Inteligência Artificial na medicina: um estudo bibliométrico

Inteligencia Artificial en medicina: un estudio bibliometrico

Artificial Intelligence in medicine: a bibliometric study

Paulo André da Silva Corrêa[1]

Errol Fernando Zepka Pereira Junior[2]

RESUMO: Contextualização: A Inteligência Artificial (IA) é um campo da ciência no qual computadores e máquinas são criados e designados para reproduzir o raciocínio humano de forma autônoma e inteligente, possibilitando fazer coisas que demandam inteligência quando são feitas por seres humanos. Recentemente, a ciência presenciou um crescimento relevante na implementação de IA na área da saúde, apresentando uma revolução na Medicina e nos cuidados de saúde no mundo inteiro, a qual foi promovida pelo avanço das tecnologias da informação (TI), das quais a IA surge como uma potência. **Objetivo:** Dessa maneira, o objetivo do presente estudo foi examinar as pesquisas realizadas sobre Inteligência Artificial (IA) na Medicina. **Métodos:** Para isso, foi desenvolvido um estudo bibliométrico, utilizando-se a base de dados bibliográficos Scopus para a coleta de dados. Os dados foram analisados de acordo com: 1) área temática; 2) principais autores; 3) principais revistas; 4) palavras-chave; 5) artigos mais citados; 6) documentos por país/território; e 7) o período das publicações. Além do mais, foram seguidas as três principais leis bibliométricas, isto é, Lei de Lotka, Lei de Bradford e Lei de Zipf. **Considerações finais:** O estudo permitiu identificar a forte presença de IA na área da Medicina, o que demonstra a importância que as tecnologias digitais vêm exercendo sobre os seres humanos, uma vez que diversas ferramentas de IA estão sendo usadas para auxiliar pesquisas sobre a saúde dos indivíduos, o apoio na tomada de decisão clínica, o uso de dados de pacientes para servirem de base para prevenção, diagnóstico, tratamento de doenças e etc, o que pode viabilizar a melhora na saúde dos pacientes. Além disso, o estudo demonstrou a forte presença dos Estados Unidos no que diz respeito ao número de publicações sobre IA e Medicina. No mais, foi possível observar um salto no número de trabalhos publicados desde o ano de 2021.Sugere-se para pesquisas futuras uma análise que aborde mais criteriosamente as vantagens ou desvantagens da utilização de tecnologias de IA na Medicina, assim como ferramentas que estão sendo utilizadas e para que estão sendo usadas, uma vez que a IA tem inúmeras aplicações potenciais na Medicina.

PALAVRAS-CHAVE: Inteligência Artificial; Medicina; Tecnologias Digitais; Máquinas.

RESUMEN: Contextualización: *La Inteligencia Artificial (IA) es un campo de la ciencia en el que las computadoras y las máquinas se crean y diseñan para reproducir el razonamiento humano de manera autónoma e inteligente, haciendo posible hacer cosas que requieren inteligencia cuando las hacen seres humanos. Recientemente, la ciencia ha sido testigo de un crecimiento significativo en la implementación de la IA en la atención sanitaria, presentando una revolución en la Medicina y la asistencia sanitaria a nivel mundial, que fue impulsada por el avance de las tecnologías de la información (TI), de las que surge la IA como una potencia.* ***Objetivo:*** *Por tanto, el objetivo del presente estudio fue examinar las investigaciones realizadas sobre Inteligencia Artificial (IA) en Medicina.* ***Métodos:*** *Para ello se desarrolló un estudio bibliométrico, utilizando para la recolección de datos la base de datos bibliográfica Scopus. Los datos fueron analizados según: 1) área temática; 2) autores principales; 3) revistas principales; 4) palabras clave; 5) artículos más citados; 6) documentos por país/ territorio; y 7) el período de publicación.*

[1] Mestrando em Administração pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG); Bacharel em Administração (FURG). Mestrado em Administração (FURG). ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7614-492X

[2] Doutorando em Administração pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC); Mestre em Administração (FURG); MBA em Gestão estratégica de Negócios (Unopar); aperfeiçoado em Tecnologias na Educação (IFMG); aperfeiçoado em Como ensinar a distância (Uniasselvi), Bacharel em Administração (FURG) e Licenciado em História (Uniasselvi). ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4203-0801

*Además, se siguieron las tres leyes bibliométricas principales, es decir, la Ley de Lotka, la Ley de Bradford y la Ley de Zipf. **Consideraciones finales:** El estudio permitió identificar la fuerte presencia de la IA en el área de la Medicina, lo que demuestra la importancia que las tecnologías digitales han venido teniendo en el ser humano, ya que varias herramientas de IA están siendo utilizadas para ayudar en las investigaciones sobre la salud de personas, apoyo en la toma de decisiones clínicas, utilización de los datos de los pacientes como base para la prevención, el diagnóstico, el tratamiento de enfermedades, etc., que pueden permitir mejoras en la salud de los pacientes. Además, el estudio demostró la fuerte presencia de Estados Unidos en cuanto al número de publicaciones sobre IA y Medicina. Además, se pudo observar un salto en el número de trabajos publicados desde 2021. Se sugiere para futuras investigaciones un análisis que aborde más detenidamente las ventajas o desventajas del uso de tecnologías de IA en Medicina, así como las herramientas que se están utilizando y para qué se utilizan, ya que la IA tiene innumerables aplicaciones potenciales en Medicina.*

***PALABRAS CLAVE**: Inteligencia Artificial; Medicamento; Tecnologías digitales; Máquinas.*

***ABSTRACT: Contextualization:** Artificial Intelligence (AI) is a field of science in which computers and machines are created and designed to reproduce human reasoning in an autonomous and intelligent way, making it possible to do things that require intelligence when done by human beings. Recently, science has witnessed significant growth in the implementation of AI in healthcare, presenting a revolution in Medicine and healthcare worldwide, which was promoted by the advancement of information technologies (IT), from which AI emerges. as a power. **Objective:** Therefore, the objective of the present study was to examine the research carried out on Artificial Intelligence (AI) in Medicine. **Methods:** For this, a bibliometric study was developed, using the Scopus bibliographic database for data collection. Data were analyzed according to: 1) thematic area; 2) main authors; 3) main magazines; 4) keywords; 5) most cited articles; 6) documents by country/territory; and 7) the publication period. Furthermore, the three main bibliometric laws were followed, that is, Lotka's Law, Bradford's Law and Zipf's Law. **Final considerations:** The study allowed us to identify the strong presence of AI in the area of Medicine, which demonstrates the importance that digital technologies have been having on human beings, since several AI tools are being used to assist research on the health of individuals, support in clinical decision-making, the use of patient data to serve as a basis for prevention, diagnosis, treatment of diseases, etc., which can enable improvements in patients' health. Furthermore, the study demonstrated the strong presence of the United States in terms of the number of publications on AI and Medicine. Furthermore, it was possible to observe a jump in the number of works published since 2021. It is suggested for future research an analysis that more carefully addresses the advantages or disadvantages of using AI technologies in Medicine, as well as tools that are being used and what they are being used for, since AI has countless potential applications in Medicine.*

***KEYWORDS:** Artificial Intelligence; Medicine; Digital Technologies; Machines.*

Introdução

Quando se fala de Inteligência Artificial (IA), trata-se de um fenômeno bastante recente. Seu início se deu após a Segunda Guerra Mundial, com objetivo de se desenvolver máquinas que pudessem realizar atividades humanas de forma autônoma e inteligente (Gomes, 2010). Damaceno et al. (2018) apontam que o início da IA precede até mesmo a própria construção de máquinas como os desktops, notebooks, smartphones etc. A IA teve como um dos principais percussores Alan Turing, considerado o pai da computação moderna, que em 1950 publicou o artigo denominado "Computing Machinery and Intelligence" (Máquinas Computacionais e Inteligência, em tradução

livre), o qual apresentou os princípios do funcionamento de uma máquina inteligente. Para Zílio (2009) Alan Turing não estava empenhado em criar uma máquina que agisse do mesmo jeito que as pessoas, nem mesmo determinar os padrões de legitimidade das teorias sobre inteligência ou sobre os procedimentos cognitivos. Entretanto, ao propor o teste de Turing, conhecido também como o jogo da simulação, teste no qual um computador seria capaz de se passar por um humano fazendo perguntas e respostas, como se numa conversa, Turing objetivou analisar o desempenho de uma máquina ao simular o comportamento humano de pensamento e ser convincente, de tal forma que pudesse enganar a inteligência humana (Silva; De Arruda, 2016). Assim, sua proposta de "as maquinas podem pensar?" resultou para o desenvolvimento da ciência cognitiva, principalmente em seu desdobramento na IA.

Autores como Pozzebon, Frigo e Bittencourt (2004) definem a IA como uma ciência que procura estudar e compreender o fenômeno da inteligência, na medida em que busca construir ferramentas para sustentar a inteligência humana. Segundo Teixeira (2019) a mente humana funciona como um computador e, desse jeito, o estudo de programas computacionais torna-se algo de grande relevância para se compreender diversas coisas relacionadas a nossas atividades mentais, como capacidade de raciocínio, aprendizagem, pensamento, comportamento, e entre outras, a fim de sistematizar e construir entidades inteligentes. Sendo até mesmo, capaz de apoiar a tomada de decisões de um jeito mais simples e preciso do que outros métodos, tais como a modelagem e a gestão por indicadores (Sellitto, 2002).

Desse modo, a IA faz com que diversas máquinas possam planejar sequências de tarefas para se alcançar metas, desde que a ela seja definido o passo a passo da tarefa através do uso de algoritmos (Garcia, 2020). Além disto, com o auxílio de tecnologia, o uso de algoritmos dará a IA a possibilidade cognitiva de realizar as mais diversas atividades que apenas o homem era capaz de fazer antes, tais como, resolver problemas, criar soluções e também tomar decisões (Da Silva; Mairink, 2019). Pelo fato de estarmos na era mais avançada da tecnologia e com a possibilidade de atingir maior ascensão, em algum momento cada simples atividade humana poderá ser desenvolvida pelo uso de ferramentas inteligentes que contribuirão para a sua realização de forma imediata e eficiente, auxiliando as empresas com agilidade e precisão, as quais são indispensáveis atualmente (Aires; Almeida; Silveira, 2019). Assim, servindo para organizar informações e atividades repetitivas, bem como para as que demonstrem determinando padrão e que precisem de prosseguimento constante (Coelho, 2019).

A IA também está relacionada ao desenvolvimento de sistemas especialistas. Por sistemas especialistas, entende-se esses como sendo ferramentas que aplicam o conhecimento humano capturado em uma máquina para solucionar problemas que usualmente seriam processados por especialistas humanos. Desta forma, Mendes (1997) aponta que eles são habilitados para receber informações de múltiplas origens, interpretá-las, analisá-las, identificando a sua coerência e importância e direcioná-las aos usuários de acordo com o interesse e a necessidade de cada um. Assim, viabilizando a tomada de decisão, bem como melhorando a produtividade e desempenho organizacional, visto que reduzem o grau de dependência humano em casos complexos de serem resolvidos.

Ademais, Doneda (2018) descreve que é notável a atenção que a IA tem recebido ultimamente não só entre as grandes organizações, mas também por parte do meio

acadêmico, ao passo que sua utilização pode gerar transformações significativas na sociedade como um todo (Kissinger; Schmidt; Hottenlocher, 2021). Estima-se que o uso de IA possa gerar uma produção econômica global adicional de cerca de US$ 13 trilhões até o ano de 2030, oportunizando a contribuição para o avanço da economia global (Thiebes; Lins; Sunyaev, 2021). Na área da saúde, a IA pode aplicada para se analisar bases de dados de pessoas que nasceram, hospitalizações, dados de pacientes registrados em prontuários eletrônicos, mortalidade, assim como pode indicar a prevalência e evolução de enfermidades, oportunizando a previsão de surtos epidêmicos e propor medidas preventivas (Lobo, 2018). Autores como Lamy e De Malta (2023) mencionam que recentemente a ciência presenciou um crescimento relevante na implementação de IA na área da saúde, apresentando uma revolução na Medicina e nos cuidados de saúde no mundo inteiro, a qual foi promovida pelo avanço das tecnologias da informação (TI), das quais a IA surge como uma potência.

Dessa maneira, o objetivo do presente estudo foi examinar as pesquisas realizadas sobre Inteligência Artificial (IA) na Medicina, por meio de um estudo bibliométrico, utilizando a base de dados Scopus.

Revisão da literatura

O conceito de Inteligência Artificial (IA) ainda não é algo estabelecido totalmente, uma vez que seu campo pode abranger diversos meios e, consequentemente, receber diferentes conceitos. Finocchiaro (2023) define a IA como sendo a ciência de fazer com que os computadores (máquinas) façam coisas que demandam inteligência quando são feitas por seres humanos. No entanto, Frazão e Mulholland (2020) mencionam em seu trabalho que é importante distinguir os conceitos que a IA possui. Para os autores, tais concepções seriam as de IA fraca e IA forte. Enquanto a IA fraca diz respeito a programas de computador que estabelecem ferramentas poderosas, proporcionando a verificação precisa e rigorosa de hipóteses científicas, ou seja, somente realizam atividades específicas dentro de um domínio limitado para as quais foram programadas.; a IA forte integra não propriamente uma ferramenta ou instrumento, mas sim um sistema capaz de entender e de emular estados cognitivos humanos, de modo a abstrair informações recebidas e de tomar decisões de maneira deliberada , uma vez que determinado sistema é capaz de aprender e reagir a estímulos. (Frazão; Mulholland, 2020).

Desse modo, entende-se a IA como sendo um campo bastante multidisciplinar, o qual é designado a reproduzir o raciocínio humano de forma autônoma e inteligente. De acordo com Augusto et al. (2019) a IA possui técnicas para prover inteligência com base em diferentes abordagens, como extrair padrões de dados ou simular procedimentos biológicos. Tais procedimentos são utilizados para desenvolver um sistema inteligente, que normalmente aprende com dados prévios para se realizar previsões acerca de algo. Frazão e Mulholland (2020) apontam que a potencialidade da IA se traduz na instrumentalização dos bancos de dados empregados para abastecer esses sistemas inteligentes, que conterão informações importantes para que os algoritmos identifiquem padrões e, com isso, forneçam soluções pertinentes ao seu objetivo. Como mencionam Cantú-Ortiz et al. (2020) o fenômeno da IA efetua um papel imprescindível no

desenvolvimento das organizações, devido à sua natureza ser a transformação dos procedimentos de negócios, sejam eles associados à inovação, atendimento ao cliente, produtividade interna, entre outros. Para isso, as organizações devem promover recursos relacionados à IA para poder obter valor da mesma (Mikalef *et al*., 2022).

A integração da IA com as demandas industriais impôs modificações expressivas nos modos de serviço. Tendo como exemplos, o robô de bate-papo Xiaobing, desenvolvido pela Microsoft, que está conduzindo a transformação de uma interface gráfica tradicional para uma interface interativa com linguagem natural e compreensão emocional. Além disso, a Microsoft adquiriu a rede social LinkedIn e se preparou para reconstruir a comunidade da Internet usando tecnologia de IA (Pan, 2016). No mais, o sistema Watson desenvolvido pela IBM tem sido utilizado operacionalmente em hospitais para rastrear de forma rápida e eficiente milhões de registros de pacientes à procura de históricos de tratamento de câncer, ou seja, evidenciando a grande diversidade que tecnologias de IA possuem (Ferrucci, 2013).

Para Lobo (2018) a IA concebe inúmeras competências, algumas delas como reconhecer padrões e imagens, assimilar linguagem escrita e falada, compreender relações e nexos, seguir algoritmos de decisão propostos por especialistas, habilidade para entender conceitos e processar dados, obter raciocínios pela capacidade de integrar novas experiências e se auto aperfeiçoar para realizar tarefas e resolver problemas. Como uma tecnologia emergente, a IA promoveu um boom na pesquisa multidisciplinar e fez grandes progressos na tecnologia social. Já que ela engloba múltiplas áreas, tem-se uma perspectiva de aplicação bastante ampla, podendo ser adotada em variados cenários (Luo et al., 2021). Desse jeito, a IA realiza aprendizado extenso baseado no sistema de um computador. Neste sistema, os dados coletados de sensores são processados de maneira a simular o cérebro humano para pensar, julgar e efetuar as instruções de julgamento correspondentes, aprimorando a estabilidade e a segurança operacional.

Segundo Pan (2016) o fenômeno da IA diz respeito à capacidade das máquinas de compreender, pensar e aprender de forma semelhante aos seres humanos, apontando a oportunidade de se usar computadores para simular a inteligência humana. O mesmo autor aponta que o desenvolvimento da IA é impulsionado tanto pela pesquisa quanto pelo ambiente de informação, com seus objetivos sociais associados e, embora ambos sejam muito importantes, o último sempre tem a força motriz mais forte (Pan, 2016). Para Russell (2010) a IA se caracteriza por ser um sistema que imita a função cognitiva e que pode efetuar tarefas com comportamento humano e racional. Bohr e Memarzadeh (2020) citam que as tecnologias de IA estão se tornando cada vez mais partes integrantes na vida do ser humano, desde o uso de aparelhos celulares, até carros inteligentes. Além do mais, espera-se que a IA possa continuar a transcender os limites e certas normas que estiveram adormecidas e aceitas como condições por vários anos e que agora serão desafiadas e consideravelmente ampliadas.

Como a tecnologia deu um salto expressivo nos últimos anos para conceder o desenvolvimento da IA, Mikalef *et al*. (2022) apontam que ela está ganhando força e se tornando uma parte indispensável nas operações organizacionais e na vida cotidiana. Para Eggers, Schatsky e Viechnick (2017) as tecnologias de IA são utilizadas para se obter reconhecimento de fala, tradução automática, visão computacional, aprendizado de máquina, robótica, entre outras. Tais tecnologias possibilitam as organizações alcançarem

diversos benefícios, como é no caso dos aplicativos de automação de processos robóticos, que possibilitam a redução de custos, aumentam a assertividade (Pérez; Falótico, 2019), eficácia do trabalho e melhora na tomada de decisão das mesmas (Jovanović; Đurić; Šibalija, 2018). Contudo, Blommaert, Coenders e Van Tubergen (2014) reforçam que a IA também traz consigo pontos negativos, tais como a restrição que diversas pessoas possuem ao não terem familiaridade com as tecnologias de IA, bem como dos indivíduos que não possuem acesso à internet. Ou seja, por mais que a IA esteja presente em diversos contextos da sociedade moderna e seja de conhecimento de várias pessoas, ao mesmo tempo ela é algo bastante distante para muitas outras.

Conforme Geetha e Bhanu (2018) a IA constitui-se de um sistema viabilizado por uma máquina, especificamente um computador, desenvolvido para processar dados, a fim de fornecer resultados de forma similar ao trabalho humano nas organizações, empregando a disposição de aprender, tomar decisões e solucionar problemas. Sendo assim, a ciência que visa "imitar" a inteligência do ser humano por meio computadores. Autores como Mendoza, Quispe e Muñoz (2022) afirmam que o fenômeno da IA é algo necessário em nosso cotidiano, visto que a mesma tem sido usada para resolver um grande número de problemas, além de melhorar a qualidade, otimizar as decisões e a produtividade organizacional durante sua execução.

Para Aires, Almeida e Silveira (2019) atualmente a IA se ramifica em duas subdivisões, sendo elas nomeadas como machine learning (aprendizado de máquina) e deep learning (aprendizado profundo).

Aprendizado de máquina (machine learning): A máquina aprende a partir de dados informados por meio de avaliação e categorização, permitindo o reconhecimento de padrões (Russel; Norvig, 2013). Desse modo, pelo uso de algoritmos, ela pode gerar conclusões, decisões, bem como insights. Os algoritmos obtêm conhecimento por meio destes dados e podem ser melhorados com o tempo. Seu objetivo é construir modelos estatísticos para prever e/ou classificar algo de interesse.

Para Barros e Freitas Junior (2023) existem dois tipos de algoritmos nessa subdivisão, os modelos supervisionados e não supervisionados. Segundo Russel e Norvig (2013) no modelo supervisionado o indivíduo realiza a indicação ou classificação do que está sendo aprendido. Já o modelo não supervisionado consegue verificar dados agrupados e reconhecer padrões nos mesmos.

De modo geral, o aprendizado passa pela etapa de detecção, em que os dados são passados para o sistema de IA através de textos, imagens, sons ou informações de sensores. E para que o aprendizado seja constante é fundamental a entrada de dados periodicamente (Aires; Almeida; Silveira, 2019).

Aprendizado profundo (deep learning): Trata-se do aprendizado contínuo das informações obtidas classificando padrões em divisões particulares (Sorte et al., 2021). Além disto, há indicadores de que com o tempo o sistema se aprimora de maneira proporcional aos dados inseridos.

Essa subdivisão se baseia em redes neurais e pode chegar mais próximo do funcionamento da cognição humana, assim o aprendizado é reforçado conforme as experiências se repitam e se desenvolve diariamente (Russel; Norvig, 2013).

De acordo com a atividade que se queira realizar, a máquina é capaz de aprender em diferentes categorias de inteligência, tais como detecção, raciocínio e comunicação (Dellot; Wallace-Stephens, 2017). Desse jeito, podendo se basear em reconhecimento de imagens, processamento natural de linguagem, recuperação de informação e raciocínio com lógica de evidência.

Autores como Kaufman e Santaella (2020) citam que essa subdivisão se estabeleceu a partir do crescimento exponencial dos dados e maior capacidade computacional. Assim sendo, um modelo avançado e com um tempo otimizado de treinamento. O modelo de aprendizado profundo se apresenta bastante produtivo em relação às estruturas de dados. Ademais, Segundo Lecun, Bengio e Hinton (2015), o mesmo se sobressai no fato de que os aprendizados realizados por ele não são feitos por pessoas, mas por meio de análises de dados.

A seguir, apresentam-se os procedimentos metodológicos utilizados no presente estudo.

Metodologia

O presente estudo trata-se de uma pesquisa exploratória de caráter quantitativo, que foi realizada por meio da base de dados bibliográficos Scopus, a qual possui um banco de dados com resumos e citações de literatura revisada por pares, além de ferramentas bibliométricas para acompanhar, analisar e visualizar pesquisas. Além disto, a Scopus também inclui múltiplas áreas do conhecimento, tais como ciências, tecnologia, medicina, ciências sociais e artes e, entre outras, de forma a enriquecer toda produção do conhecimento. Em relação a Bibliometria, essa refere-se a uma técnica quantitativa e estatística com a finalidade de se mensurar os índices de produção e disseminação do conhecimento científico sobre determinados temas, sendo neste caso a Inteligência Artificial (IA) na Medicina (Quevedo-Silva *et al*., 2016). Desse jeito, ter uma visão resumida e sistematizada acerca deste tema pode contribuir o entendimento, além de apontar futuros caminhos de pesquisa a respeito do mesmo.

Desse modo, com o auxílio dos operadores booleanos, aplicou-se os termos “artificial intelligence” AND “medicine” como palavras-chave. Em um primeiro momento, a busca retornou um total de 12.042 documentos. Em seguida, tais documentos passaram por um processo de filtragem com os seguintes critérios: estarem classificados como acesso livre (todo o acesso aberto), o que resultou em 5.498 documentos encontrados. Assim como, os documentos estarem categorizados como artigos, dado sua relevância no meio acadêmico, o que restringiu o portfólio da pesquisa em 2.591 artigos achados.

Complementarmente, efetuou-se uma análise a partir da utilização da guia “resultados da pesquisa” na base Scopus, em que foi possível gerar dados estatísticos descritivos e gráficos, referentes ao conjunto de documentos selecionados. Na sequência, os dados foram analisados de acordo com: 1) área temática; 2) principais autores; 3) principais revistas; 4) palavras-chave; 5) artigos mais citados; 6) documentos por país/território; e 7) o período das publicações – seguindo, também, as três principais leis bibliométricas:

Lei de Lotka, que mede a produtividade dos autores, a qual demonstra que um número pequeno de autores produz uma grande quantidade de artigos a respeito de um assunto e que vários autores produzem uma pequena quantidade de artigos sobre o mesmo. (Quevedo-Silva et al., 2016).

Lei de Bradford, que mede a dispersão do conhecimento científico em publicações periódicas. Essa lei considera que poucos periódicos incluem um aglomerado de artigos relevantes de uma dada área e diversos periódicos detêm poucos artigos sobre dada área. Dessa maneira, é possível determinar os periódicos mais expressivos sobre algum tema especifico (Nicolaisen; Hjørland, 2007).

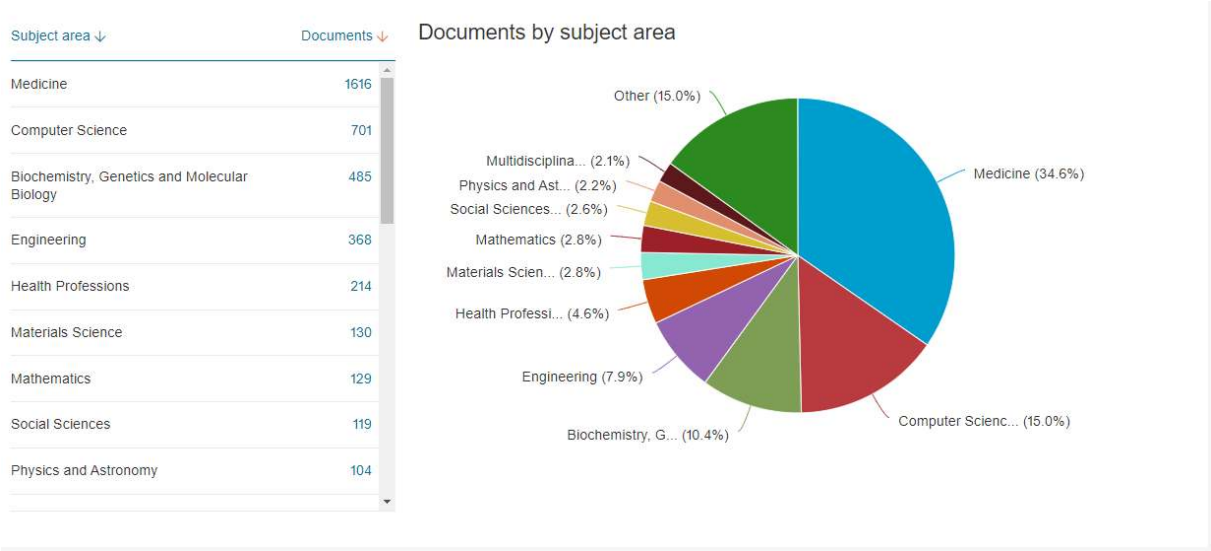
Lei de Zipf, que mede a distribuição de frequência de palavras de um texto. Essa lei aponta que uma pequena quantidade de palavras é utilizada com grande frequência em um tema e uma grande quantidade de palavras são empregadas com pouca frequência no mesmo. Assim, é possível detectar nomenclaturas para fenômenos ou variáveis de determinado tema ou área (Araújo, 2006).

Resultados

Os resultados obtidos neste estudo permitiram a discussão sobre alguns pontos relacionados as pesquisas sobre Inteligências Artificial (IA) na Medicina.

Ao que se refere aos trabalhos por área do conhecimento (Figura 1), tem-se como principais áreas a Medicina (1.616 artigos), representando um total de 34.6% dos documentos, seguida de Ciência da Computação (701 artigos), configurando 15% dos documentos publicados na Scopus. Na Medicina, destaca-se que cada vez mais tem se notado a importância do uso de computadores em prol da saúde das pessoas. Para Lobo (2017) isto acontece pela adoção de sistemas de apoio à decisão clínica, seja pelo uso integrado de novas tecnologias, ou pelo armazenamento de grandes volumes de dados de saúde de pacientes. Além disto, a capacidade de armazenamento e processamento de dados aumentou expressivamente ao longo dos últimos anos, desse jeito, possibilitando a IA o processamento de tais dados por meio de algoritmos que tendem a se aperfeiçoar pelo seu próprio funcionamento e a sugerir hipóteses diagnósticas cada vez mais precisas. Ademais, os sistemas computadorizados de apoio à decisão clínica que lidam com os dados de pacientes têm evidenciado diagnósticos com alto nível de precisão. Em relação a área de Ciência da Computação, Silva (2013) menciona que a IA é conhecida por ser uma subárea desta, sendo assim, responsável por pesquisar o desenvolvimento de dispositivos computacionais aptos a simular aspectos do intelecto dos indivíduos, bem como a capacidade de raciocinar, perceber, tomar decisões e resolver problemas. Além disto, um dos motivos para se compreender o destaque da mesma é que diversos autores a apontam como uma das áreas mais relacionadas aos diferentes âmbitos em que se pode encontrar ferramentas de IA, como é no caso da Medicina.

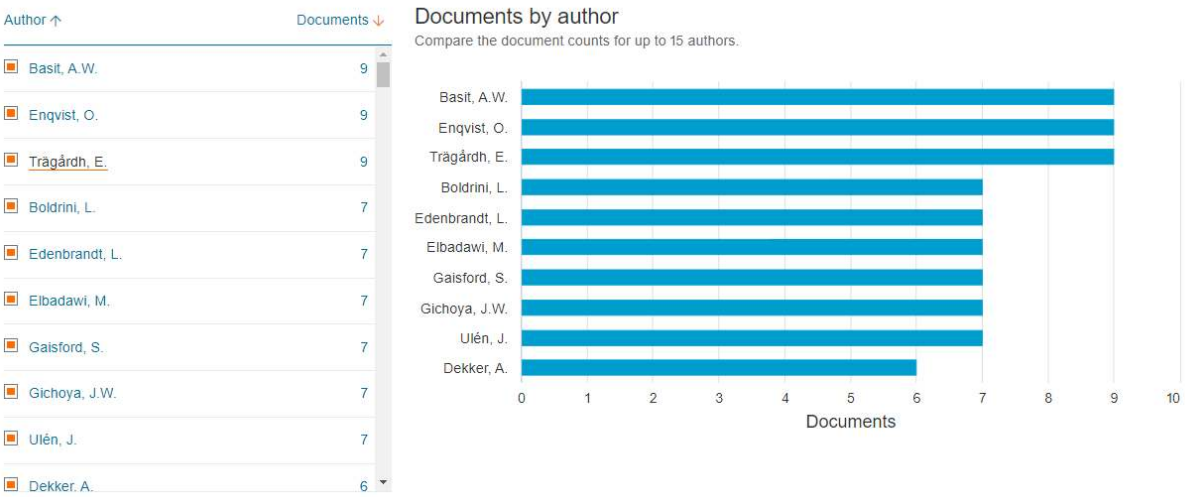
Figura 1 – Documentos por área do conhecimento



Fonte: Scopus (07/2023)

Em seguida, verificou-se a lista de principais autores sobre IA na Medicina (Figura 2). O primeiro autor da lista é Abdul Basit, que possui nove (9) artigos publicados na Scopus sobre o tema. Um de seus principais trabalhos encontrados na presente pesquisa chama-se "M3DISEEN: A novel machine learning approach for predicting the 3D printability of medicines", o qual descreve que a IA fornece uma tecnologia e software de modelagem holística eficaz para simplificar e promover a impressão 3D como uma tecnologia significativa no desenvolvimento de medicamentos (Elbadawi et al., 2020). Em seguida, aparecem Olof Enqvist e Elin Trägårdh, os dois também com nove (9) artigos na Scopus. Destaca-se que, estes dois autores participaram do trabalho "Freely available artificial intelligence for pelvic lymph node metastases in PSMA PET-CT that performs on par with nuclear medicine physicians", em que objetivou-se desenvolver e validar um método baseado em IA usando redes neurais convulsionais para a detecção de metástases de linfonodos pélvicos em varreduras obtidas, bem como tomografia computadorizada por emissão de pósitrons de pacientes com próstata de alto risco câncer (Trägårdh et al., 2022). No mais, não foi possível perceber nesta lista a confirmação da Lei de Lotka, dado que não se pôde concluir que poucos autores possuíam uma vasta publicação de trabalhos sobre o determinado tema. Além do mais, todos autores presentes na lista possuíam uma quantidade parecida de trabalhos publicados sobre IA na Medicina. Vale ressaltar que, a ideia do presente estudo não foi confirmar a Lei de Lotka, mas sim utilizá-la como base para verificar se a mesma iria se confirmar com os dados coletados.

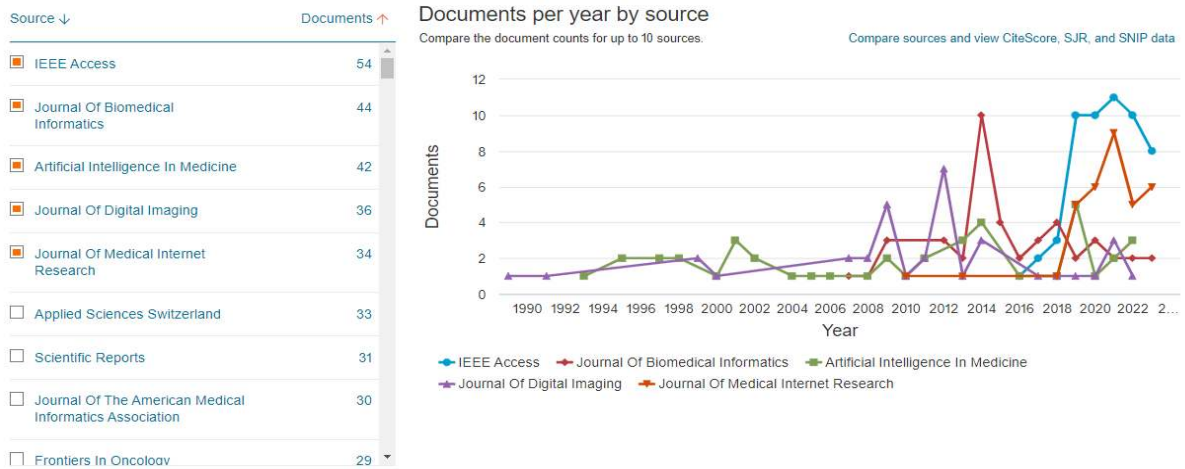
Figura 2 – Documentos por autor



Fonte: Scopus (07/2023)

Quanto as principais revistas (Figura 3), o "IEEE Access" apresentou o maior número de artigos publicados sobre o presente estudo na Scopus, contabilizando um total de 54 documentos. Na sequência aparecem o "Journal Of Biomedical Informatics" (44 artigos) e "Artificial Intelligence In Medicine" (42 artigos). Algo que se pôde verificar nesta lista é a confirmação da Lei de Bradford, uma vez que, se comparado ao número total de revistas na lista, poucas delas obtiveram uma quantidade relevante de publicações relacionadas a IA na Medicina. Ao passo que, muitas destas revistas tiveram um número baixo de artigos publicados.

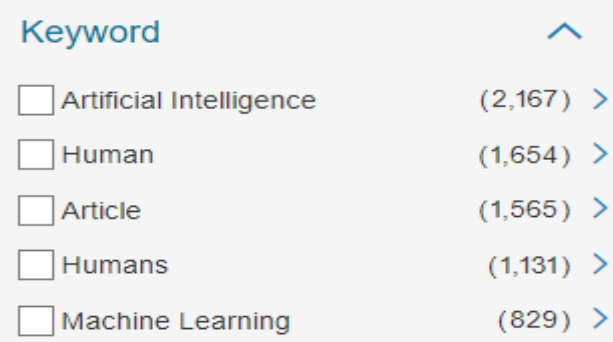
Figura 3 – Documentos por revista



Fonte: Scopus (07/2023)

Além disto, no que diz respeito as palavras-chave (Figura 4), o termo "Artificial Intelligence", com 2.167 citações, foi o mais utilizado entre os artigos encontrados. Seguido de "Human" (1.654 citações), "Article" (1.565 citações) e "Humans" (1.131 citações). Deste modo, comprovando a Lei de Zipf, visto que a quantidade de palavras-chave presentes na lista era bastante grande e a discrepância entre o primeiro termo e o quinto termo foi de 1.338 citações. Além do mais, apenas os quatro primeiros termos possuíram mais de 1.000 citações cada.

Figura 4 – Palavras-chave



Fonte: Scopus (07/2023)

Acerca dos trabalhos mais citados na pesquisa (Figura 5), o artigo "Machine learning in medicine" foi o que apresentou o maior número de citações (1432). Segundo Deo (2015), o objetivo desta pesquisa foi examinar quais problemas em Medicina poderiam se beneficiar das abordagens de computadores como máquinas de aprendizagem e utilizar casos da literatura para inserir noções básicos em aprendizado de máquina. Na sequência, apareceu o artigo "Machine learning for medical diagnosis: History, state of the art and perspective", o qual oferece uma visão geral do desenvolvimento da análise inteligente de dados em Medicina e uma perspectiva de aprendizado de máquina (Kononenko, 2001). Posto isto, é interessante destacar a presença que um artigo publicado no ano de 2001 na Scopus tem nesta lista, pois dentre 2.591 artigos selecionados, este foi o segundo mais citado e isso pode ser um ponto positivo para se ressaltar. Geralmente, quando se pretende realizar uma pesquisa, alguns pesquisadores tendem a procurar trabalhos mais recentes do momento em que está se fazendo a sua pesquisa, o que é bastante importante. No entanto, é importante enfatizar que trabalhos antigos podem e devem ser utilizados como grandes fontes de conhecimento, seja para se efetuar comparações entre o passado e o presente e, assim, apontar caminhos futuros sobre algo, ou até mesmo para se obter uma visão sobre o que estava sendo discutido em determinado ano acerca de temas que sejam de interesse dos pesquisadores.

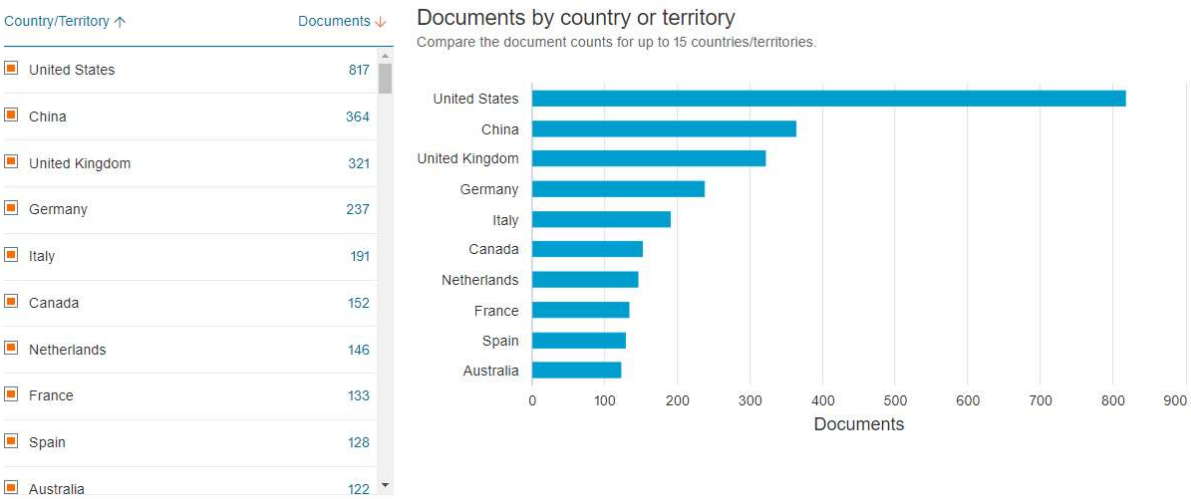
Figura 5 – Artigos mais citados

	Document title	Authors	Year	Source	Cited by
1	Machine learning in medicine *Open Access*	Deo, R.C.	2015	Circulation 132(20), pp. 1920-1930	1432
	View abstract ⌄ Full Text View at Publisher Related documents				
2	Machine learning for medical diagnosis: History, state of the art and perspective *Open Access*	Kononenko, I.	2001	Artificial Intelligence in Medicine 23(1), pp. 89-109	994
	View abstract ⌄ Full Text View at Publisher Related documents				
3	The human splicing code reveals new insights into the genetic determinants of disease *Open Access*	Xiong, H.Y., Alipanahi, B., Lee, L.J., (...), Blencowe, B.J., Frey, B.J.	2015	Science 347(6218),1254806	818
	View abstract ⌄ Full Text View at Publisher Related documents				
4	Hidden in Plain Sight-Reconsidering the Use of Race Correction in Clinical Algorithms *Open Access*	Vyas, D.A., Eisenstein, L.G., Jones, D.S.	2020	New England Journal of Medicine 383(9), pp. 874-882	660
	View abstract ⌄ Full Text View at Publisher Related documents				

Fonte: Scopus (07/2023)

Com relação aos documentos por país/território (Figura 6), destaca-se a forte presença dos Estados Unidos com 817 publicações sobre o presente tema. Na sequência aparecem China (364 publicações), Reino Unido (321 publicações), Alemanha (237 publicações) e Itália (191 publicações). O que se pode dizer sobre os Estados Unidos é que se trata de uma grande potência quando o assunto é tecnologia e, quando se trata de IA, não é diferente. De acordo com Yager et al. (2019) a supervisão regulatória de dispositivos médicos nos Estados Unidos cresceu com o uso de tecnologia, dado que a inserção de aplicativos de software de prática clínica e dispositivos apoiados por computadores estabeleceu mais categorias de risco e uso pretendido para a segurança dos pacientes, algo que também pode estimular a inovação em tecnologia médica no país. Além disso, de certo modo os americanos demonstram ver a saúde como uma área na qual a utilização de ferramentas de IA pode ser essencialmente algo benéfico para eles como fonte de previsão, diagnóstico e tratamento de doenças (Beets et al., 2023). Entretanto, os mesmos autores apontam que alguns destes americanos possuem certos níveis de preocupação em relação as aplicações específicas da IA, principalmente aquelas em que a IA está vinculada na tomada de decisões, bem como à privacidade das informações de saúde dos pacientes.

Figura 6 – Documentos por país/território

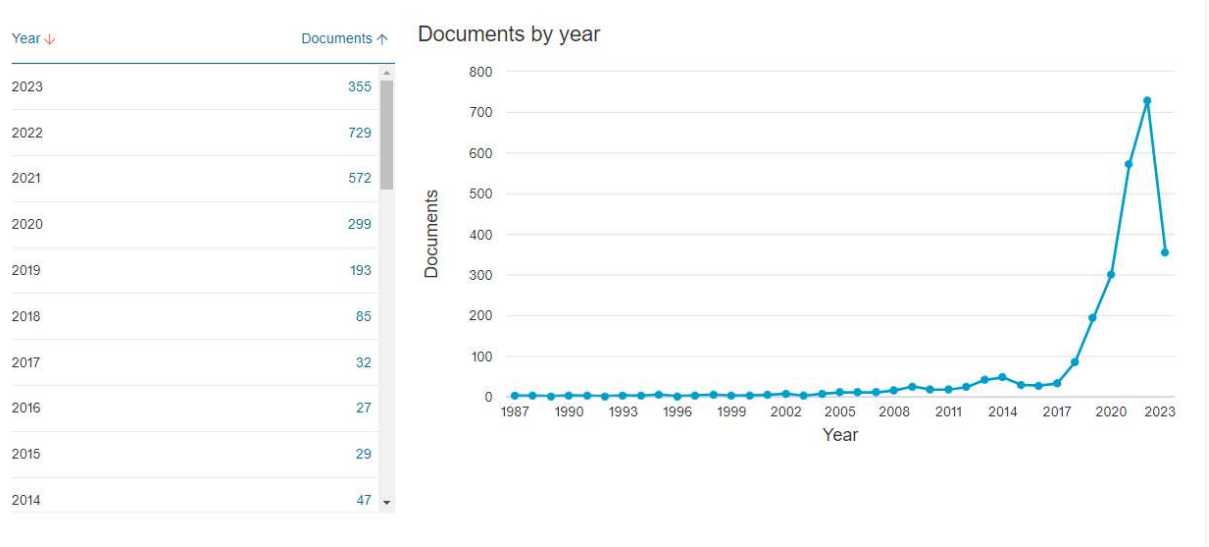


Fonte: Scopus (07/2023)

No que diz respeito ao período das publicações (Figura 7), o que se pôde perceber foi o baixo número de publicações por ano até 2012. De certa forma, isso é algo normal, pois quando se fala de IA, é um fenômeno recente, ainda mais se comparado a outros (Damaceno et al., 2018). Assim, observou-se que as pesquisas começaram a ter um certo crescimento a partir do ano de 2013. Entretanto, é no ano de 2019 que se percebeu um aumento significativo de trabalhos desenvolvidos, tendo atingido um total 193 publicações sobre o tema neste período e alcançado um pico de 729 trabalhos publicados no ano de 2022. Desse modo, pode-se apontar alguns fatores para essa considerável evolução, como a rápida ascensão tecnológica que se notabilizou nos últimos anos, já que inúmeras tecnologias digitais foram inseridas na sociedade.

No entanto, quando o assunto é IA e Medicina, não tem como não citar a Pandemia do Covid-19 como uma das principais aceleradoras deste processo. Segundo Iqbal (2021) a IA teve um papel significativo no controle da pandemia do Covid-19 no mundo todo, uma vez que ela pôde ser utilizada como fonte de auxílio para a tomada de decisão mais ágil entre os profissionais de saúde por meio de aplicativos manuseados por IA naquele contexto. Além disso, a IA foi empregada em pesquisas sobre Covid-19 nas áreas relacionadas ao diagnóstico, classificação, detecção, gravidade e risco de mortalidade do vírus (Islam et al., 2021). Para Yeasmin (2019) a IA tem melhor desempenho no diagnóstico e tratamento de doenças, o que pode reduzir o erro humano. Ademais, ressalta-se que o aprendizado de máquina e a IA desempenharam um papel importante na resposta aos desafios impostos pela Pandemia, na medida em que forneceram ferramentas para se entender como o vírus se espalhava entre os indivíduos, apoiando no monitoramento e controle da propagação do Covid-19 (Mhlanga, 2019).

Figura 7 – Documentos por ano



Fonte: Scopus (07/2023)

Considerações finais

O presente estudo foi desenvolvido com o intuito de se examinar as pesquisas realizadas sobre Inteligência Artificial (IA) na Medicina, uma vez que estamos em um momento de grande ascensão tecnológica e seus desdobramentos se fazem presentes nos mais variados contextos da sociedade, neste caso, na área médica. Deste modo, é importante se ter conhecimento sobre o que vem sendo abordado sobre este tema que impacta todos os indivíduos.

O estudo permitiu identificar alguns pontos importantes sobre o tema IA e Medicina, sendo eles a forte presença de IA na área, o que configura a importância que as tecnologias digitais vem exercendo sobre os seres humanos, já que diversas ferramentas de IA estão sendo utilizadas para apoiar pesquisas sobre a saúde das pessoas, o apoio na tomada de decisão clínica, o uso de dados de pacientes para que se possa, dentro do possível, servirem de base para prevenções, diagnóstico, tratamento de doenças e dentre outros, o que pode possibilitar a melhora na saúde dos pacientes. Além disso, o estudo demonstrou a forte presença dos Estados Unidos no que diz respeito ao número de publicações sobre IA e Medicina. No mais, foi possível observar um salto no número de trabalhos publicados desde o ano de 2021.

De acordo com Yeasmin (2019) a IA já está ajudando a área médica realizando planos de tratamento precisos, acelerando o processo de cuidado dos pacientes e, em diversos casos, salvando a vida de inúmeros desses pacientes. No mais, o uso de tecnologias de IA na medicina proporciona reduzir o tempo de tratamento dos pacientes, detectar processos patológicos em estágio inicial, reduzir os efeitos colaterais do tratamento, aumentar a precisão dos diagnósticos e melhorar a qualidade de vida dos pacientes (Semenov; Baranova; Yagya, 2022). Desse modo, tornando-se uma ferramenta

com grande potencial para trazer benefícios a toda sociedade, no que se refere aos cuidados de saúde, desde que seja empregada sempre com responsabilidade.

Sugere-se para pesquisas futuras uma análise que possa abordar de maneira mais criteriosa as vantagens ou desvantagens do uso de tecnologias de IA no âmbito da Medicina, bem como as ferramentas que estão sendo utilizadas e para que estão sendo usadas, dado que a IA tem múltiplas aplicações potenciais na Medicina.

Referências

AIRES, Clayton Silva França; ALMEIDA, G. J.; SILVEIRA, Sidioney Onézio. Inteligência artificial na gestão de estoque. **X Fatelog**, p. 1-7, 2019.

ARAÚJO, Carlos AA. Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. **Em questão**, v. 12, n. 1, p. 11-32, 2006.

AUGUSTO, Cristian et al. Test-driven anonymization for artificial intelligence. In: **2019 IEEE International Conference on Artificial Intelligence Testing (AITest)**. IEEE, 2019. p. 103-110.

BARROS, Pedro Henrique Batista de; FREITAS JUNIOR, Adirson Maciel de. Combinando Inteligência Artificial e imagens de satélite para a previsão de sinistros agrícolas: Uma nota. **Revista Brasileira de Economia**, v. 77, p. e012023, 2023.

BEETS, Becca et al. Surveying Public Perceptions of Artificial Intelligence in Health Care in the United States: Systematic Review. **Journal of Medical Internet Research**, v. 25, p. e40337, 2023.

BLOMMAERT, Lieselotte; COENDERS, Marcel; VAN TUBERGEN, Frank. Discrimination of Arabic-named applicants in the Netherlands: An internet-based field experiment examining different phases in online recruitment procedures. **Social forces**, v. 92, n. 3, p. 957-982, 2014.

BOHR, Adam; MEMARZADEH, Kaveh. The rise of artificial intelligence in healthcare applications. In: **Artificial Intelligence in healthcare**. Academic Press, 2020. p. 25-60.

CANTÚ-ORTIZ, Francisco J. et al. An artificial intelligence educational strategy for the digital transformation. **International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)**, v. 14, p. 1195-1209, 2020.

COELHO, Alexandre Zavaglia. A ciência de dados e a inteligência artificial no Direito em 2018–Parte I. **Revista Consultor Jurídico**, v. 1, n. 01, 2019.

DA SILVA, Jennifer Amanda Sobral; MAIRINK, Carlos Henrique Passos. Inteligência artificial. **LIBERTAS: Revista de Ciências Sociais Aplicadas**, v. 9, n. 2, p. 64-85, 2019.

DAMACENO, Siuari Santos et al. Inteligência artificial: uma breve abordagem sobre seu conceito real e o conhecimento popular. **Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-SERGIPE**, v. 5, n. 1, p. 11-11, 2018.

DELLOT, Benedict; WALLACE-STEPHENS, F. The age of automation. **Artificial intelligence, robotics and the future of low-skilled work**, v. 44, 2017.

DEO, Rahul C. Machine learning in medicine. **Circulation**, v. 132, n. 20, p. 1920-1930, 2015.

DONEDA, Danilo Cesar Maganhoto et al. Considerações iniciais sobre inteligência artificial, ética e autonomia pessoal. **Pensar-Revista de Ciências Jurídicas**, v. 23, n. 4, p. 1-17, 2018.

EGGERS, William D.; SCHATSKY, David; VIECHNICKI, Peter. AI-augmented government. Using cognitive technologies to redesign public sector work. **Deloitte Center for Government Insights**, v. 1, p. 24, 2017.

ELBADAWI, Moe et al. M3DISEEN: A novel machine learning approach for predicting the 3D printability of medicines. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 590, p. 119837, 2020.

FERRUCCI, D. et al. Watson: Beyond Jeopardy! **Artif Intell**. 2013.

FINOCCHIARO, Giusella. The regulation of artificial intelligence. **AI & SOCIETY**, p. 1-8, 2023.

FRAZÃO, Ana; MULHOLLAND, Caitlin. **Inteligência Artificial e Direito**. 2020.

GARCIA, Ana Cristina. Ética e inteligência artificial. **Computação Brasil**, n. 43, p. 14-22, 2020.

GEETHA, R.; BHANU, Sree Reddy D. Recruitment through artificial intelligence: a conceptual study. **International Journal of Mechanical Engineering and Technology**, v. 9, n. 7, p. 63-70, 2018.

GOMES, D. dos S. Inteligência Artificial: conceitos e aplicações. **Olhar Científico. v1**, n. 2, p. 234-246, 2010.

IQBAL, Shazia et al. A systematic review: role of artificial intelligence during the COVID-19 pandemic in the healthcare system. **International Journal of Intelligent Information Technologies (IJIIT)**, v. 17, n. 1, p. 1-18, 2021.

ISLAM, Md Mohaimenul et al. Application of artificial intelligence in COVID-19 pandemic: bibliometric analysis. In: **Healthcare**. MDPI, 2021. p. 441.

JOVANOVIĆ, Stefan Z.; ĐURIĆ, Jelena S.; ŠIBALIJA, Tatjana V. Robotic process automation: overview and opportunities. **International Journal Advanced Quality**, v. 46, n. 3-4, p. 34-39, 2018.

KAUFMAN, Dora; SANTAELLA, Lucia. O papel dos algoritmos de inteligência artificial nas redes sociais. **Revista Famecos**, v. 27, n. 1, p. e34074-e34074, 2020.

KISSINGER, Henry; SCHMIDT, Eric; HOTTENLOCHER, Daniel. **A Era da Inteligência Artificial**. Leya, 2021.

KONONENKO, Igor. Machine learning for medical diagnosis: history, state of the art and perspective. **Artificial Intelligence in medicine**, v. 23, n. 1, p. 89-109, 2001.

LAMY, Marcelo; DE MALTA, Klauss Carvalho. Avanços e riscos da inteligência artificial na atenção à saúde. **Unisanta Law and Social Science**, v. 12, n. 2, p. 108-119, 2023.

LECUN, Yann; BENGIO, Yoshua; HINTON, Geoffrey. Deep learning. **nature**, v. 521, n. 7553, p. 436-444, 2015.

LOBO, Luiz Carlos. Inteligência artificial e medicina. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 41, p. 185-193, 2017.

LOBO, Luiz Carlos. Inteligência artificial, o Futuro da Medicina e a Educação Médica. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 42, p. 3-8, 2018.

LUO, Qin et al. Research on artificial intelligence technology in electrical automation control. In: **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**. IOP Publishing, 2021. p. 042085.

MENDES, Raquel Dias. Inteligência artificial: sistemas especialistas no gerenciamento da informação. **Ciência da Informação**, v. 26, p. 39-45, 1997.

MENDOZA, Jorge G.; QUISPE, Mitzi B.; MUÑOZ, Sócrates P. Una revisión sobre el rol de la inteligencia artificial en la industria de la construcción. **Ingeniería y competitividad**, v. 24, n. 2, 2022.

MHLANGA, David. The role of artificial intelligence and machine learning amid the COVID-19 pandemic: What lessons are we learning on 4IR and the sustainable development goals. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 3, p. 1879, 2022.

MIKALEF, Patrick et al. Enabling AI capabilities in government agencies: A study of determinants for European municipalities. **Government Information Quarterly**, v. 39, n. 4, p. 101596, 2022.

NICOLAISEN, Jeppe; HJØRLAND, Birger. Practical potentials of Bradford's law: A critical examination of the received view. **Journal of documentation**, 2007.

PAN, Yunhe. Heading toward artificial intelligence 2.0. **Engineering**, v. 2, n. 4, p. 409-413, 2016.

PÉREZ, Jessica Bayón; FALÓTICO, Andrés Jerónimo Arenas. Various perspectives of labor and human resources challenges and changes due to automation and artificial intelligence. **Academicus**, n. 20, p. 106, 2019.

POZZEBON, Eliane; FRIGO, Luciana Bolan; BITTENCOURT, Guilherme. Inteligência artificial na educação universitária: quais as contribuições. **Campinas: Revista CCEI**, v. 8, n. 13, p. 34-41, 2004.

QUEVEDO-SILVA, Filipe et al. Estudo bibliométrico: orientações sobre sua aplicação. **Revista Brasileira de Marketing**, v. 15, n. 2, p. 246-262, 2016.

RUSSEL, Stuart; NORVIG, Peter. Inteligência Artificial. Tradução da Terceira Edição. **Rio de Janeiro, RJ: Elsevier Editora**, 2013.

RUSSELL, Stuart J. **Artificial intelligence a modern approach**. Pearson Education, Inc., 2010.

SELLITTO, Miguel Afonso. Inteligência artificial: uma aplicação em uma indústria de processo contínuo. **Gestão & Produção**, v. 9, p. 363-376, 2002.

SEMENOV, Valeryi P.; BARANOVA, Lyubov Yu; YAGYA, Talie S. Application of Artificial Intelligence in Medicine. In: **2022 XXV International Conference on Soft Computing and Measurements (SCM)**. IEEE, 2022. p. 262-265.

SILVA, Geylsson Nascimento; DE ARRUDA, José Nilton Conserva. TESTE DE TURING: UM COMPUTADOR É CAPAZ DE PENSAR? In: **CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM CIÊNCIAS (CONAPESC)**. 2016.

SILVA, Rômulo. **Inteligência artificial**. 2013.

SORTE, Paulo Boa et al. Inteligência artificial e escrita acadêmica: o que nos reserva o algoritmo GPT-3? **Revista EntreLinguas**, p. e021035-e021035, 2021.

TEIXEIRA, João. **O que é inteligência artificial**. E-Galáxia, 2019.

THIEBES, Scott; LINS, Sebastian; SUNYAEV, Ali. Trustworthy artificial intelligence. **Electronic Markets**, v. 31, p. 447-464, 2021.

TRÄGÅRDH, Elin et al. Freely available artificial intelligence for pelvic lymph node metastases in PSMA PET-CT that performs on par with nuclear medicine physicians. **European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging**, v. 49, n. 10, p. 3412-3418, 2022.

YAEGER, Kurt A. et al. United States regulatory approval of medical devices and software applications enhanced by artificial intelligence. **Health Policy and Technology**, v. 8, n. 2, p. 192-197, 2019.

YEASMIN, Samira. Benefits of artificial intelligence in medicine. In: **2019 2nd International Conference on Computer Applications & Information Security (ICCAIS)**. IEEE, 2019. p. 1-6.

ZILIO, Diego. Inteligência artificial e pensamento: redefinindo os parâmetros da questão primordial de Turing. **Ciências & Cognição**, v. 14, n. 1, p. 208-218, 2009.

Recebido em 21/12/2023
Aprovado em 26/05/2024

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 3.0 License.