

AS TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 5.0 APLICADA EM GERENCIAMENTO DE ARMAZÉM: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Cintia Peixoto da Silva (IFSP) – peixotodasilva.cintia@gmail.com

Enio Fernandes Rodrigues (IFSP) – eniofr@ifsp.edu.br

Resumo

A interação cada vez mais intensa entre humanos e máquinas, impulsionada pelo contínuo progresso tecnológico e pela integração de sistemas inteligentes na sociedade contemporânea, reflete o objetivo principal do conceito de indústria 5.0. Portanto, o objetivo deste artigo é identificar quais são as tecnologias da indústria 5.0 que estão sendo aplicada no gerenciamento de armazenagem. Para este propósito, foi adotada a metodologia de pesquisa que se fundamenta em uma revisão da literatura, seguindo o protocolo PRISMA-P. Os artigos foram consultados por meio das bases de pesquisa Scopus e Web of Science. Uma seleção criteriosa foi realizada para definir os artigos, adotando-se critérios de inclusão, e conduziu-se uma análise para o alcance dos objetivos deste estudo. Os resultados apresentaram uma predominância do uso da tecnologia Robots (Cobots), que são robôs que realizam uma colaboração durante as atividades dos seres humanos. Esta tecnologia pode ser aplicada em diversas atividades nos armazéns para geração de processo mais ágil. Contudo há aplicação de outras tecnologias avançada no contexto da indústria 5.0 tais como Internet das Coisas (IOT), Gêmeo Digital (DT), Inteligência Artificial (AI), Veículos Guiados Automaticamente (AGVs), Realidade Aumentada (AR) e Aprendizado de Máquina em áreas distintas na gestão de armazenagem.

Palavras-chave: Indústria 5.0; Tecnologia; Armazém; Gerenciamento de Armazém

Abstract

The increasingly intense interaction between humans and machines, driven by continuous technological progress and the integration of intelligent systems in contemporary society, reflects the main objective of the industry 5.0 concept. Therefore, the purpose of this article is to identify which Industry 5.0 technologies are being applied in warehouse management. For this purpose, the research methodology was adopted, which is based on a literature review, following the PRISMA-P protocol. The articles were consulted through the Scopus and Web of Science research databases. A careful selection was carried out to define the articles, adopting inclusion criteria, and an analysis was conducted to achieve the objectives of this study. The results showed a predominance of the use of Robots (Cobots) technology, which are robots that perform a collaboration during the activities of human beings. This technology can be applied in various activities in warehouses to generate a more agile process. However, there is application of other advanced technologies in the context of industry 5.0 such as Internet of Things (IOT), Digital Twins (DT), Artificial Intelligence (AI), Automated Guided Vehicles (AGVs), Augmented Reality (AR) and Machine Learning in different areas of warehouse management.

Keywords: Industry 5.0; Technology; Warehouse; Warehouse Management

INTRODUÇÃO

Toda revolução industrial tem como objetivo a utilização de tecnologias emergentes que maximizam a produtividade, portanto criando uma crescente necessidade de sistema inteligentes (Xie; Yao, 2023).

A Indústria 5.0 pode ser facilmente explicada por meio do funcionamento de um sistema que utiliza conceitos automatizados e eficientes, seguindo pelos toques tradicionais e personalizados dos seres humanos (Kasinathan *et al*, 2022).

A Indústria 5.0, em contraposição à digitalização da produção da Indústria 4.0, enfoca a colaboração entre humanos e máquinas. Este novo paradigma industrial consiste em um conjunto de tecnologias desenvolvidas para permitir que os processos de negócios se adaptem de forma rápida e eficiente às mudanças no ambiente empresarial (Nagy, 2022).

Há inúmeros benefícios da interação dos humanos e máquinas na automação da planta de produção e do armazém, em que a criatividade humana colaborará com sistemas inteligentes, como robôs e máquinas, especialmente nas plantas de produção e armazém para tornar a indústria mais rápida, eficiente e mais escalável (Barata; Kayser, 2023).

Os armazéns desempenham um papel essencial em todas as cadeias de suprimentos, sendo significativos em termos de custo e atuando como ponto chave para o atendimento ao cliente e a disponibilidade do produto. Existem diversas tendências para os armazéns, incluindo a crescente demanda por serviços de melhor qualidade, produtos com ciclos de vida mais curtos, maior volume de produtos armazenados e aumento da produtividade, tudo isso combinado com prazos de entrega de pedidos mais curtos para atender à necessidade de respostas rápidas às demandas dos clientes (Grosse, 2023).

