

Internet of Things Applied in Logistics and Warehousing

Silva, S. A. P.

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia São Paulo,

BR(email-sabino.ana@aluno.ifsp.edu.br)

Abstract: This article aims to investigate the use and implementation of IoT technology applied in logistics and storage, investigating theoretical and practical aspects. Therefore, a systematic review of the literature was carried out in order to identify the main characteristics of the implementation of the Internet of Things in logistics and storage. As a result, the research reveals an increase in the number of publications on the topic and in the research area, in addition to pointing out opportunities for future research.

Keywords: Store; Internet of Things; logistics.

1. INTRODUÇÃO

As constantes transformações no mercado e o aumento da competitividade tem aumentado o nível de serviço prestado ao cliente, e essas mudanças faz com que as empresas busquem por inovações como diferencial competitivo. Diante disso entra em pauta o conhecimento e a aplicação de novas tecnologias de informação e comunicação a fim de propor melhoria na execução dos processos e operações principalmente os que estão relacionados com a logística (De Paula Ferreira et al. 2020, 2021, 2022; De Assis et al. 2021).

Neste contexto indústria 4.0 e suas as tecnologias é responsável por gerir de forma eficiente toda a gestão de fluxos e processos desde a origem até a entrega final do produto. O conceito da indústria 4.0 está associado com quarta revolução industrial que inicio-se em 2011 na Alemanha como parte estratégica para o desenvolvimento da produção do setor industrial (Vogel-Heuser et al., 2016).

A Indústria 4.0 propõe a melhoria da capacidade do autogerenciamento das instituições, podendo prever aos eventos excepcionais que estão por vir, desde manutenções indispensáveis nos equipamentos e até eventuais variações na demanda (De Paula Ferreira et al., 2020). Diante disso, nota-se um grande interesse por parte de acadêmicos, científico, empresarial e político sobre o assunto. A razão desse acontecimento se dá pelo fato de que pela primeira vez uma revolução industrial tem sido vista antes de torna-se realidade (Hermann et al., 2015).

Uma das principais tecnologias habilitadora da Indústria 4.0 é a Internet das Coisas (do inglês *Internet of Things* - IoT). Um conceito primordial de IoT é que os objetos são capazes de se inter-relacionar a fim de atingir um objetivo (YP Tsang et al. 2017). O modelo central da IoT é a presença de diversas coisas ou objetos (RFID, sensores, celulares), que podem interagir entre si e cooperar com aqueles próximos para atingir objetivos comuns (Atzori 2011).

A Indústria 4.0 promete revolucionar a gestão da cadeia de suprimentos. Neste sentido, vale ressaltar que a relevância da logística e armazenagem. Segundo Ballou (2006), a logística como um processo de planejamento, implantação e controle do fluxo de informações eficiente e eficaz de mercadorias, serviços e das informações relativas desde o ponto de origem até consumo final com a finalidade de atender as exigências dos clientes. A armazenagem na logística abrange e integra várias atividades, entre elas destacam-se: a guarda, proteção e conservação correta das mercadorias durante determinado período. A armazenagem vem progredindo com o passar dos anos e, vem desempenhando funções essenciais em todo sistema logístico com o intuito de proporcionar um nível considerado de serviços aos clientes com um custo total mais baixo possível (Li et al., 2015).

Nesse sentido, diante das poucas abordagens nesse tema, este trabalho visa entender como as tecnologias da indústria 4.0 são implementadas e utilizadas na logística e principalmente no setor armazenagem.

2. METODOLOGIA

Este estudo adota a metodologia PRISMA para condução da revisão sistemática (Moher et al., 2009), que é organizada em uma lista de verificação de 27 itens e um diagrama de fluxo de quatro fases. O protocolo de busca utilizado em cada etapa é descrito na Tabela 1. Depois de definida o método de busca, os artigos foram identificados selecionados e analisados quanto à elegibilidade, para construção da amostra final. Foram encontrados 193 documentos, incluídos na análise quantitativa. Deste total, 8 artigos foram selecionados para a análise qualitativa.

