



INTERNET of THINGS E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADOS AOS SISTEMAS PRODUTIVOS 4.0

David Fernandes de Avila (Universidade Federal de Pelotas – UFPel)

davidfernandesavila@gmail.com

William Dietrich Klug (Universidade Federal de Pelotas – UFPel)

deiklug@gmail.com

Elka Ojeda (Universidade Federal de Pelotas – UFPel)

ojedaelka@gmail.com

Alejandro Martins Rodriguez (Universidade Federal de Pelotas – UFPel)

aljmartins@gmail.com

Juliana do Amaral Martins Grimmler (Universidade Federal de Pelotas – UFPel)

julianagrimmler@gmail.com

Resumo: Com o avanço das tecnologias, os meios de produção estão se transformando. O artigo descreve a abordagem realizada pela Indústria 4.0, expondo conceitos que têm sido constantemente implantados nas organizações, como *Internet of Things* (IoT) e Inteligência Artificial (IA). Tal abordagem se faz necessária devido às progressivas transformações e exigências do mercado para que o ramo industrial e suas operações possam manter-se competitivos. Apresenta-se as relações que as tecnologias IoT e a IA estão promovendo no desenvolvimento dos setores industriais e pessoais. Aspectos metodológicos consideraram um estudo bibliográfico, realizado através de artigos científicos e livros, em conjunto com entrevistas com pessoas que atuam na área. Buscou-se, a partir de ambas as metodologias, confrontar as informações presentes na bibliografia frente às percepções práticas no setor industrial. Como resultado, certificou-se de que há de fato correlação e, efetivamente, aplicação prática destes conceitos na indústria, ligando as tecnologias integradas que podem oferecer serviços inteligentes capazes de interagir com as pessoas de forma a melhorar a qualidade de vida.

Palavras-chave: Tecnologias, Sociedade Inteligente, Indústria 4.0, Transformação Digital, Inovações.

1. Introdução

A partir do início do século XVIII, o mundo começou a passar por diversas revoluções industriais, encontrando-se atualmente na 4^a Revolução Industrial, denominada também como Indústria 4.0. Ela começou pelo governo alemão, visando a atualização tecnológica, modernizando e aumentando a competitividade da indústria, tornando-as com sistemas de produção mais inteligentes (ALMEIDA, 2019).

O termo Indústria 4.0 tem uma visão na qual transmite o uso de diversas tecnologias, integrando-as e tornando as organizações com sistemas mais produtivos e dinâmicos. Desse modo, a *Internet of Things* (IoT) e a Inteligência Artificial (IA), algumas das tecnologias base da 4^a Revolução Industrial, as quais colaboram para a implementação da inovação nas indústrias (FRANK; DALENOGARE; AYALA, 2019).

A IoT e IA estão presentes no cotidiano, permitindo que em conjunto, as organizações inovem em seus sistemas de gestão, sendo possível otimizarem no desenvolvimento de produtos e serviços. Enquanto a IoT impacta em diversas áreas, como nas indústrias, nos meios eletrônicos, consumo, saúde e demais funções do cotidiano, permitindo a interação de objetos físicos e virtuais em redes, sendo necessário possuir capacidade computacional e de comunicação (SANTOS et al., 2016). A tecnologia IA, além de impactar em diversas áreas como a IoT, conforme Telles, Barone e Silva (2020), a mesma pode ser utilizada para três fases de utilidades, como na utilização de *Big Data* em comércio eletrônico, redes sociais, pesquisas online e aplicações governamentais, métodos de aprendizagem de máquina e algoritmos que evoluem conforme o crescimento dos dados obtidos e computadores potentes que oferecem o processamento necessário através de softwares.

Analizando a IoT e IA, percebe-se que estão em todos os âmbitos da sociedade, sendo fundamental investigar como essas tecnologias denominadas da Indústria 4.0 estão promovendo o desenvolvimento dos setores industriais e pessoais. Assim, este estudo tem o propósito de responder a questão-problema: “Como a IoT e a IA estão trabalhando em conjunto neste momento para o desenvolvimento da sociedade, tanto na parte industrial como individual?”. Portanto, o estudo teve o objetivo de investigar, identificar e analisar sobre os impactos que a IoT e IA têm presente nos âmbitos da sociedade. Desse modo, este estudo foi dividido em seis principais seções para que possa atingir os objetivos, sendo respectivamente a introdução, referencial teórico, metodologia, resultados e discussões, considerações finais e referências.