Uma das perspectivas da Indústria 5.0 consiste em tornar os ambientes de armazenamento mais ágeis, eficientes e expansíveis tudo ao mesmo tempo. Isso será alcançado ao intensificar a interação homem-máquina através de interfaces mais intuitivas e ao aprimorar a automação de robôs (Fatima *et al.*, 2022).

A questão direcionadora da pesquisa deste artigo é: Quais as tecnologias da indústria 5.0 estão sendo aplicadas no gerenciamento de armazém de acordo com a literatura?

O objetivo deste estudo consiste em identificar quais são as tecnologias da indústria 5.0 que estão sendo aplicada no processo de gerenciamento de armazém.

Os objetivos específicos deste estudo incluem: a) Realizar pesquisas em bases de dados bibliográficas especializadas na área de estudo; b) Aplicar os parâmetros de inclusão e exclusão previamente estabelecidos para a pesquisa; c) Eliminar resultados duplicados; d) Identificar as tecnologias mencionadas nos estudos selecionados aplicadas no contexto do gerenciamento de armazéns.

Este estudo segue a estrutura delineada pelas seguintes seções: Na seção (ii), são discutidos os conceitos referentes à indústria 5.0 e ao gerenciamento de armazéns disponíveis na literatura. A seção (iii) demonstram os detalhes do método de pesquisa aplicada nesta pesquisa. Na seção (iv), são descritas as análises dos resultados obtidos. A seção (v) apresenta as considerações finais, e por fim, são apresentadas as referências.

REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Indústria 5.0

A Indústria 5.0 combina a subjetividade e a inteligência humanas com a eficiência, a inteligência artificial e a precisão das máquinas na produção industrial, refletindo o valor do cuidado humanístico, percebendo assim a evolução em direção ao ecossistema simbiótico. A Indústria 5.0 se inclina para a centralidade no ser humano e necessidades sociais (Leng *et al*, 2022).

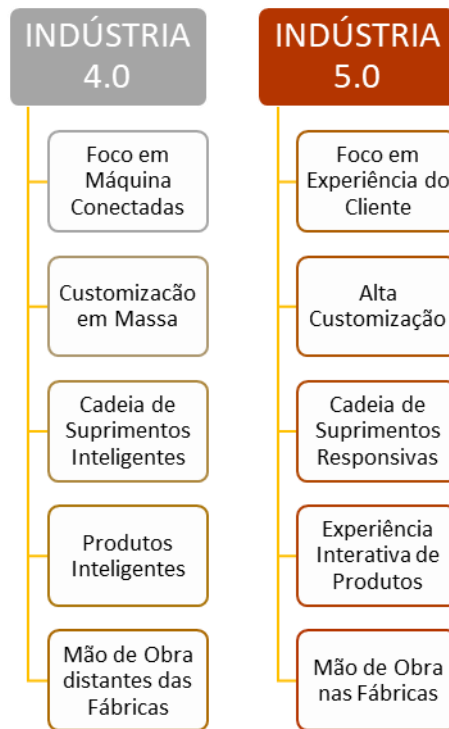
As soluções industriais baseadas em análise preditiva de dados e aprendizado automático se tornarão cada vez mais proeminentes e acessíveis como ferramentas de apoio à tomada de decisões gerenciais. Assim a quinta revolução industrial está baseada em três pilares: pessoas, sustentabilidade e resiliência. Essa ênfase na abordagem centrada nas pessoas ressalta que a tecnologia deve estar a serviço das pessoas e da sociedade (Nagy, 2022).

A Indústria 5.0 introduz elementos únicos criados pelos seres humanos, em colaboração com máquinas. Isso visa aumentar a eficiência da produção e monitorar constantemente máquinas sob supervisão humana para melhorar a qualidade da produção. Além disso, promove empregos mais qualificados, onde mentes intelectuais e criativas colaboram com máquinas para aumentar a satisfação do cliente. A Indústria 5.0 também tem um foco ambiental, permitindo decisões mais precisas através de análises preditivas e inteligência operacional, visando proteger o meio ambiente (Fatima *et al.*, 2022).

O mundo já experimentou o trabalho em conjunto de seres humanos com as máquinas e já existem fábricas inteligentes que estão conectadas a dispositivos inteligentes. A Indústria 5.0, visa levar essas interações para o nível avançado das interfaces homem-máquina. Sendo preparada para alavancar a automação por meio do uso do *big data*, política tecnológica inovadora, ciência de implementação responsável, simetria 3D em projeto de ecossistema de inovação juntamente com procedimentos de segurança. A integração será melhorada, rápida e terá maior automatização de acordo com o poder do ser humano (Kasinathan *et al*, 2022).

