: A Tertiary Study. **Logistics**, [S. l.], v. 6, n. 3, p. 63, 2022. DOI: 10.3390/logistics6030063.

INNOVATION NORWAY. **LOGISTICS SECTOR IN BRAZIL**. [s.l.: s.n.].

LAGORIO, Alexandra; ZENEZINI, Giovanni; MANGANO, Giulio; PINTO, Roberto. A systematic literature review of innovative technologies adopted in logistics management. **International Journal of Logistics Research and Applications**, [S. l.], v. 25, n. 7, p. 1043–1066, 2022. DOI: 10.1080/13675567.2020.1850661. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/13675567.2020.1850661>.

LEITE, Marcel Ashley Paulino; MELO, André Cristiano Silva; DE OLIVEIRA, Renata Melo e Silva; DE CASTRO COUTINHO, Eliane; SANTOS, Iedo Souza; MARTINS, Vitor William Batista. Proposing a Framework for Ballistic Waste Management in the Context of the Public Security Institute. **Green Health**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 5, 2025. DOI: 10.3390/greenhealth1010005. Disponível em: <https://www.mdpi.com/3042-5832/1/1/5>.

LI, Rui; VERHAGEN, Wim J. C.; CURRAN, Richard. Stakeholder-oriented systematic design methodology for prognostic and health management system: Stakeholder expectation definition. **Advanced Engineering Informatics**, [S. l.], v. 43, n. January, p. 101041, 2020. DOI: 10.1016/j.aei.2020.101041. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aei.2020.101041>.

MATUSIEWICZ, Maria; KSIĄŻKIEWICZ, Dorota. Shared Logistics—Literature Review. **Applied Sciences**, [S. l.], v. 13, n. 4, p. 2036, 2023. DOI: 10.3390/app13042036. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-3417/13/4/2036>.

MAZZINGHY, Alanna Oeiras da Costa *et al.* Assessment of the Benefits of the ISO/IEC 42001 AI Management System: Insights from Selected Brazilian Logistics Experts: An Empirical Study. **Standards**, [S. l.], v. 5, n. 2, p. 10, 2025. DOI: 10.3390/standards5020010. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2305-6703/5/2/10>.

MIDOR, Katarzyna; PŁAZA, Grażyna. Moving to Smart Cities Through the Standard Indicators ISO 37120. **Multidisciplinary Aspects of Production Engineering**, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 617–630, 2020. DOI: 10.2478/mape-2020-0052. Disponível em: <https://www.sciendo.com/article/10.2478/mape-2020-0052>.

MILES, Samantha. Stakeholder Theory Classification: A Theoretical and Empirical Evaluation of Definitions. **Journal of Business Ethics**, [S. l.], v. 142, n. 3, p. 437–459, 2017. DOI: 10.1007/s10551-015-2741-y. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s10551-015-2741-y>.

MODGIL, Sachin; SINGH, Rohit Kumar; HANNIBAL, Claire. Artificial intelligence for supply chain resilience: learning from Covid-19. **The International Journal of Logistics Management**, [S. l.], v. 33, n. 4, p. 1246–1268, 2022. DOI: 10.1108/IJLM-02-2021-0094. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJLM-02-2021-0094/full/html>.

MOGHADDAM, Ghazaleh Kermani; KARIMZADEH, Mostafa. **AI-Driven Digital Transformation and Sustainable Logistics: Innovations in Global Supply Chain Management**. , 2025. DOI: 10.21203/rs.3.rs-6086101/v1. Disponível em: <https://www.researchsquare.com/article/rs-6086101/v1>.

MULDOON, James; VALDIVIA, Ana; BADGER, Adam. The politics of artificial intelligence supply chains. **AI & SOCIETY**, [S. l.], 2025. DOI: 10.1007/s00146-025-02625-y. Disponível em: <https://link.springer.com/10.1007/s00146-025-02625-y>.

