

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: o uso da robótica na indústria 4.0***ARTIFICIAL INTELLIGENCE: the use of robotics in industry 4.0***

Hudson Nunes Amaral – hudsonna.hna@gmail.com

Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga – Taquaritinga – São Paulo - Brasil

Angelita Moutin Segoria Gasparotto – angelita.gasparotto@fatectq.edu.br

Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga – Taquaritinga – São Paulo - Brasil

DOI: 10.31510/infa.v18i1.1107

Data de submissão: 13/04/2021

Data do aceite: 09/07/2021

Data da publicação: 30/07/2021

RESUMO

A Indústria 4.0 ou Quarta Revolução Industrial tem como principal característica o uso de objetos e máquinas inteligentes. Dentro deste contexto se encaixam o uso da robótica que traz importantes e avançadas tecnologias. Este artigo tem como objetivo evidenciar o uso da robótica dentro da Indústria 4.0, ressaltando as principais vantagens do uso dessa tecnologia. Para esse estudo, foi realizado um levantamento bibliográfico em livros, artigos acadêmicos e publicações onde o foco principal é a Indústria 4.0 e como a inteligência artificial, por meio do uso da robótica está inserida dentro dessa realidade. A literatura estudada deixa claro que a sociedade vive a era da quarta revolução industrial e que o uso de tecnologias cada vez mais avançadas é uma característica a ser adotada por grande parte das indústrias, especialmente as que desejam evoluir e permanecer em um mercado totalmente voltado para o uso da inteligência artificial.

Palavras-chave: Inteligência Artificial. Robótica. Indústria 4.0

ABSTRACT

The main feature of Industry 4.0 or the Fourth Industrial Revolution is the use of intelligent objects and machines. Within this context fits the use of robotics that brings important and advanced technologies. This article aims to highlight the use of robotics within Industry 4.0, highlighting the main advantages of using this technology. For this study, a bibliographic survey was carried out on books, academic articles and publications where the main focus is Industry 4.0 and how artificial intelligence, through the use of robotics, is inserted within this reality. The studied literature makes it clear that society is living in the era of the fourth industrial revolution and that the use of increasingly advanced technologies is a characteristic

to be adopted by most industries, especially those that wish to evolve and remain in a market totally focused on the use of artificial intelligence.

Keywords: Artificial Intelligence. Robotics. Industry 4.0

1 INTRODUÇÃO

A Indústria desde o seu surgimento, e seguindo as evoluções tecnológicas passou por profundas transformações, especialmente em sua forma de produção. Até chegar ao modelo de Indústria 4.0, passou por três revoluções industriais, as quais forma aperfeiçoando seus meios de produção até chegar na tecnologia tão avançada vivida dentro das Quarta Revolução Industrial.

Segundo Koch *et al.* (2014) a Indústria 4.0 destaca-se pelo uso de produtos e processos mais autônomos e eficientes, além do fato de prover soluções customizadas para a produção, logística e clientes. Essa modalidade de indústria utiliza-se de tecnologias de automação industrial com sensores. Os autores descrevem que o objetivo da quarta revolução industrial é ter um sistema de produção mais inteligente, com maior eficiência, sendo potencialmente capaz de solucionar os problemas sem que para isso seja necessário a ação humana.

Cardoso (2016) cita que algumas tecnologias utilizadas na indústria 4.0 como: internet das coisas, robótica, impressora 3 D, big data e outros. Segundo o autor, tais tecnologias tem ocasionado o aumento da produção de forma bastante considerável e com qualidade.

Diante das muitas tecnologias utilizadas pela indústria 4.0, a robótica, devido a sua importância e eficiência é o objeto deste estudo, voltado para a inserção desta tecnologia na Quarta Revolução Industrial. É importante salientar que os robôs sempre foram um desejo humano, existiram desde a antiguidade, mas só mostraram sua importância diante do surgimento da Inteligência Artificial (IA).

O objetivo deste estudo é evidenciar o uso da robótica dentro da Indústria 4.0, ressaltando as principais vantagens do uso dessa tecnologia.

Diante do fato de que as tecnologias tendem a evoluir cada vez mais, modernizando todos os setores da sociedade, a Indústria 4.0 deverá ser uma tendência e copiada por indústrias que buscam adaptar as novas tecnologias ao seu conceito de produtividade. Evoluir é o caminho de uma sociedade cada vez mais inserida na era digital, em que muitas atividades

são realizadas por meio do uso de computadores e sistemas interligados, o que acaba por trazer mais qualidade, segurança de produção e menos riscos de falhas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A cada dia novas tecnologias são descobertas e as existentes são renovadas. A Quarta Revolução Industrial acontece estruturada sob diversos pilares que envolvem o uso de tecnologias cada vez mais avançadas. Dentro dessa realidade é importante evidenciar o conceito da Indústria 4.0 e os pilares que sustentam essa nova modalidade de indústria.

2.1 A Indústria 4.0

Segundo Cardoso (2016), as revoluções industriais ocorridas trazem marcos históricos que ocasionaram diversas transformações, tanto na indústria, quanto em diversos setores da sociedade. A revolução Industrial aconteceu mediante o surgimento de máquinas que auxiliaram e por vezes substituíram o trabalho humano.

A Primeira Revolução Industrial aconteceu na segunda metade do século XVIII, que se estendeu até a metade do século XIX, tendo como principal característica o uso da máquina a vapor. Já a Segunda Revolução Industrial aconteceu em meados do século XIX até meados do século XX e apresentava como característica o uso da energia elétrica, fator que trouxe mais facilidade para as linhas de produção, que começaram a produzir em massa. A Terceira Revolução Industrial aconteceu após meados do século XX, teve como base o uso de componentes eletrônico e evoluídas tecnologias, as quais permitiram a automação dos processos produtivos (DELOITTE, 2014; MCKINSEY, 2016; SCHWAB, 2016).

Na Alemanha, em 2011, surge a Indústria 4.0 ou Quarta Revolução Industrial. Seu surgimento foi ocasionado pelo advento de novas tecnologias especialmente as digitais, além da demanda dos clientes por produtos personalizados. Essa nova revolução industrial é caracterizada por novas configurações tecnológicas inseridas no processo de produção (PRADO, 2018).

Mazzafero (2018) ressalta que a Quarta Revolução Industrial ou Indústria 4.0 traz fontes de inteligência, além do uso da robótica, sistemas modernos de processamento, armazenamento de dados e outros.

De acordo com Prado (2018), a Indústria 4.0 traz a interconexão de sistemas, permitindo que aconteça a produção em tempo real, o que ajuda nos reajustes de processo e recursos sem atraso e com diminuição dos erros, já que as falhas podem ser identificadas antes de que haja a produção final.

A cada evolução do sistema de produção, a dimensão do trabalho sofreu modificações, fator que culminou na exigência de maior capacidade e preparo dos trabalhadores, o trabalho passa de ser manual para ser intelectual (AIRES; FREIRE; SOUZA, 2016).

Macedo (2016) descreve que a Indústria 4.0 envolve Inteligência Artificial (IA), o uso da robótica, impressão 3 D, Internet das coisas (IoT) e nanotecnologia.

Uma das bases da Indústria 4.0 é o uso de robôs, os quais aprendem com as atividades realizadas sob o conceito da IA. O uso da robótica dentro da indústria traz amplas e importantes vantagens tornando as fábricas mais autônomas e produtivas (TELES, 2018).

2.2 A Inteligência Artificial

McCorduck (1979) afirma que o termo IA nasceu em uma conferência de verão em Dartmouth College, nos Estados Unidos. A proposta dessa conferência tinha como objetivo a realização de estudos sobre o tópico Inteligência Artificial. Esses estudos foram realizados por dez homens e tiveram duração de dois meses. O autor esclarece que essa foi e então, a primeira citação da expressão Inteligência Artificial.

Inicialmente o termo IA gerou grande polêmica, pois muitas pessoas entenderam que o objetivo era criar máquinas que futuramente substituiriam os humanos (MARSICANO, 2017).

Fernandes (2005) afirma que a palavra inteligência vem do latim *inter* (entre) e *legere* (escolher). Dentro deste contexto entende-se por inteligência aquilo que permite ao ser humano escolher. Já a palavra artificial deriva do latim *artificiale* e significa algo que não é natural, algo produzido pelo homem. Relacionando as palavras, IA é então um tipo de inteligência produzida pelo homem. Ao longo dos tempos o homem tem buscado dotar as máquinas de habilidades que representem a inteligência humana.

Alves *et al.* (2017) define IA como um ramo da pesquisa da Ciência da Computação, cujo objetivo foco é o desenvolvimento de mecanismos e dispositivos tecnológicos capazes de simular o raciocínio humano.

Lobo (2017) descreve que a IA tem diversas etapas ou competências como: reconhecimento dos padrões e imagens; entendimento da linguagem aberta, falada e escrita; observar e reconhecer relações e nexos; seguir algoritmos de decisão apresentado por especialistas; capacidade de entender conceitos e dessa forma conseguir raciocínios, pela potencialidade de integrar as experiências novas, e dessa forma melhorar e evoluir resolvendo problemas e realizando tarefas.

Vale ressaltar que a IA trouxe consigo transformações muito positivas e que através de toda a evolução tecnológica nela contida, muitas descobertas ainda devem ser feitas, fator bastante importante para o mundo todo.

Maran (2016) esclarece que desde a antiguidade a IA é uma criação da vontade humana. Nesta época, não haviam sistemas que realizassem as atividades por si só, no entanto, o autor afirma que o filósofo Aristóteles pensava em alternativas para livrar os escravos de seus afazeres.

Aristóteles, segundo descreve Maran (2016), pensava na capacidade de um elemento como a vassoura, por exemplo, de ter capacidade própria e assim estabelecer o sistema de arrumação. O autor esclarece que com a evolução tecnológica, durante as necessidades da Segunda Guerra mundial são criados os computadores.

Bittencourt (2001) explica que a IA é oriunda ideias filosóficas, científicas e tecnológicas. Algumas são tão antigas quanto à lógica, a qual foi desenvolvida há séculos.

Na década de 40, durante a Segunda Guerra Mundial, Maran (2016) esclarece que a necessidade de instrumento para o combate bélico era grande. A arma idealizada nessa época era a Bomba atômica, no entanto para a criação da mesma muitos cálculos seriam necessários. Tais cálculos deveriam ser precisos, sendo assim frente a essa realidade foi desenvolvido o computador, como seu nome mesmo diz, era uma máquina de fazer cálculos (cálculos).

Em 1946, os cientistas norte-americanos John Eckert e John Mauchly criam o Electrical Numerical Integrator and Computer (ENIAC), o primeiro computador digital do mundo. Além da habilidade de calcular, o computador foi utilizado para planos de morte, onde planejamentos estratégicos eram feitos pelo exército (MARAN, 2016).

Fernandes (2005) ressalta que com as evoluções, o computador passou a elaborar diversas hipóteses e estratégias, tal como um jogo de guerra, fator que permitiu então a criação de jogos por computador. Começava nesse contexto o início da IA tradicional,

baseada em regras. Nessa época pesquisas também estavam sendo feitas com o objetivo da representação das células nervosas do ser humano no computador.

Pereira (2010) afirma que na década de 50 as pesquisas voltaram-se para os modelos de neurônios artificiais, com o objetivo da criação de máquinas que fossem capazes de aprender. Já na década de 60, o autor esclarece que surgem os primeiros programas capazes de jogar xadrez (Shannon, 1950 e Turing, 1953), esses programas tinham potencialidade para de provar teoremas de lógica e imitar a forma de raciocínio humano, planejar tarefas e comunicar-se na linguagem natural, aprender por analogia e analisar estruturas moleculares. Tais avanços geraram grande entusiasmo, uma vez que antes disso o computador era visto apenas como uma grande máquina de calcular.

Já na década de 70 alguns problemas surgiram, e os pesquisadores viram impasses relativos ao armazenamento de dados e ao tempo de processamento. Nessa época surge a Teoria da Complexidade Computacional, a qual comprovava que a solução desses problemas não dependia apenas da memória adicional ou de processadores mais rápidos. Como consequência dessa realidade algumas ideias se mostraram impossíveis e toda a expectativa e entusiasmos diminuiu.

A figura 1 traz exemplos de onde a IA tem apresentado sua utilização e importância.

Figura 1 – Campos de uso da IA



Fonte: Newvoice (2021)

Pereira (2010) ressalta que em 1981 os japoneses anunciaram a criação de um projeto de computador de quinta geração, que teria Prolog como linguagem da máquina e seria capaz de realizar milhões de interferências por segundo. Frente a essa realidade, muitos

investimentos começaram a ser realizados na Europa e Estados Unidos, fator que alavancou novamente as expectativas da IA, a qual passou a ser novamente alvo de estudos.

2.2.1 Robótica na Indústria 4.0

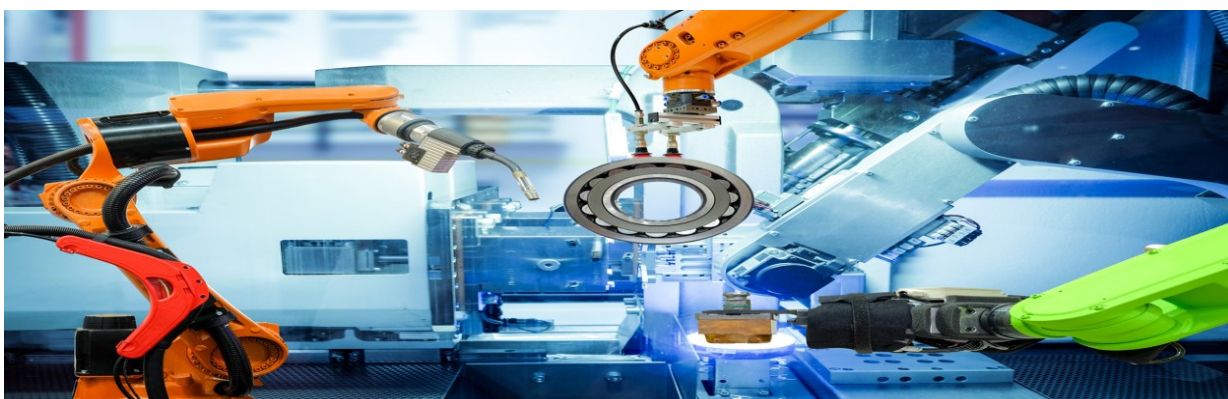
Os robôs surgiram no século XX, mas é um sonho humano desde sempre. Desde 2000 a.C no Egito já existiam cachorros mecânicos de brinquedos. O autor ressalta que as histórias de Ilíadas relatam que havia personagens criados pelo deus dos ferreiros, os quais tinham voz e inteligência (AVILA, 2016).

Reis (2021) descreve que a robótica industrial surgiu na década de 50, e desde essa época o uso de robôs é uma realidade crescente dentro das indústrias, fator que ocasionou a automação industrial. Por esse processo os robôs passaram a realizar tarefas cada vez mais complexas, de uma forma mais econômica e com grande precisão e na indústria 4.0 o uso de robôs tem sido uma característica evidente.

Segundo Maran (2016), a aplicação da robótica dentro da Indústria 4.0 tem sido um fator de extrema importância, trazendo inovações e aumentando a produtividade, o que contribui significativamente para o desenvolvimento da indústria. Os robôs dentro das empresas podem desempenhar diversos papéis, entre eles a produção padronizada.

A figura 2 demonstra a robótica avançada tão importante e utilizada na indústria 4.0.

Figura 2: Robótica Avançada



Fonte: SENAI (2020)

Atualmente, muitas indústrias trabalham com os robôs colaborativos ou cobots, os quais podem trabalhar lado a lado com os humanos e em qualquer ambiente, realizando

múltiplas tarefas, resultando na interação entre robôs e colaboradores. Pesquisas apontam que na América, especialmente no Brasil e no México, os robôs industriais tem grande utilidade, os quais são responsáveis por mudar significativamente a cadeia produtiva, transformando projetos, fabricação dos produtos, estrutura da empresa e comunicação com clientes e fornecedores (REIS, 2021).

Foresight (2013) explica que, outra importância da utilização da robótica dentro da indústria e de outros setores está associada à permanência humana em ambientes insalubres. A automação robótica pode realizar desde operações de transporte até o uso de robôs com visão integrada e adaptação em tempo real.

Moussa (2011) deixa claro que o objetivo do uso da robótica dentro das indústrias não a substituição da mão de obra humana, mas sim somar eficiência e eficácia ao processo produtivo.

3 METODOLOGIA

Este estudo abrange pesquisa bibliográfica e documental descritiva de abordagem qualitativa. Inicialmente foi feita a pergunta norteadora: Qual a importância da robótica dentro da Indústria 4.0? Como forma de responder essa pergunta o objetivo deste artigo foi evidenciar o uso da robótica dentro da Indústria 4.0, ressaltando as principais vantagens do uso dessas tecnologias.

A coleta de dados ocorreu dezembro de 2020 a março de 2021. Para a elaboração deste artigo foram consultados artigos, teses, monografias e documentos online que tinha como foco, o tema do estudo.

As palavras-chave usadas para a pesquisa foram: Inteligência Artificial, Indústria 4.0, Robótica na Indústria 4.0, Vantagens da Robótica na Indústria 4.0. Como critério de inclusão dos artigos lidos, os quais totalizaram 13, era referente a data de publicação (últimos 15 anos) e o idioma (português).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Russel e Norvig (2004) afirmam que a IA é uma das ciências com início na Segunda Guerra Mundial, e que evoluiu muito. Hoje essa ciência abrange uma variedade de áreas de uso geral até áreas específicas.

Gomes (2010) afirma que a IA sistematiza e automatiza as tarefas de cunho intelectual, sendo assim se mostra relevante em qualquer área onde haja a necessidade da atividade intelectual humana. O autor explica que a IA não veio para substituir o trabalho intelectual humano, mas veio com a finalidade de somar conhecimentos e estratégias para que diversas áreas alcancem ou ao menos chegue perto da excelência de seu trabalho.

A IA adentrou as Indústrias 4.0 de forma significativa e pode caminhar junto com os robôs para revolucionar ainda mais a indústria. É certo que os robôs ainda não têm a IA dentro deles, mas a indústria tem apostado na criação dos cobots, com o objetivo de que os humanos trabalhem juntamente com as máquinas (INOVAÇÃO INDUSTRIAL, 2021).

Segundo Gamero (2018), a Indústria 4.0 intensifica ainda mais o uso da robótica tanto na linha de montagem como fora dela. A autora explica que segundo a Federação Internacional da Robótica, a perspectiva para a indústria era adquirir cerca de 400 mil robôs industriais, isso na de 2019. O Brasil tem a pretensão de adquirir cerca de 3.500 novas unidades nas fábricas. Embora pareçam ser muitos robôs, estudiosos relatam que em relação aos números de robôs no Brasil, acreditam que esse número é muito pequeno em tempos de evolução e fabricação digital.

Os Cobots podem ser usados em diversos contextos como: montagem, testes de produtos, tarefas de precisão, análises e inspeção. As indústrias com maiores características para o uso desses robôs são as indústrias: metalmecânica; alimentícia automobilística e farmacêutica (ELETRONOR, 2019).

As vantagens do uso da robótica dentro da indústria 4.0 são inúmeras como: aumento da produtividade, ganho da eficiência, operações integradas e personalização (INOVAÇÃO INDUSTRIAL, 2021).

Rizzo (2020) explica que o uso da robótica era antes associado apenas as grandes multinacionais, e hoje está sendo usada por médias e pequenas empresas. Segundo o autor, esse segmento é o que mais cresce nos dias atuais.

Segundo Monteiro (2017), de acordo com a Federação Internacional de Robótica (FIR), a média mundial é de 69 robôs industriais para 10 mil trabalhadores humanos. O Brasil não apareceu na lista dos 22 países com melhor posicionamento. Dentro deste contexto, é possível entender que o Brasil ainda tende a crescer tanto sobre a adequação a Indústria 4.0 quanto ao uso da robótica. O fato dessa diferença perante o mundo se deve ao fato de que a Indústria chegou ao país de forma tardia.

As desvantagens também aparecem no uso da Robótica na Indústria 4.0 como: ausência de mão de obra qualificada para operar os robôs, o desemprego, os ciberataques, uso de tecnologias para fins escuros. Somente em 2019 no Brasil segundo um estudo da empresa de segurança cibernética Fortinet, o país sofreu cerca de mais de 15 bilhões de tentativas de ataques apenas no segundo semestre de 2019 (INOVAÇÃO INDUSTRIAL, 2021).

O que se pode entender é que a Indústria 4.0 chegou para mudar de forma significativa os conceitos das indústrias existentes. Muitas são as vantagens vista na quarta Revolução Industrial, mas as desvantagens também existem e devem ser observadas para que a transformação do setor industrial aconteça com mais impactos positivos do que negativos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As tecnologias têm se transformado dia a dia, e a todo momento o homem busca desenvolver tecnologias capazes de facilitar sua vida e de toda a sociedade. Dentro dos processos evolutivos, as tecnologias chegaram ao que conhecemos atualmente, e tendem a evoluir sempre.

Dentre as mais fantásticas e interessantes descobertas e criações tecnológicas, a IA aparece em lugar de destaque. A Inteligência Artificial trouxe inúmeras evoluções tecnológicas, que atingirem de forma significativa, diversos setores da sociedade, inclusive o setor industrial. A Indústria 4.0 é a somatória das evoluções tecnológicas e uso especificamente tecnologias mais avançadas. A robótica tem cada vez mais buscado criar robôs inteligentes, capazes de trabalhar em parceria com os humanos. Dentro deste contexto, o uso da IA será de grande importância para a evolução e aperfeiçoamento de tais robôs. Os Cobots já desempenham importante papel colaborativo para o trabalho humano.

O uso da robótica é uma realidade dentro da Indústria 4.0 que busca maior produtividade, eficiência, personalização e diminuição de erros em seu processo produtivo,

além e clara de produções massivas. Frente às inúmeras e avançadas tecnologias que surgem dia a dia, os moldes da Indústria 4.0 serão uma tendência em um futuro não tão distante, e certamente os robôs utilizados serão cada vez mais evoluídos, contribuindo de forma significativa para somar eficiência e qualidade ao trabalho humano e não para substituí-lo como se pensou inicialmente.

REFERÊNCIAS

ALVES, A. F. da C.; PINA, L. E. de O.; GOMES, W. G.; SOUZA, A. P. de.; SANTOS, D. S. Inteligência Artificial: Conceitos, Aplicações e Linguagens. **Rev. Conexão Eletrônica**, v. 15, n.1, 2018. Disponível em: revistaconexao.aems.edu.br/wp-content/plugins/download.../download.php?id=1532. Acesso em: 20 fev. 2021.

AVILA R. N. P. **Inteligência Artificial: Redes Neurais e Robótica (Básico, Intermediário e Avançado)**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna LTDA., 2016.

AYRES, M. **Conheça a história dos robôs**. 2007. Disponível em: <https://tecnologia.uol.com.br/ultnot/2007/10/01/ult4213u150.jhtm>. Acesso em: 2 mar. 2021.

AIRES, R. W. A.; FREIRE, P. S.; SOUZA, J. A. Educação Corporativa como ferramenta para estimular a inovação nas organizações: uma revisão de literatura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DO CONHECIMENTO - KM BRASIL, 13., 2016, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SBGC, 2016.

BITTENCOURT, G. **Inteligência Artificial**. Editora UFSC. 2001.

CARDOSO, M. de O. **Indústria 4.0: a quarta revolução industrial**. 2016. Disponível em: http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/17086/1/CT_CEAUT_2015_08.pdf. Acesso em: 10 fev. 2021.

DELOITTE. **Industry 4.0** Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential Technologies. Disponível em: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/manufacturing/ch-en-manufacturing-industry-4-0-24102014.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2021.

FERNANDES, A. M. da R. **Inteligência Artificial: noções Gerais**. Florianópolis: VisualBooks, 2005.

FORESIGHT. **The Future of Manufacturing: a new era of opportunity and challenge for the UK**. Summary Report. The Government Office for Science, London, 2013. Disponível em: riut.utfpr.edu.br. Acesso em: 20 jan. 2021.

GAMERO, I. **Robôs Industriais: tudo o que você precisa saber!** Disponível em: <https://www.pollux.com.br/blog/robos-industriais-tudo-o-que-voce-precisa-saber/>. Acesso em: 10 jan. 2021.

GOMES, J. **Brasil pode criar a Indústria 4.0 verde e amarela**, 4 fev. 2016. Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/cni/imprensa/2016/02/1,81595/entrevista-brasil-pode-criar-a-industria-4-0-verde-e-amarela.html>. Acesso em: 12 maio 2021.

INOVAÇÃO INDUSTRIAL. **Uma reflexão sobre as vantagens e desvantagens da indústria 4.0: o que vai mudar?** 2021. Disponível em: <https://inovacaoindustrial.com.br/vantagens-e-desvantagens-da-industria-4-0/>. Acesso em: 13 mar. 2021.

KOCH, V.; KUGE, S.; GEISSBAUER, R.; SCHRAUF, S. **Industry 4.0: Opportunities and challenges of the industrial internet**. Strategy and Company, 2014.

LOBO, L. C. Inteligência Artificial e Medicina. **Revista brasileira de Educação Médica**, v. 41 n.2, 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-55022017000200185&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em: 12 jan. 2021.

MACEDO, D. A. de. **A quarta revolução industrial**. 2016. Disponível em: <http://www.gazetadigital.com.br/conteudo/show/secao/60/materia/467815/t/aquarta-revolucao-industrial>. Acesso em: 02 jan. 2021.

MCCORDUCK P. **Machines Who Think**. Freeman, San Francisco, 1979. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/bar/v15n4/1807-7692-bar-15-04-e180152.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2021.

MCKINSEY. **Supply Chain 4.0 – the next-generation digital supply chain**. 2016. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/supply-chain-40-the-next-generation-digital-supply-chain>. Acesso em: 10 mar. 2021.

MARAN, P. D. **A Inteligência Artificial é mais antiga do que você imagina**. 2016. Disponível em: <https://tecnoblog.net/195106/inteligencia-artificial-historia-dilemas/>. Acesso em: 10 jan 2021.

MARSICANO, F. **Inteligência Artificial e Robótica estão mudando o panorama da medicina e dos serviços de saúde**. 2017. Disponível em: <http://gestaodelogisticahospitalar.blogspot.com/2017/06/inteligencia-artificial-e-robotica.html>. Acesso em: 2 jan. 2021.

MAZZAFERRO, J. A. E. **Indústria 4.0 e a Qualidade da Informação**. *Soldag. insp.*, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 1-2, Mar. 2018. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-92242018000100001&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 2 fev. 2021.

MONTEIRO, C. **Conheça os 10 países mais robotizados do mundo**. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/tecnologia/conheca-os-10-paises-mais-robotizados-do-mundo/> Acesso em: 5 mar. 2021.

MOUSSA, S. **Robótica Industrial: Mecatrônica**. LTC: São Paulo. 2011.

- NEWVOICE. **A Inteligência Artificial e o papel dos governos**. 2021. Disponível em: <https://newvoice.ai/2020/03/02/a-inteligencia-artificial-e-o-papel-dos-governos/>. Acesso em: 15 maio. 2021.
- PEREIRA, S. do L. **Introdução a Inteligência Artificial**. 2010. Disponível em: <https://www.ime.usp.br/~slago/IA-introducao.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2021.
- PRADO, M. **A Qualidade e a indústria 4.0**. 2018. Disponível em: <https://www.fastcourses.com.br/a-qualidade-e-a-industria-4-0-2/>. Acesso em: 2 mar. 2021.
- REIS, S. V. dos. **Por que os robôs colaborativos estão revolucionando a indústria?** 2021. Disponível em: <https://www.industria40.ind.br/tag/rob%C3%B3tica>. Acesso em: 10 fev. 2021.
- RIZZO, J. **Indústria instala 1,5 mil robôs por ano**. 2020. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/Tecnologia/noticia/2017/08/epoca-negocios-industria-instala-15-mil-robos-por-ano.html>. Acesso em: 2 jan. 2021.
- RUSSEL, R.; NORVIG, P. **Artificial Intelligence: A modern Approach** Englewood Cliffs, Prentice Hall, 2004.
- SCHWAB, K. **A quarta revolução industrial**. São Paulo: Edipro, 2016.
- SENAI. **O que é robótica avançada**. 2020. Disponível em: <https://www.sesirs.org.br/industria-inteligente/robotica-avancada-entenda-o-que-e-isso-e-o-cenario-brasileiro>. Acesso em: 12 mar. 2021.
- TELES, J. **Indústria 4.0: tudo que você precisa saber sobre a Quarta Revolução Industrial**. 2018. Disponível em: <https://engeteles.com.br/industria-4-0/>. Acesso em: 20 mar. 2021.