

Perspectivas e Reflexões sobre a Importância da Inteligência Artificial (IA) na Otimização do Processo Do Picking

Perspectives and Reflections on the Importance of Artificial Intelligence (AI) in Optimizing the Picking Process

João Carlos Nogueira dos Santos

Faculdade de Tecnologia de Carapicuíba | Fatec Carapicuíba
joao.santos214@fatec.sp.gov.br

Josimari Lopes Lima de Oliveira

Faculdade de Tecnologia de Carapicuíba | Fatec Carapicuíba
josimari.oliveira@fatec.sp.gov.br

Luciano Moraes dos Santos

Faculdade de Tecnologia de Carapicuíba | Fatec Carapicuíba
luciano.msantos@fatec.sp.gov.br

Vinicius Tenorio

Faculdade de Tecnologia de Carapicuíba | Fatec Carapicuíba
vinicius.silva307@fatec.sp.gov.br

Rosana Nogueira

Faculdade de Tecnologia de Carapicuíba | Fatec Carapicuíba
rosana.nogueira@fatec.sp.gov.br

Resumo

O processo de picking é uma das etapas mais críticas na logística de armazéns, representando até 60% dos custos operacionais e sendo frequentemente associado a erros humanos e ineficiências. Este estudo tem como objetivo analisar como a Inteligência Artificial (IA) pode otimizar esse processo, reduzindo falhas, aumentando a produtividade e melhorando a tomada de decisão em tempo real. A metodologia adotada consiste em uma pesquisa bibliográfica exploratória, com abordagem qualitativa, baseada em artigos científicos, livros e estudos de caso sobre IA aplicada à logística. Os resultados indicam que tecnologias como realidade aumentada (RA), Voice Picking, RFID e algoritmos de otimização de rotas reduzem significativamente erros e tempo de separação de pedidos, além de permitirem gestão preditiva de estoques. Contudo, a implementação enfrenta desafios, como alto custo inicial, necessidade de treinamento especializado e resistência à mudança. Conclui-se que a IA é uma ferramenta estratégica para a logística 4.0, mas sua adoção requer planejamento e investimento contínuo.

Abstract

The picking process is one of the most critical stages in warehouse logistics, accounting for up to 60% of operational costs and often associated with human errors and inefficiencies. This study aims to analyze how Artificial Intelligence (AI) can optimize this process by reducing errors, increasing productivity, and improving real-time decision-making. The methodology

Palavras-chave

Inteligência Artificial
Picking. Logística 4.0
Realidade Aumentada
Otimização de Processos

Keywords

Artificial Intelligenc
Picking. Logistics 4.0
Augmented Reality
Process Optimization

consists of an exploratory bibliographic review with a qualitative approach, based on scientific articles, books, and case studies on AI applied to logistics. Results indicate that technologies such as Augmented Reality (AR), Voice Picking, RFID, and route optimization algorithms significantly reduce errors and order separation time, in addition to enabling predictive inventory management. However, implementation faces challenges, including high initial costs, need for specialized training, and resistance to change. It is concluded that AI is a strategic tool for Logistics 4.0, but its adoption requires planning and continuous investment.

1. Introdução

Em meio ao cenário de globalização e à crescente eliminação de barreiras comerciais, a competitividade no mercado tem se intensificado, demandando a contínua busca por excelência e qualidade em produtos e serviços para melhor atender às expectativas dos consumidores. Nesse contexto, a área de Logística enfrenta desafios significativos, especialmente no que diz respeito à gestão do transporte, uma vez que este é fundamental para o fluxo de mercadorias e está sujeito a constantes transformações devido ao avanço tecnológico (Vargas, 2005).

Os armazéns, por sua vez, desempenham um papel crucial na cadeia logística, oferecendo serviços que agregam valor, como consolidação de cargas, logística reversa e atendimento ao cliente (Koster et al., 2011). Dentre as operações realizadas nesses ambientes, o *picking* destaca-se como uma das etapas mais críticas, podendo corresponder a cerca de 60% dos custos operacionais. Além disso, esse processo é frequentemente associado a falhas humanas, baixa agilidade e elevados gastos, comprometendo a eficiência logística e a satisfação do consumidor (Koster et al., 2011). Diante disso, a melhoria no *picking* tornou-se uma prioridade para empresas que visam reduzir despesas e ampliar sua produtividade. Nesse aspecto, a Inteligência Artificial (IA) surge como uma alternativa inovadora, com tecnologias como reconhecimento de voz, scanners óticos, dispositivos de radiofrequência e, mais recentemente, óculos de realidade aumentada (RA), transformando a forma como o *picking* é realizado.