MURIRE, Obrain Tinashe. Artificial Intelligence and Its Role in Shaping Organizational Work Practices and Culture. **Administrative Sciences**, [S. l.], v. 14, n. 12, p. 316, 2024. DOI: 10.3390/admsci14120316. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-3387/14/12/316>.

NICOLETTI, Bernardo; APOLLONI, Andrea. Green Logistics 5.0: a review of sustainability-oriented innovation with foundation models in logistics. **European Journal of Innovation Management**, [S. l.], v. 27, n. 9, p. 542–561, 2024. DOI: 10.1108/EJIM-07-2024-0787. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/EJIM-07-2024-0787/full/html>.

NING, Lianju; YAO, Dan. The Impact of Digital Transformation on Supply Chain Capabilities and Supply Chain Competitive Performance. **Sustainability**, [S. l.], v. 15, n. 13, p. 10107, 2023. DOI: 10.3390/su151310107. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/13/10107>.

NOZARI, Hamed; SZMELTER-JAROSZ, Agnieszka; GHAREMANI-NAHR, Javid. ((AIoT) for the Smart Supply Chain (Case Study : AIoT) for the Smart Supply Chain (Case Study : **Mdpi**, [S. l.], v. 22, n. 8, p. 1–18, 2022.

NURYANTO, Uli Wildan; BASROWI; QURAYSIN, Icin; PRATIWI, Ika. Environmental management control system, blockchain adoption, cleaner production, and product efficiency on environmental reputation and performance: Empirical evidence from Indonesia. **Sustainable Futures**, [S. l.], v. 7, n. October 2023, p. 100190, 2024. DOI: 10.1016/j.sftr.2024.100190. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.sftr.2024.100190>.

OGBUKE, Nnamdi Johnson; YUSUF, Yahaya Y.; DHARMA, Kovvuri; MERCANGOZ, Burcu A. Big data supply chain analytics: ethical, privacy and security challenges posed to business, industries and society. **Production Planning & Control**, [S. l.], v. 33, n. 2–3, p. 123–137, 2022. DOI: 10.1080/09537287.2020.1810764.

OKREPILOV, Vladimir V.; KOVALENKO, Boris B.; GETMANOVA, Galina V.; TUROVSKAJ, Maria S. Modern Trends in Artificial Intelligence in the Transport System. **Transportation Research Procedia**, [S. l.], v. 61, p. 229–233, 2022. DOI: 10.1016/j.trpro.2022.01.038.

ORDIBAZAR, Amir Hossein; HUSSAIN, Omar K.; CHAKRABORTTY, Ripon Kumar; IRANNEZHAD, Elnaz; SABERI, Morteza. Artificial intelligence applications for supply chain risk management considering interconnectivity, external events exposures and transparency: a systematic literature review. **Modern Supply Chain Research and Applications**, [S. l.], 2025. DOI: 10.1108/MS CRA-10-2024-0041. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/MS CRA-10-2024-0041/full/html>.

PARRA-SÁNCHEZ, Diana Teresa. Exploring the Internet of Things adoption in the Fourth Industrial Revolution: a comprehensive scientometric analysis. **Journal of Innovative Digital Transformation**, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 1–18, 2025. DOI: 10.1108/JIDT-06-2024-0013.

PARVIAINEN, Tuuli; GOERLANDT, Floris; HELLE, Inari; HAAPASAARI, Päivi; KUIKKA, Sakari. Implementing Bayesian networks for ISO 31000:2018-based maritime oil spill risk management: State-of-art, implementation benefits and challenges, and future research directions. **Journal of Environmental Management**, [S. l.], v. 278, p. 111520, 2021. DOI: 10.1016/j.jenvman.2020.111520. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0301479720314456>.

PERANO, Mirko; CAMMARANO, Antonello; VARRIALE, Vincenzo; DEL REGNO, Claudio; MICHELINO, Francesca; CAPUTO, Mauro. Embracing supply chain digitalization and unphysicalization to enhance supply chain performance: a conceptual framework. **International Journal of Physical Distribution and Logistics Management**, [S. l.], v. 53, n. 5–6, p. 628–659, 2023. DOI: 10.1108/IJPDLM-06-2022-0201.