Tabela 1 – Protocolo de pesquisa

Base de dados:	Scopus
String de pesquisa:	Logistics AND Warehouse AND Internet of Things
Campos de pesquisa:	Título, resumo, palavras-chaves
Período:	De 2013 a 30 de abril de 2022
Idioma:	Inglês
Documentos	Todos os tipos

3. ANÁLISE QUANTITATIVA

A amostra utilizada para a análise quantitativa é composta por 193 documentos. A Figura 1 apresenta uma tendência crescente no número de publicações nessa área ao longo do tempo.

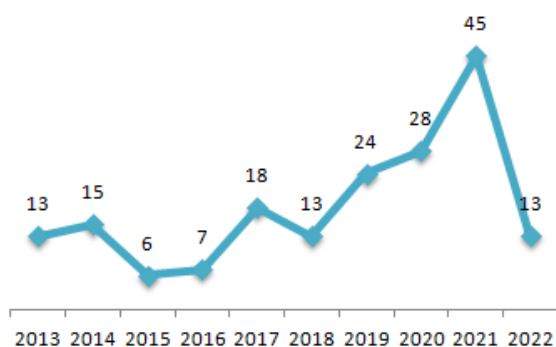


Figura 1 – Publicações por ano

A Figura 2 mostra a distribuição geográfica das publicações e destaca a China o país com maior número de publicações. A Figura 3 mostra as principais áreas e quantidade de artigos publicados, nota-se que as áreas de engenharia e ciência da computação são líderes em publicações.

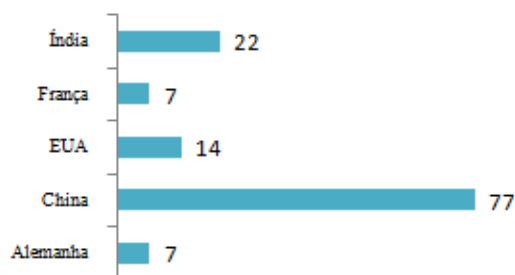


Figura 2 – Distribuição geográfica das publicações

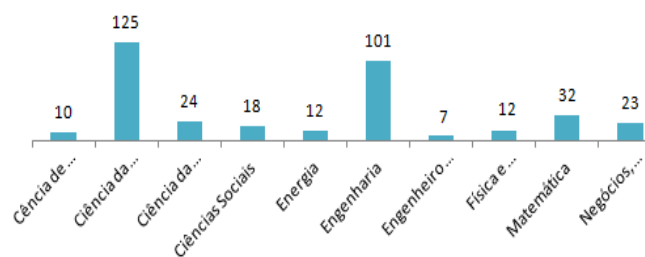


Figura 3 – Área de publicações

A Tabela 2 apresenta as principais revistas na área onde os artigos foram publicados, seguido com o número de publicações que cada uma foi responsável por divulgar, percebe um número relativamente pequeno, o que se explica as poucas pesquisas realizadas nas áreas cujo tema relaciona com as tecnologias utilizadas na Indústria 4.0.

Tabela 2 – Informações sobre as revistas

Revistas	Quantidade de publicação	Scopus	Google Acadêmico	SJR	Quartil
Revista Indonésia de Engenharia Elétrica e Ciência da Computação	1	1	1	0,241	Q3
Cartas Expressas ICIC, Parte B: Aplicações	1	0	0	0,171	Q4
Acesso IEEE	3	16	31	0,587	Q2
International Journal of Engineering Business Management	1	23	34	0,385	Q3
Jornal de Tecnologia da Internet	1	0	0	0,231	Q3
Sistemas de informação móveis	1	4	6	0,346	Q3
Comunicações pessoais sem fio	2	23	35	0,302	Q3
Computação em cluster	2	12	22	0,335	Q3

A Figura 4 mostra a rede de palavras chaves utilizadas pelos autores, divididas em 5 clusters.