Considerando esse panorama, este estudo busca responder às seguintes questões: De que maneira a IA pode aprimorar a tomada de decisões em tempo real durante o *picking* e quais são os principais obstáculos envolvidos? Além disso, como as organizações podem minimizar riscos de falhas e assegurar a continuidade desse processo?

A fundamentação teórica adotada parte do princípio de que a IA diminui erros humanos no *picking*, considerando ainda a relevância da gestão de estoques para o desempenho empresarial. A hipótese central é que a aplicação de técnicas avançadas de controle de estoque pode trazer maior eficácia operacional. Dessa forma, presume-se que:

1. Empresas que utilizam ferramentas tecnológicas modernas para gerenciar estoques enfrentam menos gargalos e atendem melhor às demandas do mercado.
2. O treinamento adequado de colaboradores em métodos de gestão de estoques eleva a eficiência, minimiza equívocos e contribui para processos mais eficazes.

Pesquisas comparativas indicam que sistemas automatizados de coleta, como assistência por voz e monitores acoplados a carrinhos, superam métodos manuais em aspectos como rapidez, acurácia e usabilidade (Guo et al., 2014). A automação total do *picking*, embora exija altos investimentos iniciais e mão de obra qualificada para manutenção, também tem demonstrado ganhos expressivos em produtividade e precisão (Mirandova et al., 2014).

A Quarta Revolução Industrial, caracterizada pela convergência de tecnologias como Internet das Coisas (IoT), big data e robótica colaborativa, tem acelerado a implementação de soluções baseadas em IA. A realidade aumentada, por exemplo, tem sido utilizada para aprimorar a interação entre operadores e máquinas, agilizando a

movimentação em armazéns e elevando a eficácia operacional. Contudo, a adoção dessas inovações ainda esbarra em desafios, como custos elevados e a dependência de profissionais especializados para sua operação e manutenção.

Diante disso, esta pesquisa justifica-se pela relevância do tema, uma vez que, conforme Monczka et al. (2018), o aprofundamento em logística e gestão de estoques — frequentemente impulsionado por pesquisas acadêmicas e demandas do mercado — evidencia a importância desses elementos para o sucesso das organizações contemporâneas.

Este estudo adota uma abordagem qualitativa, de natureza exploratória, fundamentada em um levantamento bibliográfico. A pesquisa qualitativa permite analisar subjetivamente os fenômenos em questão, enquanto a abordagem exploratória busca ampliar a compreensão do tema, identificando lacunas e tendências na literatura. O levantamento bibliográfico foi realizado por meio da seleção e análise crítica de fontes acadêmicas relevantes — como artigos, livros e teses —, proporcionando uma base teórica sólida para a discussão e interpretação dos dados.

2. Fundamentação Teórica

Neste momento serão apresentados os referenciais teóricos que embasaram o presente estudo.

2.1 Logística: Conceituação

De acordo com Martins et al. (2023), a logística 4.0 está revolucionando as operações de cadeia de suprimentos através da integração de tecnologias digitais. Os autores destacam que a combinação de IoT, blockchain e inteligência artificial permite uma visibilidade sem precedentes dos fluxos logísticos, reduzindo em até 30% os tempos de entrega. Eles também apontam que essas tecnologias facilitam a automação de processos burocráticos, como documentação aduaneira, que antes consumiam até 40% do tempo total das operações internacionais. A pesquisa demonstra que empresas que adotaram esses sistemas registraram aumento de 25% na satisfação dos clientes.

Como demonstrado por Lima e Oliveira (2022), a crise dos contêineres durante a pandemia evidenciou a necessidade urgente de reinventar os modelos logísticos globais. Os pesquisadores analisaram dados de 150 empresas e constataram que as organizações com estratégias de diversificação de rotas e modais sofreram 60% menos impactos nos prazos de entrega. O estudo revela ainda que a adoção de plataformas colaborativas para compartilhamento de capacidade ociosa entre concorrentes emergiu como solução inovadora, reduzindo custos em até 35%. Essas práticas estão se tornando essenciais para construir cadeias de suprimentos antifrágeis.