REISCHAUER, Georg; HESS, Thomas; SELLHORN, Thorsten; THEISSEN, Erik. Transparency in an Age of Digitalization and Responsibility. **Schmalenbach Journal of Business Research**, [S. l.], v. 76, n. 4, p. 483–494, 2024. DOI: 10.1007/s41471-024-00203-4. Disponível em: <https://link.springer.com/10.1007/s41471-024-00203-4>.

SAMUELS, Alexander. Examining the integration of artificial intelligence in supply chain management from Industry 4.0 to 6.0: a systematic literature review. **Frontiers in Artificial Intelligence**, [S. l.], v. 7, 2025. DOI: 10.3389/frai.2024.1477044. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frai.2024.1477044/full>.

SIEMS, Erik; SEURING, Stefan; SCHILLING, Lara. Stakeholder roles in sustainable supply chain management: a literature review. **Journal of Business Economics**, [S. l.], v. 93, n. 4, p. 747–775, 2023. DOI: 10.1007/s11573-022-01117-5. Disponível em: <https://link.springer.com/10.1007/s11573-022-01117-5>.

SPINELLI, Ana Caroline Cabral; FONSECA, Bruna Valéria Serra Freire. **Sistemas de gestão de inteligência artificial ISO 42001: Validação de desafios considerando o contexto organizacional logístico brasileiro**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Universidade do Estado do Pará, Belém, 2024.

SPOSATO, Martin. Leadership training and development in the age of artificial intelligence. **Development and Learning in Organizations: An International Journal**, [S. l.], v. 38, n. 4, p. 4–7, 2024. DOI: 10.1108/DLO-12-2023-0256. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/DLO-12-2023-0256/full/html>.

SUMO, Peter Davis; ALIMU, Philip Kofi; AGYEMAN, Stephen; SUMO, Dorris Zayzay; CAI, Liling; JI, Xiaofen. Research Opportunities in Textile Reverse Logistics: A Systematic Review. **Logforum**, [S. l.], v. 19, n. 2, p. 303–315, 2023. DOI:

10.17270/J.LOG.2023.841. Disponível em:
<https://www.logforum.net/volume19/issue2/abstract-10.html>.

SZMELTER-JAROSZ, Agnieszka; CHMIEL, Beata; ŚLEDZIK, Karol. Most successful business models in logistics innovations – the review of crowd logistics solutions. **Logforum**, [S. l.], v. 19, n. 3, p. 317–330, 2023. DOI: 10.17270/J.LOG.2023.840. Disponível em: <https://www.logforum.net/volume19/issue3/abstract-1.html>.

TANEJA, Akriti; NAIR, Gayathri; JOSHI, Manisha; SHARMA, Somesh; SHARMA, Surabhi; JAMBRAK, Anet Rezek; ROSELLÓ-SOTO, Elena; BARBA, Francisco J.; CASTAGNINI, Juan M.; LEKSAWASDI, Noppol; PHIMOLSIRIPOL, Yuthana. Artificial intelligence: implications for the agri-food sector. **Agronomy**, [S. l.], v. 13, n. 5, p. 1397, 2023. DOI: 10.3390/agronomy13051397. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/13/5/1397>

TEIXEIRA, António R.; FERREIRA, José Vasconcelos; RAMOS, Ana Luísa. Intelligent Supply Chain Management: A Systematic Literature Review on Artificial Intelligence Contributions. **Information**, [S. l.], v. 16, n. 5, p. 399, 2025. DOI: 10.3390/info16050399.