2. Referencial teórico

Na era de *Big Data*, há um evento contínuo que constitui uma nova etapa no mundo em mudança. Dando-se uma era tecnológica de rápido desenvolvimento nas áreas de IoT e IA, segundo Aggarwal et al., (2021) a IA permitiu que os dispositivos agissem de maneira inteligente para influenciar na vida de todos, sendo utilizado um conjunto de dados e algoritmos de aprendizado de máquinas para testes e estudos computacionais aplicado tanto pela indústria como academia.

Nesse sentido, Stewart et al., (2020) em sua pesquisa na aplicação de um currículo de IA eficaz, concluiu que preparar os graduandos para desenvolver sistemas de IA autônomos será um componente crítico para futuros aplicativos de IA e IoT.

Os graduandos em IA devem aprender conceitos e habilidades necessárias para desenvolver dispositivos que possam determinar os motivos e ações de outros dispositivos, e reagir sem intervenção humana (STEWART et al., 2020). As pesquisas apontam o foco na análise de como os sistemas de IA estão sendo aplicados com mais precisão na indústria, saúde, economia e agricultura (AGGARWAL et al., 2021).

Santos et al. (2016) descrevem que a IoT fornece comunicação com usuários e dispositivos, permitindo uma enorme quantidade de novas aplicações, com as quais acadêmicos e indústrias podem se beneficiar, com a viabilização de cidades inteligentes, assistência médica e automação dos processos.

Na Índia e China, por exemplo, onde o estado trabalha em função do bem estar de sua população, o estado investe em cidades inteligentes nas quais os cidadãos utilizam a IoT com ajuda da IA, promovendo a tomada de decisão baseada no fluxo de dados, tornando-a mais precisa e confiável (CHATTERJEE et al., 2018).

A argumentação nos temas IA e Indústria 4.0 para compreender os novos sistemas produtivos é cada vez mais relevante. Estas aplicações técnicas possibilitam uma maior otimização dos resultados esperados, com um crescimento da eficácia baseada em especialistas de diversos ramos da indústria (Telles et al., 2020).

Porquanto, cientistas como Chakrabarty e Engels (2020) apresentaram uma estrutura para proteger cidades inteligentes com a tecnologia IoT, usando redes de IA com a finalidade de protegê-las contra ataques cibernéticos atuais e futuros. Já no âmbito da agricultura, Raghunathan e Stanley (2021) compararam o impacto socioeconômico na Índia e na China no crescimento das comunidades agrícolas, aliadas de aplicação de reformas econômicas junto à

IoT como um eixo central para a segurança alimentar, fato também abordado por Begum, Hazarika (2021); Sharma, Dhaka e Shekhawat (2021).

3. Metodologia

O presente estudo tem por seu objetivo como exploratório, de abordagem qualitativa, o qual visa a análise de como as tecnologias da Indústria 4.0, a IoT e a IA, estão promovendo o desenvolvimento dos setores industriais e pessoais. Desse modo, para obter conhecimentos sobre o tema discutido e como abordá-lo na pesquisa, foi realizado um estudo bibliográfico através de artigos científicos e livros.

De acordo com Gil (2017), este tipo de pesquisa é classificada como um levantamento, o qual é caracterizado como um estudo de interrogação direta das pessoas com as quais se obtiveram informações. Para obter material em relação às tecnologias da Indústria 4.0, foram realizadas entrevistas, através de uma plataforma online, registrando os principais dados para o desenvolvimento do artigo.

Nas entrevistas foram abordados os seguintes questionamentos: O que é a IoT e a IA?; Quais as relações entre a indústria e as tecnologias 4.0, sendo a IoT e a IA? e Quais os benefícios que as tecnologias 4.0, IoT e IA trazem para indústria?.