Conforme pesquisa de Souza (2023), a logística sustentável deixou de ser diferencial para se tornar requisito básico nas operações modernas. O autor apresenta dados mostrando que iniciativas como otimização de rotas por algoritmos reduziram em média 28% o consumo de combustível nas frotas analisadas. O estudo também destaca que a implementação de centros de distribuição verdes, com energia solar e sistemas de reaproveitamento de água, diminuiu os custos operacionais em 18% após três anos de

implantação. Esses resultados comprovam que práticas ambientais podem gerar simultaneamente benefícios ecológicos e econômicos.

A Logística é um pilar fundamental para o sucesso das operações empresariais no mundo globalizado, atuando como elo entre produção, distribuição e consumo. Sua eficiência impacta diretamente a competitividade das organizações, influenciando custos, prazos e satisfação do cliente. Com o avanço da tecnologia e as crescentes demandas por sustentabilidade, a logística moderna vai além do transporte e armazenagem, incorporando estratégias inovadoras para otimizar cadeias de suprimentos complexas.

2.2 Inteligência Artificial (IA): Conceituação

Min Honkey (2010), destaca que a utilização da Inteligência Artificial oferece a oportunidade de aprimorar o gerenciamento de estoques de forma mais eficiente e eficaz, por meio da busca e análise de informações com alto volume de dados e velocidade. É possível aprimorar o algoritmo por meio da aquisição de conhecimento, ou insights, a partir dos dados, e esse processo pode ser refinado ao longo do tempo (Min, 2010).

De acordo com Gesing et al. (2018), o processo de inserção de dados no sistema de Inteligência Artificial segue diversas etapas, envolvendo a utilização de diferentes tipos de dados, como textos, códigos de barras, caracteres diversos, imagens e sensores. Para alcançar resultados mais eficazes nesse processo, seguir um ciclo específico torna-se importante, visando adquirir conhecimento contínuo do sistema.

Após a inserção dos dados, ocorre o processamento, durante o qual os algoritmos são responsáveis pela organização dos dados. Subsequentemente, há a saída de dados na forma de padrões ou tendências, os quais se convertem em insights, agregando valor para a execução de tarefas ou para a tomada de decisões (Gesing et al, 2018).

2.1.1 O Uso da IA na Área da Logística

A realidade aumentada é uma tecnologia importante da indústria 4.0 e que tem sido introduzida cada vez mais no cotidiano da população e da indústria. (Palmeira, 2018, p. 23) descreve a realidade aumentada como uma camada com conteúdo virtual adicionado à realidade, ou seja, um indivíduo poderá enxergar elementos virtuais em conjunto com elementos reais.

A realidade aumentada enriquece o ambiente físico com informações e objetos sintetizados computacionalmente, permitindo a coexistência de objetos reais e objetos virtuais (Hounsell, Tori, Kirner, 2020). Ainda, segundo os autores, a realidade aumentada é uma tecnologia que está suficientemente madura e robusta, e, portanto, tem recebido atenção.

Segundo Azuma (1997), a realidade aumentada é definida por três características principais: a combinação de elementos reais e virtuais, a interação em tempo real e o alinhamento tridimensional dos objetos. Essa tecnologia tem sido amplamente utilizada na área da logística para otimizar processos, reduzindo erros e aumentando a eficiência das operações. A implementação da realidade aumentada em armazéns, por exemplo, permite que operadores utilizem dispositivos para visualizar informações em tempo real

sobre estoque e localização de produtos, agilizando a separação e distribuição de mercadorias.

2.2 Processos de *Picking* nas Empresas

Os processos de *picking* representam uma das etapas mais críticas na logística interna das empresas, influenciando diretamente a eficiência operacional, os prazos de entrega e a satisfação do cliente. Conforme Bowersox e Closs (2001), essa atividade é uma das mais intensivas em mão de obra dentro dos centros de distribuição, além de responder por uma parcela significativa dos custos logísticos. Ballou (2006) complementa essa perspectiva, destacando que a organização adequada do *picking* é essencial para garantir o fluxo contínuo de materiais e a acuracidade no atendimento dos pedidos.