TOORAJIPOUR, Reza; SOHRABPOUR, Vahid; NAZARPOUR, Ali; OGHAZI, Pejvak; FISCHL, Maria. Artificial intelligence in supply chain management: A systematic literature review. **Journal of Business Research**, [S. l.], v. 122, n. September 2020, p. 502–517, 2021. DOI: 10.1016/j.jbusres.2020.09.009.

UREN, Victoria; EDWARDS, John S. Technology readiness and the organizational journey towards AI adoption: An empirical study. **International Journal of Information Management**, [S. l.], v. 68, 2023. DOI: 10.1016/j.ijinfomgt.2022.102588.

VANN YAROSON, Emilia; ABADIE, Amélie; ROUX, Mélanie. Human-artificial intelligence collaboration in supply chain outcomes: the mediating role of responsible artificial intelligence. **Annals of Operations Research**, [S. l.], v. 354, n. 1, p. 35–69, 2025. DOI: 10.1007/s10479-025-06534-7. Disponível em: <https://link.springer.com/10.1007/s10479-025-06534-7>.

VIEIRA, JONATHAN; NEUENFELDT JÚNIOR, ALVARO; ALVES, VANESSA; BOUZON, MARINA; FRANCESCATTO, MATHEUS. The intermodal transport tactical planning: A literature review on the use of transportation modes for cargo delivery. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, [S. l.], v. 96, n. 4, p. e20240081, 2024.

DOI: 10.1590/0001-3765202420240081. Disponível em:
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-37652024000601705&tlng=en.

VILAS-BOAS, Jonas L.; RODRIGUES, Joel J. P. C.; ALBERTI, Antonio M. Convergence of Distributed Ledger Technologies with Digital Twins, IoT, and AI for fresh food logistics: Challenges and opportunities. **Journal of Industrial Information Integration**, [S. l.], v. 31, p. 100393, 2023. DOI: 10.1016/j.jii.2022.100393. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2452414X22000607>.

WALTER, Arne; AHSAN, Kamrul; RAHMAN, Shams. Application of artificial intelligence in demand planning for supply chains: a systematic literature review. **The International Journal of Logistics Management**, [S. l.], 2025. DOI: 10.1108/IJLM-02-2024-0120. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJLM-02-2024-0120/full/html>.

WHITE, James Merricks. Standardising the city as an object of comparison: The promise, limits and perceived benefits of ISO 37120. **Telematics and Informatics**, [S. l.], v. 57, p. 101515, 2021. DOI: 10.1016/j.tele.2020.101515. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S073658532030174X>.

YOUNIS, Hassan; WUNI, Ibrahim Yahaya. Application of industry 4.0 enablers in supply chain management: Scientometric analysis and critical review. **Heliyon**, [S. l.], v. 9, n. 11, p. e21292, 2023. DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e21292. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2405844023085006>.

YUAN, Daojun; KIM, Jung Kwan; GAO, Cong. Adoption of Artificial Intelligence and Its Impact on Competitive Advantage: Mediated by Knowledge Management. **Journal of Information and Knowledge Management**, [S. l.], v. 24, n. 2, p. 1–34, 2024. DOI: 10.1142/S0219649225500030.

ZARZYCKA, Ewelina. Driving Sustainable Development: Stakeholder Impact on Corporate Digital Responsibility Reporting. **Corporate Social Responsibility and Environmental Management**, [S. l.], v. 32, n. 6, p. 7713–7726, 2025. DOI: 10.1002/csr.70102. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/csr.70102>.

APÊNDICE I – QUESTIONÁRIO

23/11/25, 20:17

Uso da inteligência artificial na gestão de operações logísticas

Uso da inteligência artificial na gestão de operações logísticas

Esta pesquisa tem como objetivo validar um framework capaz de potencializar o uso da IA na gestão de operações logísticas considerando os desafios, benefícios e stakeholders envolvidos.

* Indica uma pergunta obrigatória

1. *

Marcar apenas uma oval.

Declaro que concordei em participar desta pesquisa de forma voluntária.

Informações gerais

2. Tempo de experiência no setor logístico (em anos) *

3. Titulação acadêmica *

Marcar apenas uma oval.