Na figura 1, se apresenta alguns destaques da indústria 5.0 quando se compara com ao contexto da indústria 4.0.

Figura 1 - Destaques da Indústria 5.0



Fonte: Adaptado de Kasinathan *et al* (2022)

Promovendo o foco na inteligência e na resiliência em relação à próxima geração sistemas de produção e operadores humanos. Há três elementos principais nas futuras fábricas da Indústria 5.0: centralidade humana, sustentabilidade e resiliência. Sendo assim uma abordagem em que operadores humanos e máquinas inteligentes formam equipes colaborativas. A Indústria 5.0 pode elevar as aplicações como saúde inteligente, nuvem manufatura ou a integração da customização em massa no gerenciamento da cadeia de suprimentos (Barata; Kayser, 2023).

A ênfase na centralização do ser humano, uma das características essenciais da indústria 5.0, reconhece, por um lado, as habilidades fundamentais dos seres humanos, como a capacidade intelectual, a criatividade e a resiliência diante de falhas. Isso facilita a busca por flexibilidade, agilidade e robustez, combinando as habilidades humanas com as dos sistemas. No entanto, é necessário desenvolver qualificações, aprimorar competências e requalificar os trabalhadores para que permaneçam relevantes, competitivos e adequados para a indústria. A indústria 5.0 visa destacar a importância de fornecer serviços de longo prazo para a humanidade e promover um crescimento econômico sustentável (Wang *et al*, 2024).

2.2 Gerenciamento de Armazém

Os armazéns têm uma função vital na cadeia de suprimentos da indústria, desempenhando um papel crucial na produção de qualquer unidade industrial. O fluxo operacional de uma empresa depende significativamente de seu armazém, que é responsável pelo armazenamento, gestão e rastreamento eficaz das mercadorias. As mercadorias recebidas são cuidadosamente armazenadas em unidades apropriadas, cada uma atribuída a um código de rastreamento para garantir sua localização e movimentação precisas ao longo do processo (Khan; Huda; Zaman, 2022).

No armazém, são executadas diversas atividades cruciais, como recebimento, armazenamento, separação e envio de unidades de estoque (SKUs). Dentre essas atividades, a separação de pedidos, que consiste no processo de retirar produtos de sua localização de armazenamento, é reconhecida como a operação de maior custo (Lombaert *et al.*, 2021).

Os armazéns contribuem para a resiliência na cadeia de suprimentos. Além disso, ao reforçar a produtividade da força de trabalho e melhora das condições de trabalho, os armazéns elevam a satisfação dos funcionários (Kara *et al.*, 2024).

A separação de pedidos em armazéns é o processo de transportar itens de suas posições de armazenamento situada em um armazém para a entrega ao cliente. Esse processo exige muita mão-de-obra e muito tempo e isso afeta a eficiência das cadeias de abastecimento. Processos eficientes de separação de pedidos são cruciais para alcançar prazos de entrega rápidos e alta satisfação do cliente (Grosse, 2024).

Os desafios de planejamento, como os: problemas de atribuição de local de armazenamento e os problemas de separação de pedidos, são os principais problemas para os armazéns e para a gestão de separação. A seleção de pedidos, sendo o processo mais intensivo em recursos, está intrinsecamente ligada à política de localização de armazenamento, que envolve a alocação eficiente de produtos nos locais do armazém para minimizar o esforço total de manuseio. Os problemas de separação de pedidos referem-se à ordem em que os produtos são selecionados com base em estratégias de roteamento. Esses problemas estão intimamente relacionados - a solução para os problemas de atribuição de local de armazenamento serve como entrada para os problemas de separação de pedidos, já que as rotas só podem ser planejadas quando a localização dos produtos é determinada (Assis *et al.*, 2024).

As operações de armazém estão sujeitas a diversos desafios e complexidades ligados à gestão de estoques, processamento de pedidos, rastreamento de inventário e movimentação. Para aprimorar eficientemente esses processos, estratégias modernas, como a implementação de tecnologias, estão sendo alvo de pesquisa e implementação ativa (Nalgozhina, Uskenbayeva, 2023).

À medida que a tecnologia avança, surgem os armazéns inteligentes, indicando uma crescente automação das funções tradicionais de armazenamento. Essa evolução visa lidar com a complexidade crescente das operações de armazém, proporcionando acesso eficiente dentro de limitações de espaço e garantindo qualidade, ao mesmo tempo em que minimiza os custos operacionais (van Geest; Tekinerdogan; Catal, 2021).

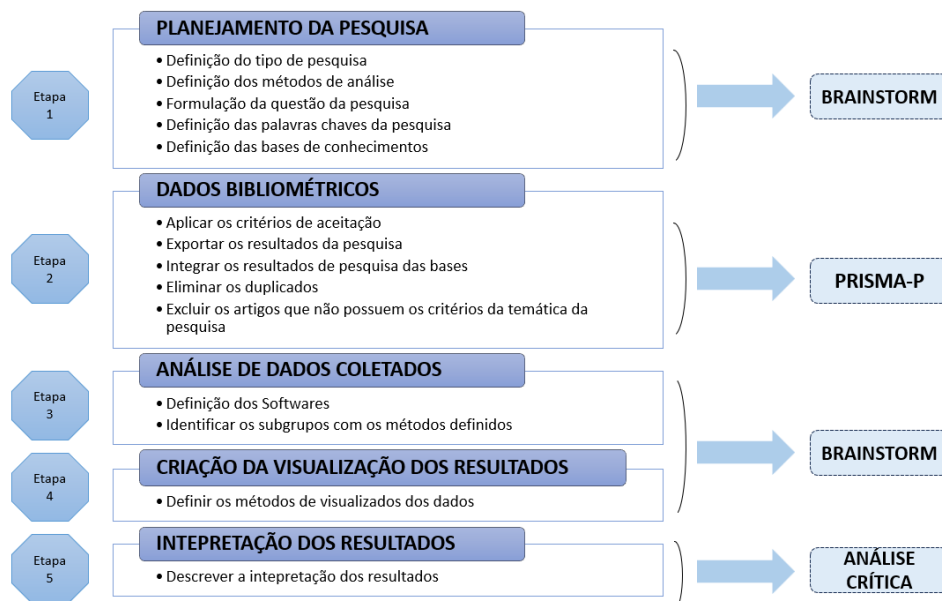
METODOLOGIA DA PESQUISA

A presente pesquisa adota uma abordagem metodológica de natureza exploratória, fundamentada no intuito de investigar de maneira abrangente por meio da revisão bibliográfica Gil (2002). Englobando aspectos qualitativos e quantitativos.

Uma revisão da literatura, trata de uma investigação secundária com a finalidade de reconhecer, examinar e interpretar todas as evidências disponíveis nos estudos relacionados a uma questão de pesquisa específica (Kitchenham; Charters, 2007).

O processo de pesquisa conduzido para o artigo abrangeu cinco fases distintas de investigação. Uma descrição detalhada das atividades realizadas em cada etapa está representada na Figura 2.

Figura 2 - Etapas do procedimento de pesquisa

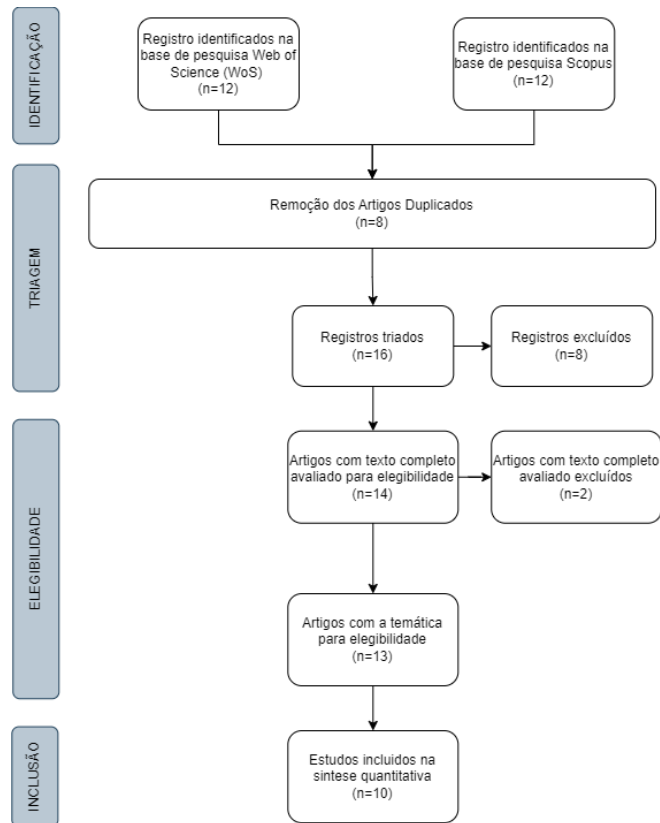


Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Para realizar o procedimento de pesquisa, foi empregado um protocolo de pesquisa o PRISMA-P (*Preferred Reporting Item for Systematic Review and Meta-Analysis Protocols*), cujo objetivo é simplificar e detalhar a estruturação e a descrição de um protocolo para revisão de publicações científicas disponíveis (Moher et al., 2015). A execução do protocolo de pesquisa foi conduzida por meio da plataforma online Parsifal (<https://parsif.al/>), uma ferramenta específica desenvolvida para essa finalidade.