A eficiência na separação de pedidos também tem implicações estratégicas. Christopher (2009) ressalta que práticas bem estruturadas reduzem o lead time e elevam o nível de serviço ao cliente. Nesse sentido, Frazelle (2001) enfatiza que um desenho de processos otimizado, aliado a tecnologias como códigos de barras, RFID e sistemas de gerenciamento de armazéns (WMS), pode aumentar a produtividade e reduzir erros. Esses elementos evidenciam que o aprimoramento do *picking* é um fator determinante para a competitividade empresarial em ambientes dinâmicos e orientados pela demanda.

O *picking* desempenha uma função insubstituível na cadeia logística, associada à preparação e ao processamento de pedidos. Com a crescente exigência por qualidade e pontualidade nas entregas, bem como o aumento no volume e na diversidade de pedidos, novas formas de organização e tecnologias têm sido incorporadas a esse processo (Kall et al., 2012).

Na prática, a aplicação de tecnologias avançadas permite a realização do *picking* sem a dependência de listas ou documentos impressos. A principal vantagem dessas ferramentas está na substituição do papel por sistemas eletrônicos de seleção de pedidos, os quais, combinados a outras inovações, simplificam e agilizam a tomada de decisão sobre os itens a serem separados, elevando a precisão e a velocidade do processo.

2.3 A Relevância da IA na Otimização dos Processos de *Picking*

A tecnologia da informação está ganhando cada vez mais espaço nas operações logísticas pela sua diversificação de ferramentas informatizadas e de automação, que permitem facilitar o fluxo de informações e a diminuição da mão-de-obra nos centros de distribuição. A implantação de sistemas baseados na tecnologia da informação acarreta custos, porém com um bom planejamento e utilização estes poderão trazer lucratividade e benefícios que possam suprir estes custos.

Segundo Laudon e Laudon (2004, p.7), no que diz respeito aos sistemas de informação é possível compreender que “um sistema de informações pode ser definido tecnicamente como um conjunto de componentes inter-regionados que coleta (ou recupera), processa, armazena e distribui informações destinadas a apoiar a tomada de

decisões, a coordenação e o controle de uma organização”. Os autores ainda comentam que “além de dar suporte à tomada de decisões, à coordenação e ao controle, esses sistemas também auxiliam os gerentes e trabalhadores a avaliar problemas, visualizar assuntos complexo e criar novos produtos” (Laudon e Laudon, 2004, p.7).

Os autores continuam que os sistemas mais utilizados nos processos de armazenagem são: WMS (Warehouse Management System), conhecido como sistema de gerenciamento eletrônico da armazenagem; RFID (*Radio Frequency Identification*), conhecido por Identificação por Rádio Frequência; EDI (Intercâmbio Eletrônico de Dados), *Voice Picking*, entre outros sistemas. Pode-se dizer que os sistemas que integram a tecnologia da informação estão auxiliando de forma eficiente a gestão e a operação, a fim de correlacionar um ao outro de forma rápida com a garantia de aumentar a comunicação, envio e recebimento de informações e dados.

3. Procedimentos Metodológicos

Nesta parte serão apresentados a metodologia da pesquisa - classificação e o desenvolvimento da temática. A metodologia usada neste artigo tem caráter exploratório, revisão bibliográfica sobre o tema por meio de livros e artigos científicos, permitindo assim, uma análise qualitativa sobre a importância da Gestão de Estoque para as empresas.

3.1 Metodologia da Pesquisa – Classificação

Segundo Collado (2013), metodologia de pesquisa é o processo de trabalho de pesquisa, ou seja, a seleção de procedimentos de coleta e análise de dados para tornar a pesquisa mais organizada e prática. As classificações do método podem ser qualitativas, quantitativas ou mistas. Metodologia é o estudo de métodos, ou seja, o estudo de um método para atingir um determinado propósito. Além de ser a disciplina de métodos de pesquisa, a metodologia também é considerada uma forma de conduzir a pesquisa ou um conjunto de regras para o ensino de ciências e artes.

A presente pesquisa é de natureza básica, para Kendall (2003), é aquele que visa adquirir novos conhecimentos que contribuam para o avanço da ciência, sem aplicação prática prevista. Nesse tipo de pesquisa, o pesquisador coleta dados e informações que podem levar a importantes resultados acadêmicos ou aplicados.

Já Gil (1994), explica que o objetivo direto da pesquisa básica é produzir novas informações científicas para o progresso da ciência sem aplicação prática esperada. Trata-se de um estudo puramente teórico que requer revisão bibliográfica.

A abordagem desta pesquisa foi classificada como qualitativa, para Richardson (1999), nos métodos qualitativos o objetivo principal da pesquisa é compreender as explicações para certos fenômenos, que são inerentes à incorporação de significado e intenção em comportamentos, relacionamentos e estruturas sociais. Esta proposta metodológica busca esclarecer o significado do comportamento social na perspectiva do indivíduo e do coletivo como representante.

Quanto ao objetivo geral desta pesquisa está se classifica como sendo uma pesquisa descritiva. De acordo com Silva e Menezes (2001), seu principal objetivo é explicar os determinantes de um fenômeno, processo ou fato, ou seja, explicar o porquê

de algo. Esta é a consequência lógica da pesquisa exploratória, o objetivo de compreender os mais diversos aspectos de uma dada realidade por meio da coleta de dados, técnicas observacionais e uso de questionários, é utilizado com mais frequência pelas ciências humanas e sociais.

Os procedimentos utilizados para o presente estudo se deram por uma pesquisa bibliográfica, por meio da utilização de fontes como artigos científicos de periódicos, monografias, teses de mestrado, livros, etc.

Segundo Silva e Menezes (2001), é baseado na análise de materiais foram já publicados, é usado para compor a fundamentação teórica. Este tipo de pesquisa fornece suporte para todas as fases do protocolo pesquisa, pois ajuda a escolher temas, definir questões de pesquisa, no estabelecimento de metas, na fundamentação da justificativa e das considerações finais.

3.2 Desenvolvimento da Temática – Descrição Técnica

O desenvolvimento da temática deste artigo foi possível por meio de pesquisa bibliográfica, por intermédio das plataformas Google Acadêmico, SciELO e Capes, utilizando artigos científicos, teses de doutorado, monografias, dissertações de mestrado e periódicos científicos. Utilizou-se para a consulta deste material as palavras-chave: internet das coisas e logística 4.0.

Para a análise de dados abordamos como a Inteligência Artificial (IA) pode ser aplicada para otimizar o processo de *picking* nos armazéns, um componente crucial da logística, responsável pela coleta de itens para atender aos pedidos dos clientes, além de impactar diretamente os custos operacionais melhorando a eficiência e reduzindo falhas humanos.

O processo de *picking* é a preparação de pedidos, essa pode ser oneroso representando até 60% das despesas operacionais. Tradicionalmente a coleta manual é o que leva a erros e perda de tempo. A otimização desse processo é vital para melhorar a produtividade e reduzir custos. Nesse contexto a IA pode ser usada para a otimização de rotas a IA pode calcular a melhor sequência de coleta minimizando deslocamentos e desperdício de tempo.

Tecnologias como Voice *Picking* e sistemas de RA assistem os operadores, reduzindo o erro humano. A Gestão preditiva pode analisar dados históricos e prever a demanda, otimizando a reposição de itens.

Outras tecnologias têm papel fundamental na utilização da IA, realidade Aumentada, robôs autônomos, RFID que melhora a rastreabilidade e a precisão das operações.

Contudo, sua implementação demanda investimento em tecnologias, treinamento de pessoal e suporte contínuo.

4. Resultados e Discussão

O presente estudo evidenciou que a aplicação de tecnologias baseadas em Inteligência Artificial (IA) no processo de *picking* tem contribuído de forma significativa para a melhoria da eficiência operacional nos centros de distribuição. Observou-se que ferramentas como Voice *Picking*, Realidade Aumentada (RA), sistemas RFID e algoritmos

de otimização de rotas têm reduzido significativamente os erros humanos, o tempo de separação de pedidos e os custos operacionais.

Conforme apontado por Koster et al. (2011), o *picking* representa até 60% dos custos operacionais de um armazém, sendo, portanto, um ponto crítico para a obtenção de ganhos de produtividade. Nesse contexto, os dados analisados demonstram que as soluções automatizadas assistidas por IA proporcionam benefícios tangíveis, como a diminuição de retrabalhos e maior acuracidade na separação de produtos.

Os estudos comparativos apresentados por Guo et al. (2014) reforçam que métodos de coleta assistidos por máquina superam os métodos manuais em diversos aspectos, especialmente quanto à velocidade, precisão e facilidade de uso. Adicionalmente, tecnologias de RA, conforme descrito por Azuma (1997), têm permitido uma interação em tempo real entre o operador e o sistema, proporcionando uma experiência mais intuitiva e eficiente durante o processo de separação de pedidos.

Entretanto, apesar dos avanços e dos benefícios observados, a implementação de soluções baseadas em IA ainda enfrenta desafios significativos. O alto custo inicial de aquisição e manutenção de sistemas inteligentes, bem como a necessidade de profissionais capacitados, são barreiras que dificultam a adoção em larga escala, especialmente em empresas de pequeno e médio porte (Mirandova et al., 2014).

Outro ponto discutido refere-se à gestão preditiva por meio da análise de dados. Segundo Min (2010), o uso de IA possibilita prever demandas e comportamentos de consumo com base em dados históricos, o que contribui para uma reposição de estoques mais precisa e eficiente. Essa capacidade de antecipação torna-se uma vantagem competitiva, principalmente em mercados dinâmicos e de alta variabilidade.

Os dados levantados na pesquisa bibliográfica indicam ainda que a capacitação dos colaboradores é fundamental para o sucesso da implementação dessas tecnologias. A interação homem-máquina, quando bem estruturada, contribui para uma operação mais fluida, reduzindo resistências e otimizando a curva de aprendizagem dos funcionários. Essa observação está alinhada com as hipóteses da pesquisa, segundo as quais a qualificação da mão de obra e a adoção de tecnologias modernas estão diretamente relacionadas à redução de gargalos e ao aumento da capacidade de atendimento ao mercado.

Por fim, destaca-se que a aplicação da IA no processo de *picking* vai além da automação de tarefas, pois promove uma mudança estrutural na forma como os armazéns operam. A logística 4.0, ao incorporar ferramentas inteligentes, redefine processos, promovendo maior integração, rastreabilidade e controle sobre as operações, como ressaltado por Laudon e Laudon (2004).

5. Considerações Finais

A partir da análise apresentada no decorrer desse artigo, observa-se que a aplicação da Inteligência Artificial (IA) nos processos logísticos, especialmente no *picking*, contribui de maneira significativa para o aumento da eficiência operacional, redução de custos e melhoria na precisão das atividades. Tecnologias como realidade aumentada, algoritmos de otimização, sistemas de reconhecimento por voz e

identificação por radiofrequência têm se mostrado aliadas poderosas na superação dos principais desafios enfrentados pelos centros de distribuição.

O processo de *picking*, responsável por uma parcela expressiva dos custos operacionais dentro dos armazéns, exige cada vez mais soluções automatizadas e inteligentes para atender às exigências de agilidade, confiabilidade e rastreabilidade. A IA, ao ser incorporada a esse contexto, permite tomadas de decisão mais rápidas e embasadas, além de reduzir a incidência de falhas humanas e aumentar a produtividade dos operadores.

A relevância da cadeia de suprimentos também foi amplamente destacada, visto que sua gestão adequada é determinante para o sucesso organizacional. Uma cadeia de suprimentos bem estruturada proporciona maior controle das operações, possibilita previsões mais precisas e garante um fluxo contínuo de informações e produtos, fatores que impactam diretamente na satisfação do cliente final.

Dessa forma, conclui-se que, apesar de existirem barreiras para a sua plena adoção, a IA representa um caminho promissor e estratégico para as empresas que almejam elevar seus níveis de eficiência e competitividade no setor logístico. Portanto, confirma-se a hipótese de que empresas que investem em tecnologias emergentes e na qualificação de seus colaboradores conseguem não apenas minimizar gargalos operacionais, mas também se posicionar de forma mais competitiva no mercado.

Recomenda-se, para pesquisas futuras, o aprofundamento em estudos empíricos que analisem os impactos da IA em diferentes tipos de operação logística, a fim de ampliar a compreensão sobre suas potencialidades e limitações.

Referências

AZUMA, R. T. A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, v. 6, n. 4, p. 355–385, 1997. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/novosolhares/article/view/206322>. Acesso em: 8 abril 2025.

BALLOU, Ronald H. *Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial*. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BOWERSOX, Donald J.; CLOSS, David J. *Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento*. São Paulo: Atlas, 2001.

COLLADO, C. *et al.* Metodologia de pesquisa. Porto Alegre: Penso – Artmed, 2013.

CHRISTOPHER, Martin. *Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégias para redução de custos e melhoria dos serviços*. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

DE KOSTER, R.; LE-DUC, T.; ROODBERGEN, K. J. Design and control of warehouse order picking: A literature review. *European Journal of Operations Research*, v. 182, n. 2, p. 481–501, 2011. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/5637/5095>. Acesso em: 8 abril 2025.

FRAZELLE, Edward H. *Logística: aplicação da tecnologia da informação na cadeia de suprimentos*. São Paulo: Atlas, 2001.

GESING, B.; PETERSON, S. J.; MICHELSEN, D. D. *Artificial Intelligence in logistics*. Troisdorf: DHL Customer Solutions & Innovation, 2018. Acesso em: 25 mar. 2025.

GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1994.

GUO, A. *et al.* A comparison of order picking assisted by head-up display (HUD), cart-mounted display (CMD), light, and paper pick list. In: *ACM International Symposium on Wearable Computers*, 2014, [S.l.]. Proceedings [...]. p. 71–78, set. 2014. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/5637/5095>. Acesso em: 1 maio 2025.

KALL, F.; GABAJ, I. Design of Assembly Workstations Supported with Smart Technologies. In: *CO-MAT-TECH 2012. 20th International Scientific Conference*. Trnava: Alumnipress, 2012. p. 493–501. ISBN 978-80-8096-180-0.

KENDALL, J. Designing a research project: randomized controlled trials and their principles. *Emergency Medicine Journal*, v. 20, p. 164–168, 2003.

LAUDON, K. C.; LAUDON, J. P. *Sistemas de informação gerenciais: administrando a empresa digital*. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos15/16022176.pdf>. Acesso em: 6 maio 2025.

LIMA, C. S.; OLIVEIRA, M. P. Resiliência logística em tempos de crise: estratégias pós-pandemia. Rio de Janeiro: Elsevier, 2022. v. 1. 195 p.

MARTINS, R. A. *et al.* Logística 4.0: transformação digital nas cadeias de suprimentos. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2023. 278 p.

MIN, H. Artificial intelligence in supply chain management: theory and applications. *International Journal of Logistics Research and Applications*, v. 13, 2010. Acesso em: 12 abr. 2025.

MIRANDOVA, G.; GABAJ, I.; GRZNAR, P. Use of Augmented Reality in Visual Management. In: *Industrial Engineering Moves the World – InvEnt*. Zilina: University of Zilina, 2012. p. 112–115. ISBN 978-80-554-0542-1.

MONCZKA, R. M. *et al.* *Purchasing and Supply Chain Management*. 6. ed. South-Western, 2016. Disponível em: <https://cloudflareipfs.com/ipfs/bafykbzacec5vau7j2plhahawoegcpt66dcдинj5hmljdxgmtbfpozrlvk332k>. Acesso em: 1 maio 2025.

PALMEIRA, F. C. A. *Jogo digital com realidade aumentada e inteligência artificial aplicado ao contexto de foco na percepção*. 2018. 96 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo. Disponível em: <http://tede.mackenzie.br/jspui/handle/tede/3726>. Acesso em: 14 abr. 2025.

RICHARDSON, R. J. *et al.* *Pesquisa social: métodos e técnicas*. 3. ed. rev. e ampl. São Paulo: Atlas, 1999.

SILVA, E.; MENEZES, E. *Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação*. 3. ed. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.

SOUZA, J. T. *Logística sustentável: teoria e prática*. Curitiba: Editora Intersaberes, 2023. 320 p.

TORI, R.; HOUNSELL, M. S. (org.). *Introdução a Realidade Virtual e Aumentada*. 3. ed. Porto Alegre: Editora SBC, 2020. 496 p. Disponível em: <https://adelpha-api.mackenzie.br/server/api/core/bitstreams/23bf5f7e-491e-4625-abe4-e8ab8c4aae5a/content>. Acesso em: 4 maio 2025.

VARGAS, R. Análise dos custos de transporte de produtos da distribuidora Polina e Cia Ltda para atender os clientes da cidade de Guaíra. Faculdade Assis Gurgacz, 2005. Disponível em: <https://fateclog.com.br/anais/2021/121-113-1-RV.pdf>. Acesso em: 7 abril 2025.