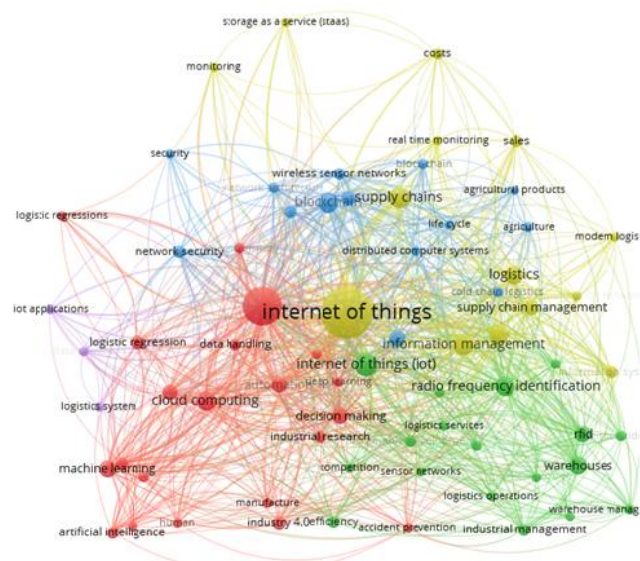


Figura 3 - Rede de palavras chaves

5. ANÁLISE QUALITATIVA

Após a coleta e apuração dos dados essa seção está voltada para uma análise qualitativa dos artigos selecionados seguindo os critérios já pré-estabelecidos e aplicados nas seções anteriores. Foram selecionadas 8 fontes de estudos a quais será apurado se eles possuem alguma relação com os temas principais que é o objetivo desse estudo. A Tabela 3 apresenta uma análise que estabeleceu critério para identificar a relação entre os artigos. Os estudos em questão não têm nenhuma relação direta com o tema, visto que a proposta inicial era entender como as tecnologias da indústria 4.0 são

aplicadas na logística principalmente nas operações de armazenagem.

Apenas os autores Siku Kim et al (2017) e Edvard Tijan et al. (2018) abordam sobre o uso da IA, IoT e realidade aumenta para propor sistemas de monitoramento e a criação para o gerenciamento e armazenamento de produtos utilizando a simulação que é mais um ponto em comum entre os estudos.

Tabela 3- Análise dos artigos

Comparação bibliográfica entre os artigos					
Autores	Objetivos	Metodologia	Tecnologia aplicada	Área de aplicação	Pontos em comum entre as pesquisas
Akmal Zouinkhi (2018)	Propor uma gestão de unidades inventariada para RFID-IoT com foco na gestão de suprimentos	Método e ou modelo	RFID com WSN	Armazenagem	Armazenamento, transporte e segurança de dados – uso de simulação
Edvard Tijan et al. (2018)	Pesquisar as possibilidades da tecnologia blockchain e suas aplicações, com ênfase especial na tecnologia blockchain na logística	Revisão de literatura	Blockchain	Sector de logística e cadeia de suprimentos	N/A
Marciano et al. (2021)	Propor um algoritmo baseado em lógica difusa (fuzzy logic) e sistema configurável baseado em IoT	Método e ou modelo	IoT, Blockchain, RFID e QoS	Cadeia de suprimentos	Armazenamento, transporte e segurança de dados
Xing Zhang et al. (2018)	Propor um método de análise de caminho baseado em algoritmo inteligente	Método e ou modelo	CPA, algoritmo e Internet das coisas	Transporte	N/A
Ping Zhang et al. (2018)	Superfície de cadeia de suprimentos em blockchain	Método e ou modelo	Blockchain + IoT	Cadeia de suprimentos	N/A
S. Ameddi et al. (2018)	Propor um novo protocolo de autenticação de ponto	Método e ou modelo	RFID + IoT	Armazenamento de informação	Armazenamento, transporte e segurança de dados
Siku Kim et al. (2017)	Desenvolver aplicativos de RA para o gerenciamento da cadeia de suprimentos	Estudo empírico	Realidade aumentada	Cadeia de suprimentos (armazenamento)	Uso de simulação
VP Tiwari et al. (2017)	Desenvolver um sistema de monitoramento de carga baseado no Internet das Coisas (IoT-Cloud) para monitorar quaisquer alterações no movimento de produtos automaticamente sensíveis	Estudo de caso	IA + IoT	Cadeia de suprimentos (armazenamento)	Uso de simulação

6. CONCLUSÃO

Este retratou uma revisão de literatura abrangendo a implementação e o uso da Tecnologia IOT na logística com o foco principalmente na Armazenagem.O presente estudo mostra algumas limitações, uma vez que, para a realização do mesmo foi utilizada apenas uma base científica de dados e a quantidade de artigos utilizados é bem pequena se comparada com outras revisões de literatura. Mesmo assim percebe-se um grande crescimento na área e que há uma grande lacuna para que assuntos futuros possam ser pesquisados.