O PRISMA-P empregado neste estudo, para examinar os resultados das bases de dados determinada para este artigo, está minuciosamente descrito na Figura 3.

Figura 3 - Protocolo de pesquisa PRISMA-P



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

As palavras-chave usadas para a pesquisa nas bases de dados, conhecidas como "string", foram selecionadas com base no contexto, na questão da pesquisa e nos objetivos. No entanto antes da definição oficial aplicada neste estudo, houve algumas execuções prévia de distintas *strings* para avaliar se haveria a possibilidade de obter o resultado esperado. Foram utilizados sinônimos para alguns termos específicos, incluindo o termo tecnológico relacionado à armazenagem, e a mesma string de busca foi aplicada em ambas as bases de pesquisa.

As bases de dados empregadas neste artigo foram: Scopus e Web of Science (WoS), a busca foi aplicada com foco no resumo, palavras-chaves e no título com a referente *string* conforme a Tabela 1. Essas bases de dados são continuamente atualizadas com artigos científicos relacionados à temática da pesquisa, sendo amplamente utilizadas devido à vasta quantidade de estudos disponíveis.

Tabela 1 - *String* aplicada na pesquisa

Base de Dados	String de busca	Número de Artigos	Data da Pesquisa
Scopus (https://www.scopus.com)	TITLE-ABS-KEY ("INDUSTRY 5.0" OR "I5.0" OR "WAREHOUSE 5.0" AND "WAREHOUSE" OR "WAREHOUSE MANAGEMENT SYSTEM" OR "WMS")	12	10/02/2024
Web of Science (https://www-webofscience.com)	TS= (("INDUSTRY 5.0" OR "I5.0" OR "WAREHOUSE 5.0") AND ("WAREHOUSE" OR "WAREHOUSE MANAGEMENT SYSTEM" OR "WMS"))	12	10/02/2024

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Posteriormente, utilizando a string, foram aplicados filtros de acordo com os critérios de inclusão deste estudo para aprimorar os resultados apresentados, sem impor restrições quanto aos anos das pesquisas, visando identificar padrões nas publicações ao longo do tempo. A seleção dos artigos foi realizada de acordo com os critérios descritos no Quadro 1.

Quadro 1 - Critérios aplicados

Critério	Critério de Inclusão	Critério de Exclusão
Aderência ao Tema da Pesquisa	Contemplado o tema indústria 5.0 aplicado no contexto de armazenagem	Conteúdo não contém o escopo da pesquisa
Disponibilidade	Estudo disponível na integralidade	Não foi possível acessar ou fazer download do artigo
Idioma	Inglês e português	Diferente de Inglês e português
Tipo de Publicação	Revistas, periódicos e anais de conferência	Demais tipos de publicações

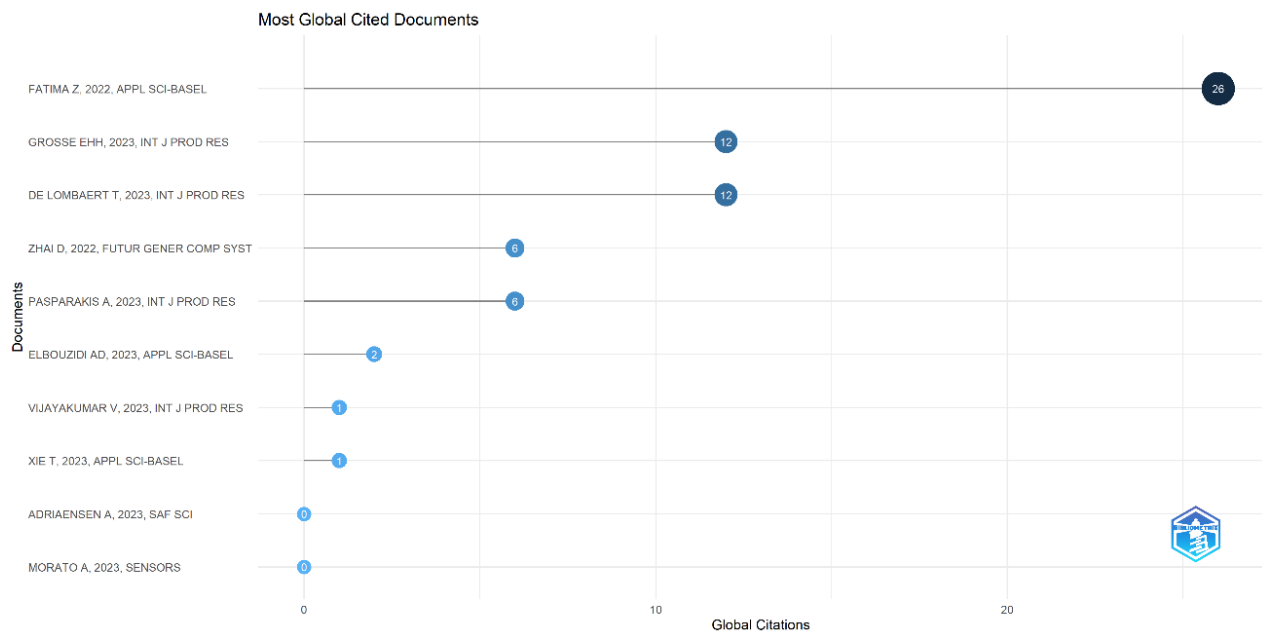
Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

A eliminação de artigos duplicados foi conduzida utilizando a ferramenta Parsifal. Durante a fase de elegibilidade, conforme o protocolo estabelecido, os resumos de cada publicação foram examinados para determinar se o respectivo artigo estava

Fonte: Elaborado pelos autores, por meio da ferramenta Bibliometrix (2024).

Os artigos mais referenciados analisados neste estudo são apresentados conforme ilustrado na Figura 6. Observa-se que o documento dos autores Zainab Fatima *et al*; possui o maior número de citação, seguindo pelos autores Eric H. Grosse e Thomas De Lombaert *et al*.

Figura 6 - Artigos com mais citações

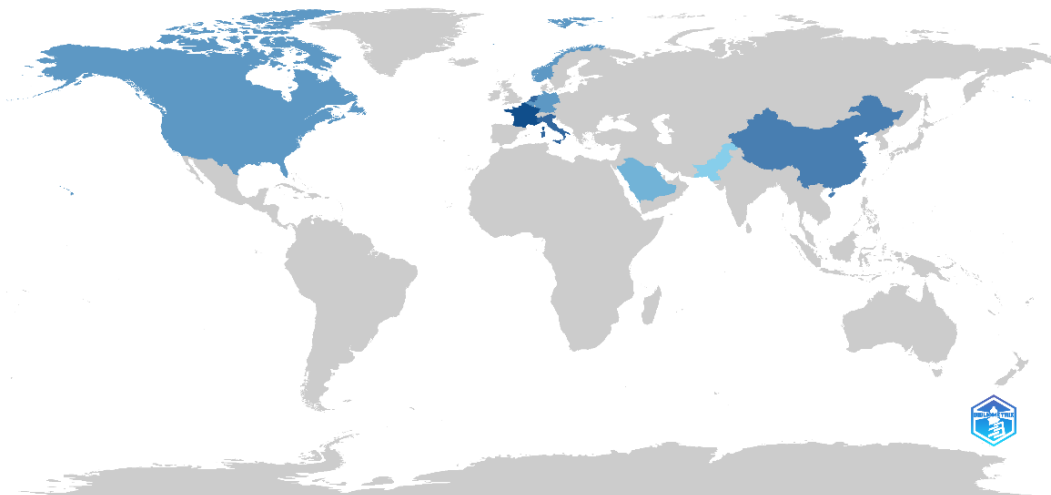


Fonte: Elaborado pelos autores, por meio da ferramenta Bibliometrix (2024).

Observa-se que a produção científica por país na Figura 7. Apresenta uma predominância dos estudos na França com 6 publicações, seguida por Itália e Países Baixos com 5 cada um.

Figura 7 - Produção de artigos por países

Country Scientific Production



Fonte: Elaborado pelos autores, por meio da ferramenta Bibliometrix (2024).

As tecnologias mencionadas nos artigos selecionados para esta pesquisa e as respectivas áreas de gerenciamento de armazém onde foram aplicadas, conforme as publicações analisadas neste estudo são listadas no Quadro 2.