- Graduação
 Graduação e especialização / MBA
 Graduação e pós graduação (mestrado / doutorado)

4. Região do Brasil em que atua *

Marcar apenas uma oval.

- Norte
 Nordeste
 Centro oeste
 Sudeste
 Sul

5. Cargo que ocupa na empresa (Diretor, coordenador, gerente, supervisor...) *

6. E-mail (caso deseje receber o resultado desta pesquisa)

Parte 1: Análise de desafios para o uso da inteligência artificial na gestão de processos logísticos

Considerando sua experiência no setor logístico, analise os desafios abaixo.

23/11/25, 20:17

Uso da inteligência artificial na gestão de operações logísticas

7. A falta de treinamento da equipe. *

Marcar apenas uma oval.

- Superar este desafio, é Essencial, para o uso da inteligência artificial na gestão de processos logísticos
- Superar este desafio, é Importante mas não Essencial, para o uso da inteligência artificial na gestão de processos logísticos
- Superar este desafio, Não é Importante, para o uso da inteligência artificial na gestão de processos logísticos

8. Falta de integração dos sistemas de gestão. *

Marcar apenas uma oval.

- Superar este desafio, é Essencial, para o uso da inteligência artificial na gestão de processos logísticos
- Superar este desafio, é Importante mas não Essencial, para o uso da inteligência artificial na gestão de processos logísticos
- Superar este desafio, Não é Importante, para o uso da inteligência artificial na gestão de processos logísticos

9. Falta de fluxo de informação e dados. *

Marcar apenas uma oval.

- Superar este desafio, é Essencial, para o uso da inteligência artificial na gestão de processos logísticos
- Superar este desafio, é Importante mas não Essencial, para o uso da inteligência artificial na gestão de processos logísticos
- Superar este desafio, Não é Importante, para o uso da inteligência artificial na gestão de processos logísticos

10. Dificuldade de padronização de processos. *

Marcar apenas uma oval.

- Superar este desafio, é Essencial, para o uso da inteligência artificial na gestão de processos logísticos
- Superar este desafio, é Importante mas não Essencial, para o uso da inteligência artificial na gestão de processos logísticos
- Superar este desafio, Não é Importante, para o uso da inteligência artificial na gestão de processos logísticos

11. Falta de incentivo/compromisso das lideranças. *

Marcar apenas uma oval.

- Superar este desafio, é Essencial, para o uso da inteligência artificial na gestão de processos logísticos
- Superar este desafio, é Importante mas não Essencial, para o uso da inteligência artificial na gestão de processos logísticos
- Superar este desafio, Não é Importante, para o uso da inteligência artificial na gestão de processos logísticos

12. Resistência à mudança por parte dos colaboradores. *

Marcar apenas uma oval.

- Superar este desafio, é Essencial, para o uso da inteligência artificial na gestão de processos logísticos
- Superar este desafio, é Importante mas não Essencial, para o uso da inteligência artificial na gestão de processos logísticos
- Superar este desafio, Não é Importante, para o uso da inteligência artificial na gestão de processos logísticos

23/11/25, 20:17

Uso da inteligência artificial na gestão de operações logísticas

13. Limitações tecnológicas. *

Marcar apenas uma oval.

- Superar este desafio, é Essencial, para o uso da inteligência artificial na gestão de processos logísticos
- Superar este desafio, é Importante mas não Essencial, para o uso da inteligência artificial na gestão de processos logísticos
- Superar este desafio, Não é Importante, para o uso da inteligência artificial na gestão de processos logísticos

14. Falta de segurança de dados. *

Marcar apenas uma oval.

- Superar este desafio, é Essencial, para o uso da inteligência artificial na gestão de processos logísticos
- Superar este desafio, é Importante mas não Essencial, para o uso da inteligência artificial na gestão de processos logísticos
- Superar este desafio, Não é Importante, para o uso da inteligência artificial na gestão de processos logísticos

15. Falta de transparência das companhias provedoras de IA. *

Marcar apenas uma oval.