REFERÊNCIAS

Trab, S., Bajic, E., Zouinkhi, A., Abdelkrim, M. N., & Chekir, H. (2018). RFID IoT-enabled warehouse for safety management using product class-based storage and potential fields methods. *International Journal of Embedded Systems*, 10(1), 71-88.

Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The internet of things: A survey. *Computer networks*, 54(15), 2787-2805.

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

Christopher, Martin, Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos. Estratégia para a Redução de Custos e Melhoria dos Serviços. São Paulo: Editora Pioneira, 1997.

De Assis, R. F., De Santa-Eulalia, L. A., Ferreira, W. D. P., Armellini, F., Anholon, R., Rampasso, I. S., & Santos, J. G. C. L. D.

(2021). Translating value stream maps into system dynamics models: a practical framework. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 114(11), 3537-3550. <https://doi.org/10.1007/s00170-021-07053-y>

De Paula Ferreira, W., Armellini, F., & De Santa-Eulalia, L. A. (2020). Simulation in industry 4.0: A state-of-the-art review. *Computers & Industrial Engineering*, 149, 106868. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106868>

De Paula Ferreira, W., Armellini, F., de Santa-Eulalia, L. A., & Thomasset-Laperrière, V. (2022). Extending the lean value stream mapping to the context of Industry 4.0: An agent-based technology approach. *Journal of Manufacturing Systems*, 63, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2022.02.002>

De Paula Ferreira, W. D., Palaniappan, A., Armellini, F., Santa-Eulalia, L. A. D., Mosconi, E., & Marion, G. (2021). Linking industry 4.0, learning factory and simulation: Testbeds and proof-of-concept experiments. In *Artificial Intelligence in Industry 4.0* (pp. 85-96). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-61045-6_7

Tijan, E., Aksentijević, S., Ivanić, K., & Jardas, M. (2019). Blockchain technology implementation in logistics. *Sustainability*, 11(4), 1185.

Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016, January). Design principles for industrie 4.0 scenarios. In *2016 49th Hawaii international conference on system sciences (HICSS)* (pp. 3928-3937). IEEE.

Li, J., Moghaddam, M., & Nof, S. Y. (2016). Dynamic storage assignment with product affinity and ABC classification—a case study. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 84(9), 2179-2194.

El Midaoui, M., El Mehdi Ben Laoula, M. Q., & Mansouri, K. (2021). Logistics tracking system based on decentralized IoT and blockchain platform. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 23(1), 421-430.

Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., ... & Stewart, L. A. (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Systematic reviews*, 4(1), 1-9.

Monostori, L., Kádár, B., Bauernhansl, T., Kondoh, S., Kumara, S., Reinhart, G., ... & Ueda, K. (2016). Cyber-physical systems in manufacturing. *Cirp Annals*, 65(2), 621-641.

Zhang, N. (2018). Smart logistics path for cyber-physical systems with internet of things. *IEEE Access*, 6, 70808-70819.

Zhang, P., Liu, X., Li, W., & Yu, X. (2021). Pharmaceutical Cold Chain Management Based on Blockchain and Deep Learning. *Journal of Internet Technology*, 22(7), 1531-1542.

Mohsen, H., El-Dahshan, E. S. A., El-Horbaty, E. S. M., & Salem, A. B. M. (2018). Classification using deep learning neural networks for brain tumors. *Future Computing and Informatics Journal*, 3(1), 68-71.

Anandhi, S., Anitha, R., & Sureshkumar, V. (2019). IoT enabled RFID authentication and secure object tracking system for smart logistics. *Wireless Personal Communications*, 104(2), 543-560.

Kim, S., Lee, S., Ryu, K., Cho, G., & Kim, J. (2018). Development of augmented reality applications for refrigerated warehouse. *ICIC express letters. Part B, Applications: an international journal of research and surveys*, 9(5), 469-476.

Vogel-Heuser, B., & Hess, D. (2016). Guest editorial Industry 4.0—prerequisites and visions. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, 13(2), 411-413.

Tsang, Y. P., Choy, K. L., Wu, C. H., Ho, G. T. S., Lam, H. Y., & Koo, P. S. (2017). An IoT-based cargo monitoring system for enhancing operational effectiveness under a cold chain environment. *International Journal of Engineering Business Management*, 9, 1847979017749063.