Quadro 2 - Tecnologias abordadas na literatura revisada

Título do Artigo	Autor	Tecnologia Destacada	Área de Aplicação
Production Plant and Warehouse Automation with IoT and Industry 5.0	Fatima, Z.; Tanveer, M.H.; Waseemullah; Zardari, S.; Naz, L.F.; Khadim, H.; Ahmed, N.; Tahir, M.	Internet of Things (IOT)	Controlar a rotação/saída de produto nos armazéns para automatizar os procedimentos de reabastecimento e gerenciamento de estoque
Assessing the impact of human-robot collaborative order picking systems on warehouse workers	Pasparakis, A.; Vries, J. D.; Koster, R. D.	Robots (Cobots)	Separação de Pedidos
Performance optimisation of pick and transport robot in a picker to parts order picking system: a human-centric approach	Vijayakumara, V.; Sobhanib, A.	Robots (Cobots)	Separação de Pedidos
Time-Sensitive Networking to Improve the Performance of Distributed Functional Safety Systems Implemented over Wi-Fi	Morato, A.; Vitturi, S.; Tramarin, F.; Zunino, C.; Cheminod, M.	Robots (Cobots)	Automatização de Armazém
The Role of AI in Warehouse	Elbouzidi, A. D.; Cadi, A. A.	Digital Twin (DT)	Automatização de Armazém

Digital Twins: Literature Review	E.; Pellerin, R. Lamouri, S.; Valencia, E. T.; Bélanger, M.-J.	Artificial Intelligence (AI)	
Systems-theoretic interdependence analysis in robot-assisted warehouse management	Adriaensen, A.; Pintelon, L.; Costantino, F.; Gravio, G. D.; Patriarca, R.	Robots (Cobots)	Automatização de Armazém
In pursuit of humanised order picking planning: methodological review, literature classification and input from practice	Lombaert, T. D.; Braekers, K.; Koster, R. D.; Ramaekers, K.;	Robots (Cobots)	Separação de Pedidos
Application of supportive and substitutive technologies in manual warehouse order picking: a content analysis	Grosse, E. H.	Automated Guided Vehicles (AGVs) Augmented Reality/AR Robots (Cobots)	Separação de Pedidos
Deep neural network-based UAV deployment and dynamic power control for 6G-Envisioned intelligent warehouse logistics system	Zhai, D.; Wang, C.; Cao, H.; Garg, S.; Hassan, M. M.; AlQahtani, S. A.	Automated Guided Vehicles (AGVs)	Automatização de Armazém
Smart Logistics Warehouse Moving-Object Tracking Based on YOLOv5 and DeepSORT	Xie, T.; Yao, X.	Machine Learning	Automatização de Armazém

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Na indústria 5.0, as tendências tecnológicas tais como gêmeo digital, blockchain, big data, metaverso e engenharia de fatores humanos são combinadas em inovação com habilidades cognitivas e conceitos de desenvolvimento dos seres humanos, permitindo assim um fluxo de conhecimento avançado entre as tecnologias assim possibilitando um modelo Industrial 5.0 orientado por valor com suporte tecnológico (Leng *et al*, 2022).

Observa-se uma quantidade significativa de artigos que retratam a tecnologia de *Robots* que tem como objetivo refletir a colaboração entre robôs e seres humanos assim confirmando o objetivo central da indústria 5.0. Pois os seres humanos possuem um papel crucial na habilitação da indústria 5.0.

O propósito da indústria 5.0 não é substituir os seres humanos; pelo contrário, seu principal objetivo é capacitar os seres humanos. Embora os robôs possam executar várias tarefas repetitivas com maior precisão, eles não têm a capacidade de identificar e resolver problemas por conta própria. A Indústria 5.0 enfatiza a importância da cooperação entre robôs e humanos (Fatima *et al.*, 2022).

Contudo outro tema relevante na sociedade atual é abordado como pilar da indústria 5.0, o conceito de sustentabilidade assim ampliando os benefícios da aplicação desse tema.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa buscou expor por meio de um panorama de publicações científicas existentes na literatura científica sobre as tecnologias da Indústria 5.0 para o gerenciamento de armazéns. A investigação dos autores-chave e das obras produzidas no período de execução dessa pesquisa contribuiu significativamente para a identificação das tecnologias e em quais processos de gerenciamento de armazém elas foram aplicadas.

O uso das tecnologias apresenta inúmeros benefícios contudo o objetivo da indústria 5.0 reforça que a máquina não pode substituir os seres humanos e que as habilidades humanas potencializam os benefícios das tecnologias e que ambos devem trabalhar em colaboração para atingir os resultados esperados.

Observa-se uma predominância do uso da tecnologia *Robots* (Cobots), pois é a tecnologia que mais atua em atividades de colaboração com o ser humano, assim fornecendo agilidade e flexibilidade no processo, alinhado ao uso das habilidades humanas para tomada de decisão diante de rápidas mudanças ou solicitações urgentes. E como essa colaboração pode alavancar os benefícios nas atividades dos colaboradores nas empresas e conseqüentemente gerando um processo mais ágil.

Contudo há aplicação de outras tecnologias avançada no contexto da indústria 5.0 tais como IOT, DT, AI, AGVs, AR e Machine Learning em áreas distintas na gestão de armazenagem.

Como limitação deste estudo se observa o baixo índice de artigos científicos abordando o tema e a utilização de dados parciais exclusivamente do ano de 2024. Além da utilização de apenas duas bases de pesquisa. Sendo assim, sugere-se para pesquisas futuras uma ampliação das bases de dados, como as tecnologias impacta as atividades de armazém e um detalhamento de quais as vantagens e desvantagens da utilização do conceito da indústria 5.0.

REFERÊNCIAS

ASSIS, R. F.; FARIA, A. F.; THOMASSET-LAPERRIÈRE, V.; SANTA-EULALIA, L. A.; OUHIMMOU, M.; FERREIRA, W. DE P. Machine Learning in Warehouse Management: A Survey. *Procedia Computer Science*, v. 232, 2024.

BARATA, J.; KAYSER, I. Industry 5.0 – Past, Present, and Near Future. *Procedia Computer Science*, v. 219, 2023.

FATIMA, Z.; TANVEER, M. H.; WASEEMULLAH; ZARDARI, S.; NAZ, L. F.; KHADIM, H.; AHMED, N.; TAHIR, M. Production Plant and Warehouse Automation with IoT and Industry 5.0. *Applied Sciences*, v. 12, 2022.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GROSSE, E. H. Application of supportive and substitutive technologies in manual warehouse order picking: a content analysis. *International Journal of Production Research*, v. 62, 2023.

KHAN, M. G.; HUDA, N. U.; ZAMAN, U. K. U. Smart Warehouse Management System: Architecture, Real-Time Implementation and Prototype Design. *Machines*, v.10, 2022.

KARA, K.; YALÇIN, G. C.; SIMIC, V.; ÖNDEN, İ.; EDINSEL, S.; BACANIN, N. A single-valued neutrosophic-based methodology for selecting warehouse management software in sustainable logistics systems. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, v. 129, 2024.

KASINATHAN, P.; PUGAZHENDHI, R.; ELAVARASAN, R.M.;
RAMACHANDARAMURTHY, V.K.; RAMANATHAN, V.; SUBRAMANIAN, S.; KUMAR, S.; NANDHAGOPAL, K.; RAGHAVAN, R.R.V.; RANGASAMY, S.; DEVENDIRAN, R.;
ALSHARIF, M. H. Realization of Sustainable Development Goals with Disruptive Technologies by Integrating Industry 5.0, Society 5.0, Smart Cities and Villages. *Sustainability*, v.14, 2022.

KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. *EBSE Technical Report*, v. 2, 1 jan. 2007.

LENG, J.; SHA, W.; WANG, B.; ZHENG, P.; ZHUANG, C.; LIU, Q.; WUEST, T.;
MOURTZIS, D.; WANG, L. Industry 5.0: Prospect and retrospect. *Journal of Manufacturing Systems*, v. 65, 2022.

LOMBAERT, D.T.; BRAEKERS, K.; KOSTER, R. D.; RAMAEKERS, K. In pursuit of humanised order picking planning: methodological review, literature classification and input from practice. *International Journal of Production Research*, v. 61, 2023.

MOHER, D. SHAMSEER, L.; CLARKE, M.; GHERSI, D.; LIBERATI, A. PETTICREW, M.; SHEKELLE, P.; STEWART, L.A.; PRISMA-P GROUP. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015: Elaboration and Explanation. *BMJ* 349. 2015. Disponível em: <https://www.bmj.com/content/bmj/349/bmj.g7647.full.pdf> Acesso em: 2 fev. 2024.

NAGY, R. A literature review of contemporary industrial revolutions as decision support resources. *Journal of Agricultural Informatics*, v.13, 2022.

NALGOZHINA, N.; USKENBAYEVA, R. Automating hybrid business processes with RPA: optimizing warehouse management. *Procedia Computer Science*, v. 231, 2024.

VAN GEEST, M.; TEKINERDOGAN, B.; CATAL, C. Design of a reference architecture for developing smart warehouses in industry 4.0. *Computers in Industry*, v. 124, 2021.

WANG, B.; ZHOU, H.; LI, X.; YANG, G.; ZHENG, P.; SONG, C.; YUAN, Y.; WUEST, T.; YANG, H.; WANG, L. Human Digital Twin in the context of Industry 5.0. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, v. 85, 2024.

XIE, T.; YAO, X. Smart Logistics Warehouse Moving-Object Tracking Based on YOLOv5 and DeepSORT. *Applied Sciences (Switzerland)*, v.13, 2023.