O primeiro entrevistado foi um pesquisador e professor que atua na área da computação de uma universidade do Rio Grande do Sul, o qual estuda o tema abordado. Na segunda entrevista, teve como entrevistado um engenheiro que atua em uma indústria e na aplicação do assunto desenvolvido no atual trabalho.

Os dados sobre a pesquisa foram coletados, no mês de setembro de 2021 e no mês de janeiro de 2022, e após então, realizou-se a observação de conteúdo das entrevistas para avançar para a análise de dados. No próximo capítulo, apresenta-se os resultados encontrados a partir destas coletas e também de estudos realizados em artigos científicos.

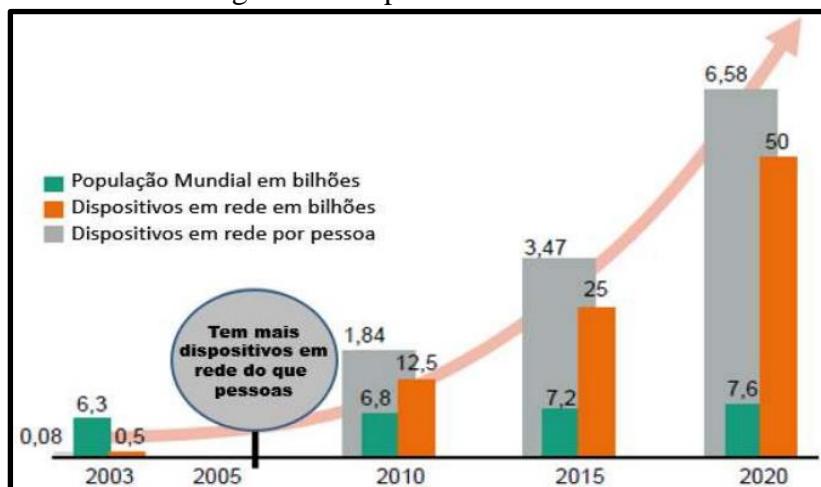
4. Resultados e discussões

Segundo as entrevistas, tem-se presente nas tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0, quatro tecnologias base, sendo que duas delas são a IoT e a IA. Também é extraído das entrevistas que alguns conceitos presentes na 4^a Revolução Industrial já existiam, como por exemplo as conexões de máquinas e equipamentos via internet, elaborando-se atualmente algumas definições dentro de atuação para cada nível deste conceito, nomeado como IoT. Desta forma,

respondendo o questionamento, “O que é a IoT e a IA?”, tem-se que é respectivamente tudo que está conectado, gerando informações ou atuando em equipamentos, e algoritmos que estão em diversas ferramentas presente e fora da indústria, tanto em softwares, celulares, câmeras de fotografias e entre outros, sendo também relacionados a sistemas de recomendações, os quais estão presentes na maioria dos lugares do dia a dia.

Concomitante a isso, pode-se observar a Figura 1, que com o passar dos anos se tem um aumento dos dispositivos conectados à IoT e ao mesmo tempo os algoritmos da IA refletem a utilidade de sistemas para recomendar aos usuários determinadas situações que os agradam.

Figura 1 - Dispositivos conectados



Fonte: Matt (2020).

Conforme Hansen e Bogh (2020), para fundamentar os conceitos dos entrevistados, tem-se que a IoT é utilizada para soluções em nuvem e coleta de dados de sensores e máquinas, existindo os padrões dedicados para a IoT, como a o *NB-IoT*, *LoRa* e *Sigfox*, sendo respectivamente: tecnologias que se conectam com baixa complexidade, sendo usadas geralmente em ambientes em que a conectividade pode não funcionar de forma satisfatória, como nas áreas rurais; tecnologias que oferecem comunicação sem fio de longo alcance, com baixo consumo de energia e transmissão segura de dados, operando em longos períodos; e tecnologias que se tem uma comunicação com base em softwares, sendo toda a rede e computação gerenciada em nuvem ao invés nos dispositivos, reduzindo o consumo de energias e os custos dos dispositivos conectados.

Enquanto que a IA são algoritmos aplicados aos dados obtidos pela IoT, como o aprendizado de máquina e a computação em nuvem, indicando que a indústria está se movendo para os métodos de aprendizagem de máquina, havendo as redes neurais tituladas como, *Deep Learning* e as Máquinas de Vetor de Suporte, às SVM. Estas redes são um conjunto de algoritmos nos quais se baseiam na modelagem de alto nível de dados em diversas camadas de processamento, e as SVM são um conjunto de métodos direcionados para o aprendizado supervisionado, os quais analisam os dados e reconhecem padrões através do uso de classificações e análises de regressão.

Segundo a análise obtida na entrevista relacionada à questão, “Quais as relações entre a indústria e as tecnologias 4.0, sendo a IoT e a IA?”, é relatado que permite padronizar os processos se obtendo resultados através de interações de todos os sistemas, havendo o exemplo que pode-se solicitar uma compra pela internet e ao mesmo tempo solicitar na empresa a produção do produto, minimizando a interação humana, trazendo uma produtividade para organização, elevando a competitiva e abordando essa maneira de oferecer serviço pela IoT e IA de forma natural dentro dos processos simples. Além disso, tem-se que a IA, como a IoT, influencia a maneira de trabalhar dos colaboradores, impactando, desse modo, os empregos.

Estabelecendo, assim, que a IoT e a IA permitem que se tenha uma comunicação dos dispositivos e um processamento dos dados para tomadas de decisões, classificando os dados e viabilizando-os para sua utilização por meio de redes as quais tem proteção de dados e uma capacidade de armazenamentos, visando o crescimento e o aumento da velocidade (TELLES; BARONE; SILVA, 2020). Desse modo, as indústrias que possuem esses sistemas, os quais implementam a IoT e a IA, são capazes de otimizar seus processos, pois realizam previsões que otimizam os processos de produção, tornando os sistemas produtivos inteligentes.

Conforme o Quadro 1, são observadas algumas vantagens em relação à IoT e à IA, as quais foram extraídas das entrevistas realizadas para o levantamento das informações para este trabalho, respondendo o questionamento, “Quais os benefícios que as tecnologias 4.0, IoT e IA, trazem para a indústria?”. Além disso, são observados outros benefícios, sendo destacados por outros autores, obtidos de artigos científicos.

Quadro 1 - Vantagens da *Internet of Things* e Inteligência Artificial

	<i>Internet of Things</i> & Inteligência Artificial	Fonte
BENEFÍCIOS	Implementação de coisas complexas de maneira simples	Entrevistado
	Cibersegurança	Entrevistado
	Novas profissões para lidar com alguns pontos da tecnologia	Entrevistado
	Predição de falhas	Zhong et al. (2016)
	Aumento de eficiência e aprendizado contínuo	Telles et al. (2020)
	Cronograma inteligente	Zhong et al. (2017)

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

De acordo com os entrevistados, tem-se que a competitividade está presente entre as empresas, sendo necessário estar se atualizando para permanecer no mercado, existindo plataformas que estão prontas para lidar com essas tecnologias, IoT e IA, não sendo necessário desenvolver do “zero”, facilitando o uso com os dados obtidos para nuvem, além de tomadas de decisões e protocolos de comunicação padronizados. Dessa maneira, a implementação destas tecnologias nas empresas se tornou simples para a resolução de fatores complexos, pois as mesmas abrangem uma alta velocidade de processamento, variedade de dados e uma viabilidade, tornando-os mais eficientes e com um custo benefício viável para as empresas implementarem. Com isso, obtidos com análise nas entrevistas, tem-se que um dos benefícios que essas tecnologias abrangem é a cibersegurança, as quais envolvem diversos níveis, abrangendo do nível mais básico para o complexo, como os básicos, cita-se os computadores os quais analisa o tráfego dos dados se é real ou não, observando as variações de detecção de fraudes como nos cartões de créditos, havendo também o níveis mais complexos, tais como o rastreamento das faces através do reconhecimento facial por câmeras, também sendo utilizados no celulares. Além disso, um dos benefícios observados no Quadro 1, é o surgimento de novas profissões, sendo que, segundo os entrevistados, novos profissionais com especializações em subáreas da IoT e IA serão necessários, pois começa a ser difícil uma única pessoa dominar todas as áreas

presentes em uma única tecnologia, expandindo, desse modo, as especializações, citando alguns exemplos que estão surgindo atualmente, como profissionais que lidam com uma visão para imagens, vídeos e textos, outra para uma parte da cibersegurança e assim começam a surgir pessoas especializadas para cada nível de complexidade e aplicação.

Portanto, para complementar essas vantagens e benefícios que a IoT e a IA fornecem para a sociedade, tem-se a predição de falhas, as quais são previstas com os dados analisados pela IA que são transmitidos pela conexão da IoT entre os equipamentos espalhados pela indústria. Entretanto, isto permite que a organização não tenha paradas em sua produção de modo repentino, permitindo que tenha um aumento de eficiência e fazendo com que as máquinas tenham algoritmos de aprendizagem, lidando com IA para o benefício de todos os setores. Fornecendo assim, informações para que se possa ter um cronograma inteligente, isto é, uma programação da produção de forma otimizada, os quais incluem modelos de algoritmos com dados coletados dos equipamentos, calculando e modelando os diversos cenários possíveis com a melhor utilização de recursos.

5. Conclusão

O levantamento das informações veio elucidar o resultado das transformações nas quais as quatro revoluções industriais vieram a constituir. Os avanços tecnológicos nestas áreas estão aumentando os domínios e permitem grandes melhorias nas técnicas já em uso. Neste caso, o papel principal da Indústria 4.0 é agregar e aprimorar novos conceitos fundamentalmente relacionados a elementos antigos e novos que estão entrelaçados no processo.

O potencial de mudança de paradigma dentro da fábrica e dentro de casa é impressionante. Nesse sentido, o estudo da 4^a Revolução Industrial torna-se indispensável para garantir a segurança e o sucesso de todas as partes envolvidas. O aprendizado e pesquisa deste novo conceito ajudarão a estar em paralelo com a velocidade que caracteriza os meios tecnológicos. A garantia de empregos e a prosperidade tecnológica das fábricas, devem ser acompanhadas pela difusão deste tipo de conhecimento.

Com o uso cada vez mais massivo das Tecnologias da Informação, TI, no ambiente empresarial, com objetivo de melhorar sua eficiência, eficácia e efetividade, as organizações buscam mecanismos de aprimoramentos dos seus processos com o uso dessas tecnologias, a IoT e a IA, bem como com intuito de competir em um mercado tão concorrido, onde em toda parte surge uma estratégia com finalidade de criar ou manter uma vantagem competitiva.

A IA e IoT são partes do mundo que se vivencia agora, não há como retroceder com tantas vantagens e otimizações possibilitadas pelo avanço tecnológico. Porém, lidar com tanta inovação é um grande desafio tanto no âmbito pessoal, quanto para as empresas. Para conseguir lidar com a revolução que estamos passando é preciso ter uma mentalidade que se encaixe com ela e principalmente, estar sempre em busca de informações.

Portanto, pode-se concluir que a IoT é essencial para a IA, já que é com ela que vai ser possível coletar os dados de forma prática e rápida para que com a IA seja possível tomar as decisões corretas e sejam definidos padrões de aprendizagem.

6. Referências

AGGARWAL, Lakshita; SINGH, Prateek; SINGH, Rashbir; KHARB, Latika. IoT: integrando inteligência artificial com IoT para resolver problemas generalizados de IoT. **Inteligência artificial para resolver problemas generalizados da Internet das Coisas** , p. 251-267, jan. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818576-6.00013-7> . Acesso em: 10 maio 2022.

ALMEIDA, Paulo Samuel. **Indústria 4.0: Princípios básicos, aplicabilidade e implantação na área industrial.** 1. ed. São Paulo: Érica, 2019.

BEGUM, Ninja; HAZARIKA, Manoj Kumar. Artificial intelligence in agri-food systems - an introduction. **Internet of Things And Analytics for agriculture**, v. 3 p. 45-63. nov. 2020. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-16-6210-2_3 . Acesso em: 10 maio 2022.

CHAKRABARTY, Shaibal; ENGELS, Daniel W. "Secure Smart Cities Framework UsingIoTand AI,". **IEEE Global Conference on Artificial Intelligence and Internet of Things (GCAIoT)**, p. 1-6, may. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/GCAIoT51063.2020.9345912> . Acesso em: 10 maio 2022.

CHATTERJEE, Sheshadri; ARPAN, Kumar Kar; GRUPTA, M. P. "Successoof IoT in smartcitiesofIndia: An Empirical Analysis." **Government Information Quarterly**. v. 35, no. 3 p. 349-361, may. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.giq.2018.05.002> . Acesso em: 10 maio 2022.

FRANK, Alejandro Germán; DALLE NOGARE, Lucas Santos; AYALA, Néstor Fabián. Industry 4.0 technologies: implementation patterns in manufacturing companies. **International Journal of Production Economics**, [S.L.], v. 210, n. 1, p. 15-26, abr. 2019. Disponível em:<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925527319300040?via%3Dihub> . Acesso em: 06 maio 2022.



GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. **Rio de Janeiro Atlas**. 2017.

HANSEN, Emil Blix; BOGH, Simon. Artificial intelligence and Internet of Things in small and medium-sized enterprises: A survey. **Journal of Manufacturing Systems**. 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0278612520301424>. Acesso: 23 maio 2022.

MATT, Dallas. Smartfactory: industria del futuro: esempi di bestpractice. **Milano: Fraunhofer Itália**. 2020.

RAGHUNATHAN, Ramnath; STANLEY, Ansel Elias. Impacto socioeconômico da IoT na agricultura: um estudo comparativo sobre a Índia e a China. **Internet das Coisas e Analytics para Agricultura**, v. 3 , p. 201-225, nov. 2021. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-16-6210-2_10. Acesso em: 10 maio 2022.

TELLES, Eduardo Santos; BARONE, Dante Augusto Couto; DA SILVA, Alexandre Moraes. Artificial Intelligence in the Context of Industry 4.0. In: **WORKSHOP ON THE IMPLICATIONS OF COMPUTING IN SOCIETY (WICS)**, 1. , 2020, Cuiabá. **Anais** [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2020. p. 130-136. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/wics/article/view/11044>. Acesso: 07 maio 2022.

SANTOS, Bruno; SILVA, Lucas A. M.; CELES, Clayson S.F.S.; NETO, João Borges; PERES, Bruna S.; VIEIRA, Marcos Augusto M.; VIEIRA, Luiz Filipe M.; GOUSSEVSKAIA, Olga; LOUREIRO, Antonio. **Internet das Coisas: da Teoria à Prática**. 2016. Departamento de Ciência da Computação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016. Disponível em: <https://homepages.dcc.ufmg.br/~mmvieira/cc/papers/internet-das-coisas>. Acesso em 06 maio 2022.

SHARMA, Manaj Kumar; SINGH, Vijaypal Dhaka; SHEKHAWAT, Rajveer Singh. Fornecimento da Cadeia Agroalimentar Inteligente. **Internet of Things And Analytics for agriculture**, v. 3 p. 65-91, NOV. 2021. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-16-6210-2_4. Acesso em: 10 maio 2022.

STEWART, John C., DAVIS, Gary Alan; IGOCHE, Diane A. "IA, IoT e AIoT: Definições e impactos no currículo de inteligência artificial." **Issues in Information Systems**, v. 21, n. 4, p. 135-142 nov. 2020. Disponível em: https://iacis.org/iis/2020/4_iis_2020_135-142.pdf. Acesso em: 10 maio 2022.

ZHONG, Ray; STEPHEN, Newman; GEORGE, Huang; SHULIN, Lan. Big Data for Supply Chain Management in the Service and Manufacturing Sectors: Challenges, Opportunities, and Future Perspectives. **Computers And Industrial. Engineering**. 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cie.2016.07.013>. Acesso: 22 maio 2022.

ZHONG, Ray; EBERHARD, Klotz; STEPHEN, Newman. Intelligent Manufacturing in the Context of Industry 4.0: A Review. **Engineering**. 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/J.ENG.2017.05.015>. Acesso: 22 maio 2022.