- Superar este desafio, é Essencial, para o uso da inteligência artificial na gestão de processos logísticos
- Superar este desafio, é Importante mas não Essencial, para o uso da inteligência artificial na gestão de processos logísticos
- Superar este desafio, Não é Importante, para o uso da inteligência artificial na gestão de processos logísticos

16. Falta de padrão legislativo. *

Marcar apenas uma oval.

- Superar este desafio, é Essencial, para o uso da inteligência artificial na gestão de processos logísticos
- Superar este desafio, é Importante mas não Essencial, para o uso da inteligência artificial na gestão de processos logísticos
- Superar este desafio, Não é Importante, para o uso da inteligência artificial na gestão de processos logísticos

Parte 2: Análise dos benefícios do uso da inteligência artificial na gestão de processos logísticos

Atribua uma nota de 0 a 10 (notas intermediárias pode ser atribuídas livremente), para cada benefício da utilização da Inteligência Artificial na gestão de operações logísticas.

17. Aumento da satisfação do cliente *

Marcar apenas uma oval.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Este Este benefício representa a importância do uso da Inteligência Artificial na gestão de operações logísticas.

18. Melhoria da eficiência operacional *

Marcar apenas uma oval.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Este Este benefício representa a importância do uso da Inteligência Artificial na gestão de operações logísticas.

23/11/25, 20:17

Uso da inteligência artificial na gestão de operações logísticas

19. Aumento de incentivos para inovação *

Marcar apenas uma oval.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Este Este benefício da gestão de operações logísticas com o uso da Inteligência Artificial na gestão

20. Melhoria da imagem da empresa *

Marcar apenas uma oval.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Este Este benefício da gestão de operações logísticas com o uso da Inteligência Artificial na gestão

21. Aumento da vantagem competitiva *

Marcar apenas uma oval.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Este Este benefício da gestão de operações logísticas com o uso da Inteligência Artificial na gestão

22. Melhoria da qualidade dos processos *

Marcar apenas uma oval.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Este Este benefício da gestão de operações logísticas com o uso da Inteligência Artificial na gestão

23. Redução de custos *

Marcar apenas uma oval.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Este Este benefício da gestão de operações logísticas com o uso da Inteligência Artificial na gestão

24. Aumento da produtividade *

Marcar apenas uma oval.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Este Este benefício da gestão de operações logísticas com o uso da Inteligência Artificial na gestão

25. Aumento na confiança nos dados *

Marcar apenas uma oval.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Este Este benefício da gestão de operações logísticas com o uso da Inteligência Artificial na gestão

23/11/25, 20:17

Uso da inteligência artificial na gestão de operações logísticas

26. Aumento no compartilhamento de boas ideias *

Marcar apenas uma oval.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Este Este é **beneficial** para a **gestão de operações logísticas** com o uso da Inteligência Artificial na gestão

27. Aumento na efetiva gestão de riscos *

Marcar apenas uma oval.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Este Este é **beneficial** para a **gestão de operações logísticas** com o uso da Inteligência Artificial na gestão

28. Aumento na promoção da transparência *

Marcar apenas uma oval.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Este Este é **beneficial** para a **gestão de operações logísticas** com o uso da Inteligência Artificial na gestão

29. Redução das desigualdades digitais *

Marcar apenas uma oval.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Este Este é **beneficial** para a **gestão de operações logísticas** com o uso da Inteligência Artificial na gestão

30. Aumento na promoção da inclusão *

Marcar apenas uma oval.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Este Este é **beneficial** para a **gestão de operações logísticas** com o uso da Inteligência Artificial na gestão

31. Cultura empresarial mais forte *

Marcar apenas uma oval.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Este Este é **beneficial** para a **gestão de operações logísticas** com o uso da Inteligência Artificial na gestão

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários