

Inovação em Inteligência Artificial no setor de Saúde: Um estudo bibliométrico da evolução das pesquisas

ISABELLA FACCI CARPI MAÇONETTO

FACULDADE ISRAELITA DE CIÊNCIAS DA SAÚDE ALBERT EINSTEIN (FICSAE)

NATALLY GOMES FARIA

FACULDADE ISRAELITA DE CIÊNCIAS DA SAÚDE ALBERT EINSTEIN (FICSAE)

JOÃO PAULO NASCIMENTO DA SILVA

FACULDADE ISRAELITA DE CIÊNCIAS DA SAÚDE ALBERT EINSTEIN (FICSAE)

Agradecimento à orgão de fomento:

Agradecemos ao Hospital Israelita Albert Einstein e a Faculdade Israelita de Ciências da Saúde Albert Einstein por autorizar e apoiar esta pesquisa.

Inovação em Inteligência Artificial no setor de Saúde: Um estudo bibliométrico da evolução das pesquisas

1 - Introdução:

A inovação é um campo de pesquisa com ramificações distintas e constante crescimento. Uma das áreas da inovação que mais cresce é a inteligência artificial (IA), que é uma ferramenta que está desempenhando um papel transformador no desenvolvimento de tecnologias e na sociedade como um todo (OSÓRIO, 2021; SICHMAN, 2021). (OSÓRIO, 2021) afirma que, “quanto mais avançada a tecnologia, mais a sociedade deve ser impactada”. Patel et al. (2009) afirma que a IA está se tornando um componente essencial da informática médica, como um recurso importante nas soluções em atenção à saúde. Esse impacto na IA na área da saúde tem potencial para mudanças fundamentais nas tecnologias de saúde e na sociedade como um todo.

A intersecção entre a Inteligência Artificial e a área da saúde é um campo de estudo que tem se tornando cada vez mais relevante. (MARTINS LEMES; NUNES LOPES ESPÍNEIRA LEMOS, 2020) no Brasil, a partir da pandemia do Covid-19, a IA ganhou vasta visibilidade para desenvolvimento de novas tecnologias. Kelly et al. (2019) afirma que à medida que a IA avança, novas possibilidades emergem, transformando a maneira em como a medicina é aplicada para a sociedade.

Há divergência nas opiniões sobre o potencial da IA no contexto da saúde. (SHEIKH et al., 2021) preocupam em como os dados são processados e as decisões são tomadas (BLEASE et al., 2019; LOBO, 2018), enquanto há opiniões de outros profissionais da saúde que apoiam seus benefícios e preveem grande expansão da tecnologia (BLEASE et al., 2019). Para além dos benefícios que a IA proporciona, há também preocupações com os potenciais danos que podem ser causados. Segundo (KELLY et al., 2019) é necessário que haja regulamentações que façam com que o ritmo da inovação se equilibre com potenciais danos. Segundo Dwivedi et al. (2021) existem sistemas que foram criados com objetivos eticamente errados, portanto é necessário que haja responsabilidade ética no uso de IAs.

A integração da IA na saúde oferece ganhos substanciais. Segundo a FDA, (2024) a saúde digital é um amplo escopo que inclui diversas categorias. Um dos ganhos é que em termos de diagnóstico precoce e preciso estão sendo desenvolvidos novos sistemas, exemplo disso é a Banner Health (2018), IA da BaseHealth que em 2018 já estava sendo utilizada para prever o risco de 100.000 pessoas relacionadas à 42 condições de saúde, evitando visitas e hospitalizações desnecessárias. Segundo (Sheikh et al. (2021) a integração e manutenção dos dados que ocorre em sistemas de IA possibilita a personalização do cuidado do paciente, resultando em melhores desfechos. Outro ganho é a otimização de processos clínicos e administrativos. De acordo com Kataria; Ravindran, (2018); Love-Koh et al. (2018) de dados em tempo real e a IA estão ajudando os médicos e os sistemas de saúde a otimizar os recursos, melhorar os resultados dos pacientes e auxiliar na tomada de decisões clínicas. Esses benefícios não apenas melhoram a qualidade dos serviços de saúde, mas também têm o potencial de transformar a forma como a medicina é praticada.

Diante da crescente complexidade dos desafios de saúde enfrentados pela sociedade, se tornou necessária a implementação de inovações nesse cenário. Segundo (Lin; Mahoney; Sinsky, (2019) a IA emerge como uma ferramenta para enfrentar esses obstáculos e prover ganhos distintos como a integração de dados médicos, a personalização do cuidado e a otimização de processos clínicos de forma proativa. A IA se tornou um assunto ascendente desde a pandemia da COVID-19 e oferece a oportunidade de transformar a medicina. Devido a essa ascendência,

nosso objetivo com este artigo é analisar a literatura sobre inovação e IA no setor da saúde. Esse estudo realiza uma análise bibliométrica sobre inovação e IA no setor da saúde.

REFERENCIAL TEÓRICO

1- Inovação

O termo inovação abrange diversas vertentes, especificações, e se encontra em constante evolução. Sendo um derivado do conhecimento científico, a inovação está intrinsecamente ligada às áreas de pesquisa e à criação de novos saberes AUDY, (2017). Segundo AUDY, (2017) "inovação é mais do que a ideia". Independente de qual denominação esteja ligado, de modo geral, é sempre iniciado a partir de um pequeno experimento CLAYTON M. CHRISTENSEN, (2015).

A partir de seu conceito, o termo inovação se torna uma tática explícita de sucesso abordando a necessidade de reconhecer os desafios presentes nas organizações

(ADNER, 2006) retratando a importância da busca por originalidade. Além disso, se transformam em estímulos promissores para as empresas, capazes de impulsionar melhorias significativas nos indicadores de qualidade ou desempenho (AUDY, 2017).

Ademais, inovação também é um resultante direto da tecnologia (AUDY, 2017), pois ambos, ao se unificarem, possuem uma inclinação linear de desempenho, seja através da implementação de novas criações e/ou inventos, que contribuem no aumento significativo da produtividade e capacidade de crescimento de uma empresa. Para tanto, é possível compreender que o valor que o uso das tecnologias traz para o fortalecimento da empresa, e levando-a em um novo patamar de expansão (HOLGERSSON; GRANSTRAND; BOGERS, 2018). Mas, embora possuam transformações revolucionárias, vale ressaltar que, a inovação, quando implementada, pode aumentar vantagens significativas para a organização vigente (ADNER, 2006), já que abre oportunidades de se estar à frente de seus concorrentes.

2- Inteligência Artificial na Saúde

Definida como uma reprodução da cognição humana feita por computadores (ALAMI et al., 2020) a IA está se tornando uma ferramenta muito presente na estratégia e nos modelos de negócios de muitas organizações, inclusive na área de saúde. Como é uma tecnologia em crescente desenvolvimento, setores como big data e tecnologia digital criaram um cenário promissor e competitivo para as IAs (LEONE; SIGMAN; GOLOMBEK, 2020)

Szlovits (2009), em sua pesquisa afirma a transformação da IA como um componente essencial na informática médica. Segundo (KELLY et al., 2019) conforme o andamento da IA avança, novas alternativas surgem, onde avanços na área médica podem atender diferentes demandas da sociedade. Nesse sentido, podemos dizer que existe uma grande potencialidade da área médica em diferentes domínios, buscando melhorar a saúde populacional (BERWICK; NOLAN; WHITTINGTON, 2008; KELLY et al., 2019)

Diante do impacto da IA, pode-se relacionar as IAs como um forte componente para a diminuição das desigualdades em saúde (ALAMI et al., 2020), (WAHL et al., 2018), com vista na eficiência e qualidade das prestações no cuidado (SHEIKH et al., 2021). De acordo com Kataria; Ravindran, (2018) foi estudado que as IAs estão auxiliando o sistema a otimizar os seus métodos, aprimorando os modos de obtenção dos resultados de cada paciente. Dessa forma, a inovação em IAs está revolucionando cada vez mais a maneira de realizar a prestação

de serviços médicos (LOVE-KOH et al., 2018), com possíveis e crescentes impactos em todas as áreas de saúde.

3- Metodologia

Este estudo se configura como um estudo bibliométrico, que examina dados de publicações acerca de um determinado tema para indicar possíveis lacunas e/ou avaliar o crescimento dessa produção em diferentes entidades. Esta pesquisa busca apresentar indicadores sobre a dinâmica e evolução da informação científica e tecnológica de uma área do conhecimento. A Figura 1 detalha as etapas de realização da pesquisa.

Tabela 1: Etapas de Pesquisa

Etapa 1:	Objetivos de pesquisa
Etapa 2	Seleção das palavras-chave
Etapa 3	Pesquisa na base Web Of Science
Etapa 4	Coleta de dados
Etapa 5	Análise bibliométrica

Fonte: Dados da Pesquisa.

Na 1º etapa foi decidido os objetivos da pesquisa: Analisar a literatura sobre inovação e IA no setor da saúde. Em seguida, na etapa 2, foram selecionados os termos para realização da busca. Foi determinado que a busca se basearia pelas palavras-chaves: Health (“health*”), Artificial Intelligence (“artic* intellig*”) e Innovation (“innovat*”), todos os termos em inglês e usando os devidos operadores booleanos para maximizar os resultados da procura. Como maneira de tornar a pesquisa mais rigorosa, as buscas foram realizadas pelo campo “tópico” que busca os termos no título, resumo e palavras-chave.

Para o presente estudo, adotou-se a metodologia bibliométrica, que envolve a análise da quantidade de publicações científicas em áreas específicas do conhecimento. Esse método visa compreender como uma determinada área científica se desenvolve com base nas publicações nas principais bases de dados.

Na 3º fase, optou-se por buscar a produção científica utilizando os dados indexados na base Web of Science, que fornece informações objetivas e compreensíveis para quantificar as publicações relacionadas ao campo pesquisado, neste caso, a área de inovação tecnológica em saúde e IA (DIEM; WOLTER, 2013). A exemplo de (NASCIMENTO DA SILVA et al., 2020), a base de dados Web of Science foi escolhida como fonte única de dados devido à qualidade da produção científica, dados não duplicados e melhor padronização de dados.

Após isso, iniciou-se a 4º etapa de coleta de dados. Os dados foram coletados em março de 2024 e, por opção dos pesquisadores, são referentes até o ano corrente de 2024, mesmo ainda podendo apresentar alterações até o final do período. O filtro de seleção utilizado foi aplicado para artigos publicados em revistas científicas, e não incluindo artigos de congresso

Na fase 5, os dados foram transferidos para uma planilha do Excel para conduzir uma análise bibliométrica. O objetivo era mapear tanto a estrutura quanto a evolução do tema de maneira descritiva (BÖRNER; CHEN; BOYACK, 2003). Assim, essa análise busca possibilitar

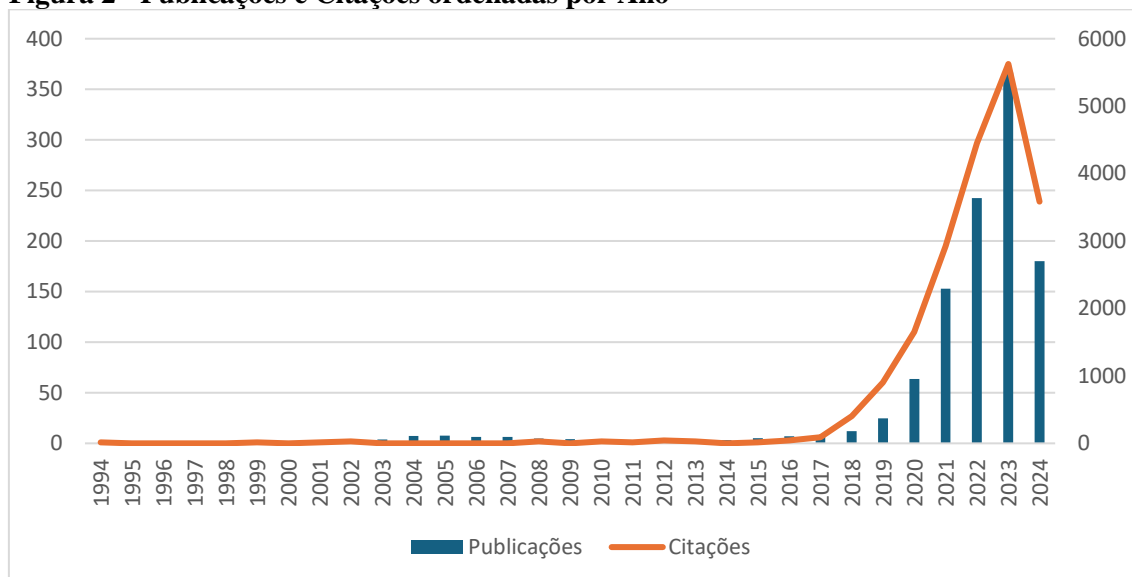
a avaliação e compreensão da trajetória histórica das pesquisas em inovação tecnológica na área da saúde e IA fornecendo insights para estudos futuros.

4- Resultados e Discussão

4.1 Análise de publicações e citações por ano

Com base nos tópicos de pesquisa *Health, Innovation e Artificial Intelligence*, foram encontrados ao todo 1328 artigos científicos, todos dispostos pela base *Web Of Science*. A primeira publicação, referente a artigos publicados com os tópicos principais, aconteceu no ano de 2002. A Figura 1 exemplifica graficamente o total de publicações e citações realizadas por ano.

Figura 2 - Publicações e Citações ordenadas por Ano



Fonte: Dados de Pesquisa

Vale ressaltar que, baseado na literatura dos anos de 2002 até 2009, houve poucas publicações referentes ao tema inteligência artificial. No ano de 2010, é possível visualizar uma evolução maior, já que os poucos estudos existentes estavam em números mais graduais. Mas de 2018 em diante, temos artigos cada vez mais numerosos. Nos anos de 2020 a 2023 ocorreu a maior quantidade de publicações e citações na área, concentrando 85% dos artigos publicados e 91% das citações realizadas. Esse fenômeno pode ter sido ocasionado principalmente devido a pandemia do Covid-19, onde pôde aumentar a concentração de pesquisas referentes às novas tecnologias inovadoras de inteligência artificial na saúde.

A partir da análise, nota-se que a IA dentro da área médica, se encontra em crescimento exponencial, principalmente quando relacionamos sua tecnologia com o termo inovação. Quando abordamos sobre a sua evolução, a frase de (KELLY et al., 2019) trouxe um grande reforço para o estudo, já que aborda a correlação entre o avanço da IA com o surgimento de novas alternativas, que se encontram muito presentes, principalmente, na área da medicina. Dessa forma, como também apontado (AUDY, 2017), a inovação é oriunda de estudos científicos, já que está intrinsecamente ligada a propostas totalmente propulsoras para o mercado, além de integrar seu conceito com novos conhecimentos. Essas frases corroboram positivamente a esta pesquisa, já que a partir de uma base científica de estudos, foi identificado

uma atuação cada vez mais presente das IAs, sobretudo quando a relacionamos com a área de saúde.

As IAs estão cada vez mais integradas nas organizações, sendo perceptível identificar sua presença gradativamente, conforme as empresas vão adotando a sua usabilidade para formação de novas estratégias de negócios.

4.2 Análise de autores e afiliações

Dentre as publicações citadas na figura 2, foram selecionados os dez autores com mais publicações dentro desse tema, as universidades em que eles são afiliados e a área de pesquisa.

Tabela 2 - Principais autores e suas afiliações

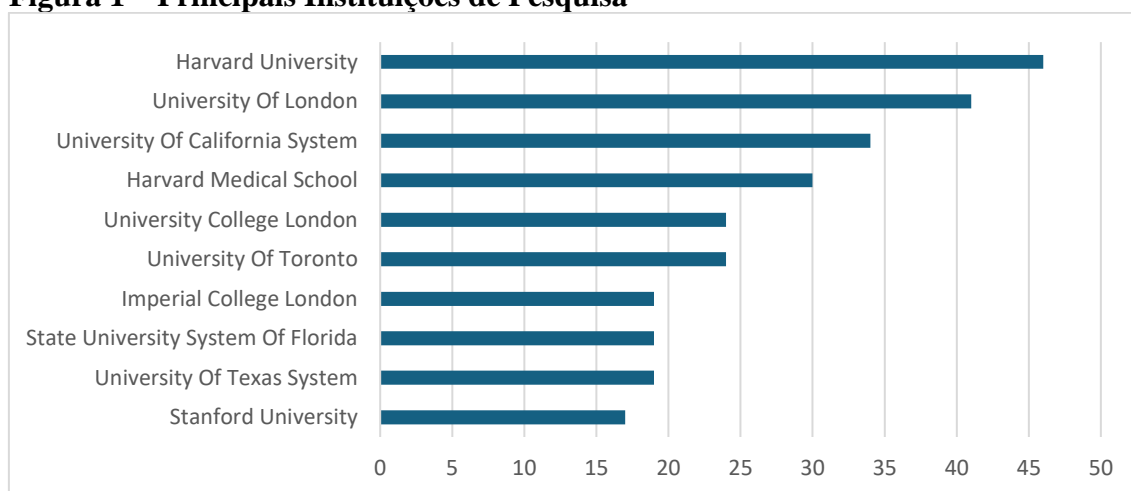
Autores	Quant. de Publicações	Universidade Afiliada/País	Área de Pesquisa
Alami, H	5	Canadá/Université de Montreal	Público, saúde ocupacional, ciências do cuidado, medical informatics, ciências e ecologia.
Asselbergs, FW	5	Amsterdan/University Medical Center Utrecht	General e Internal Medicine/ Sistema Cardiovascular, genética e hereditariedade, ciência e tecnologia, biologia molecular.
Kumar, A	5	Índia/Birla Institute of Technology e Science Pilani	Química, ciências materiais, ciência e tecnologia, física, bioquímica e biologia molecular.
Lehoux, P	5	Canadá/Université de Montreal	Sistemas e serviços em saúde, público, ambiental e ocupacional, saúde, informações médicas, ciência social biomédica, negócios e economia.
Celi, LA	4	Estados Unidos/Massachusetts Institute of Technology	General e Internal Medicine, informações médicas, ciência da saúde do cuidado, ciência e tecnologia, ciência da computação.
Blease, C	3	Estados Unidos/Harvard Medical school	Ciências Sociais, psiquiatria, biomedicina.
Fortin, JP	3	Estados Unidos/Internal Med Res Unit	Farmacologia, farmácia, ciências e tecnologia, bioquímica e biologia molecular, endocrinologia e metabolismo e imunologia.
Kulkov, I	3	Suécia/Malardalen University	Negócios e economia, ciência e tecnologia, administração pública, ciências ambientais e ecologia, questões sociais.
Li, J	3	Estados Unidos/Geisinger Health System	Bioinformática.
Malamateniou, C	3	Inglaterra/City University London	Ciência da computação, radiologia, medicina nuclear, medicina de imagem, obstetrícia e

Fonte: Dados de Pesquisa

A Tabela 2, nos permite visualizar os principais autores e a quantidade de publicações existentes de cada um deles, a partir de sua área de atuação em dentre as segmentações *Health, Innovation* e *Artificial Intelligence*. Analisando-a minuciosamente, a maior quantidade de publicações provém da América do Norte, com, dos 10 autores, 6 sendo representantes do continente norte-americano. Os outros 4 são de outros países. Os números denotam que existe uma grande concentração de pesquisadores nesta região, além de haver uma pequena distribuição em outros locais do globo. Também é possível visualizar que as principais áreas de pesquisas dos autores estão concentradas em Ciências e Tecnologia, derivativos da área científica, Informações Médicas, além da própria área da Saúde em geral. Segundo (AUDY, 2017) ciência, tecnologia e inovação são termos lineares, já que ambos são resultantes diretos um do outro. (CLAYTON M. CHRISTENSEN, 1997) e (GRANSTRAND; HOLGERSSON, 2020), afirmam que a própria tecnologia é um elemento direto da inovação. Essas afirmações corroboram na fala de que ambos conseguem integrar seus conhecimentos em diferentes frentes de pesquisa, já que são congruentes e se interligam facilmente.

Referente às principais afiliações dos autores, a Figura 1 representa as principais afiliações publicadas por área de pesquisa.

Figura 1 – Principais Instituições de Pesquisa



Fonte: Dados de Pesquisa

Através desta tabela, é possível notar que na Harvard University, está em primeiro lugar, é onde se concentra a maior quantidade de publicações. Apesar de ser a maior afiliada com publicações, é perceptível notar que a Europa como um todo, possui somente cerca de 4 universidades. As demais estão distribuídas entre o Canadá e os Estados Unidos, ambos países da América do Norte. Conforme a inovação e a tecnologia transcende novos saberes a sociedade atual (AUDY, 2017), as organizações estão aumentando e apostando internamente, cada vez mais no fomento de suas pesquisas, buscando desenvolver os seus conceitos de inovação e tecnologia, a fim de explorar o melhor que ambos possam oferecer (HOLGERSSON; GRANSTRAND; BOGERS, 2018), mas vale ressaltar que o atraso reduz a vantagem competitiva (ADNER, 2006) uma frase notável quando relacionamos o quanto cada uma dessas universidades estão à frente nas descobertas e nas pesquisas científicas.

4.3 Análise dos principais artigos publicados

Com relação à análise dos principais artigos publicados, na Tabela 2, é possível observar as áreas de cada pesquisa, bem como o tamanho de sua importância, com base na gama de citações. Porém também é possível observar uma grande integração das áreas com base nos *journals*. Ao longo dos anos, podemos notar a congruência das constâncias em pesquisas, já que os anos de publicações não se divergem em grande escala, o que fomenta e reforça a criação do gráfico da figura 2.

Tabela 2 - Principais artigos publicados

Títulos dos Artigos	Autores	Ano	Journal	Citações
Artificial intelligence in medicine	Hamet, P and Tremblay, J	2017	METABOLISM-CLINICAL AND EXPERIMENTAL	866
Artificial Intelligence (AI): Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy	Dwivedi, YK ; Hughes, L ; Ismagilova, E ; Aarts, G ; Coombs, C et.,al.	2021	INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION MANAGEMENT	847
Key challenges for delivering clinical impact with artificial intelligence	Kelly, CJ; Karthikesalingam, A ; Suleyman, M et. al.	2019	BMC MEDICINE	772
Serum protein fingerprinting coupled with a pattern-matching algorithm distinguishes prostate cancer from benign prostate hyperplasia and healthy men	Adam, BL ; Qu, YS ; Davis, JW ; Ward, MD ; Clements, MA et. al.	2002	CANCER RESEARCH	751
A Survey on Ambient Intelligence in Healthcare	Acampora, G ; Cook, DJ ; Rashidi, P ; Vasilakos, AV	2013	PROCEEDINGS OF THE IEEE	412
The Future of Healthcare Internet of Things: A Survey of Emerging Technologies	Qadri, YA ; Nauman, A ; Bin Zikria, Y ; Vasilakos, AV; Kim, SW	2020	IEEE COMMUNICATIONS SURVEYS AND TUTORIALS	371
The growing field of digital psychiatry: current evidence and the future of apps, social media, chatbots, and virtual reality	Torous, J ; Bucci, S ; Bell, IH ; Kessing, LV et. al.	2021	WORLD PSYCHIATRY	286
Flexible, Tunable, and Ultrasensitive Capacitive Pressure Sensor with Microconformal Graphene Electrodes	Yang, J ; Luo, S ; Zhou, X ; Li, JL ; Fu, JT, et. al.	2019	ACS APPLIED MATERIALS & INTERFACES	282
Your Robot Therapist Will See You Now: Ethical Implications of Embodied Artificial Intelligence in Psychiatry, Psychology, and Psychotherapy	Fiske, A ; Henningsen, P ; Buyx, A	2019	JOURNAL OF MEDICAL INTERNET RESEARCH	200
Supply chain disruption during the COVID-19 pandemic: Recognizing potential disruption management strategies	Moosavi, J ; Fathollahi-Fard, AM ; Dulebenets, MA	2022	INTERNATIONAL JOURNAL OF DISASTER RISK REDUCTION	162

Fonte: Dados de Pesquisa

Nos primeiros artigos, (HAMET; TREMBLAY, 2017) abordam fortemente sobre as fontes de atuação que as IA's oferecem aos usuários, ligando suas diferentes frentes com o setor de saúde, trazendo os benefícios ao integrá-la com a área médica, além de separar a sua usabilidade entre dois meios: o virtual e físico. (FISKE et al., 2024), também evidenciando a robótica como ponto principal da pesquisa, nos traz as implicações do uso das IA's para fins mentais, psiquiátricos e psicológicos aos usuários.

(DWIVEDI et al., 2021) traz uma outra perspectiva, abordando a sua forma de atuação e aplicação dentre nos meios sociais e industriais, enfatizando a criação de novas oportunidades e como essas aberturas impactarão futuramente a sociedade. (KELLY et al., 2019) aborda as implicações inexploradas da IA ao ser implementada na sociedade, buscando discutir em seu artigo, tais desafios e limitações da inovação tecnológica na saúde, e quais passos são fundamentais para obter êxito em sua implementação na saúde. (ACAMPORA et al., 2013) também traz algo semelhante, somente enfatizando o quanto a IA de ambiente (Aml), visa criar ambientes digitais adaptativos e responsivos, relevantes para a área da saúde, preservando uma interação simples entre o homem e a máquina.

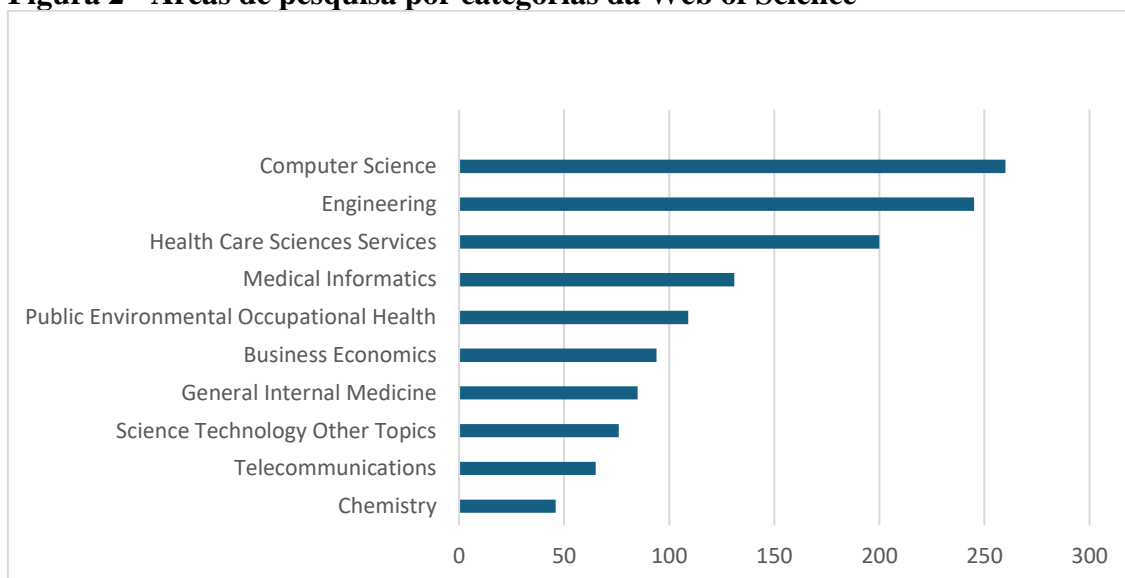
(STATTIN; HAKAMA, 2003) aborda uma pesquisa mais precisa, identificando através de uma abordagem precisa e inovadora, como um biochip e a própria IA, iriam auxiliar beneficemente, por meio da separação de proteínas humanas, entre infecciosas e não infecciosas, a detecção precisa do câncer de próstata. (QADRI et al., 2020) oferece uma visão voltada para a área tecnológica, contrapondo como as IA's fomentaram positivamente na construção e evolução das H-IoT, blockchain, IoNT e sistemas de software interligados. (YANG et al., 2019) obteve uma visão química e mais conceitual diante das possíveis influências de elementos finitos, do eletrodo de grafeno microestruturado, podem impactar no desenvolvimento d(STATTIN; HAKAMA, 2003)e pressão das tecnologias para o setor de saúde.

(TOROUS et al., 2021) e (MOOSAVI; FATHOLLAHI-FARD; DULEBENETS, 2022a), trouxeram uma pesquisa com base nos benefícios que a tecnologia trouxe para a área de saúde, além do que impulsionou para que adoções como telessaúde e ferramentas de intervenções acessíveis trouxeram para a população, garantindo um acesso a um cuidado integrado, em meio a um contexto histórico que assolou o mundo como conhecemos, conhecida como COVID-19. Vale ressaltar que (MOOSAVI; FATHOLLAHI-FARD; DULEBENETS, 2022b), aborda as consequências da pandemia de maneira contextual, focando além do que foi gerado na cadeia de suprimentos (SC), temas mais críticos como alimentos e saúde, assim como o papel crucial de tecnologias emergentes, ambos fundamentais para o enfrentar o que a crise, causada pelo lockdown, causou negativamente para a população e os países.

4.4 Análise das áreas de pesquisa

A partir da Figura 2, analisamos as principais áreas de pesquisa, dispostas entre *Computer Science, Engineering and Health Care Sciences Services*, dispostas diretamente a partir do filtro utilizado para esta pesquisa. Entretanto, das áreas posteriores, existem áreas interligadas, mesmo que se derivando e entrando em segmentos diferentes do assunto central. São elas *Medical Informatics, Public Environmental Occupational Health, General Internal Medicine, Science Technology Other Topics e Telecommunications*. Todavia, apesar de não possuir uma relação direta com o filtro utilizado, todos se interligam. *Chemistry* é uma área à parte.

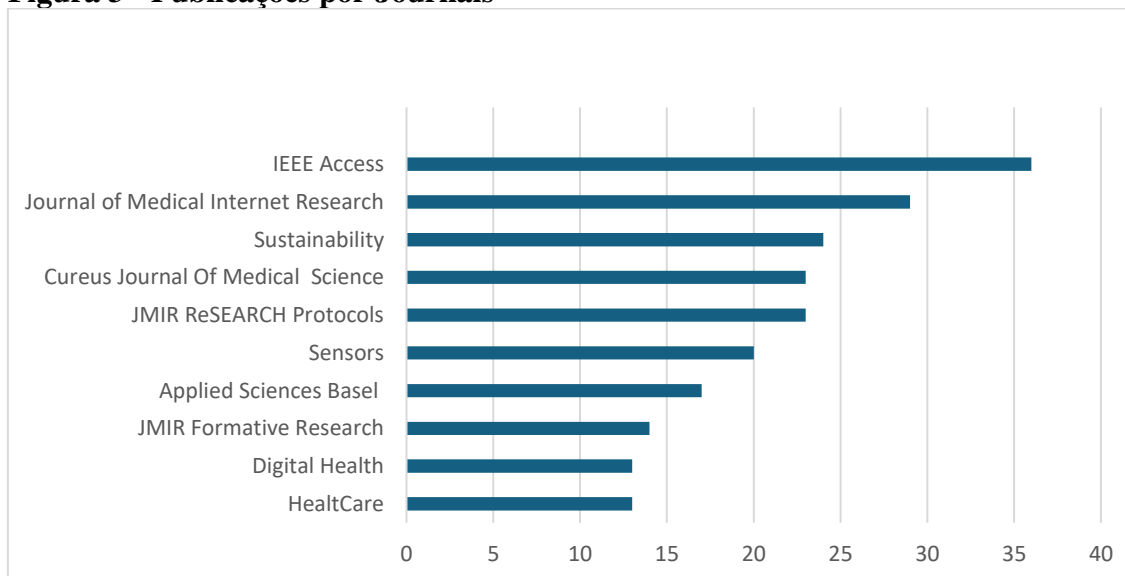
Figura 2 - Áreas de pesquisa por categorias da Web of Science



Fonte: Dados de Pesquisa

Referente aos *journals*, a figura 3 exemplifica as fontes de pesquisa científica, com as principais distribuídas nas áreas de saúde, sustentabilidade e engenharia eletrônica, setor derivativo da tecnologia. Os resultados estão de acordo com as especificidades e filtros realizados para complemento da pesquisa.

Figura 3 - Publicações por Journals



Fonte: Dados de Pesquisa

O gráfico mostra os Journals e a quantidade respectiva das publicações feitas relacionadas ao tema. O primeiro deles sendo o IEEE ACCESS. Analisando todos as 10 áreas de *journals* presentes na figura 3, sinaliza-se que ambos estão interligados com os setores de saúde e tecnologia, se abrangendo em diversos campos de pesquisa. Entretanto, ela não é limitada, pois aborda temas que se separam, no sentido de avançar entre sustentabilidade, saúde envolta no âmbito da medicina, além dos pertencentes ao setor científico.

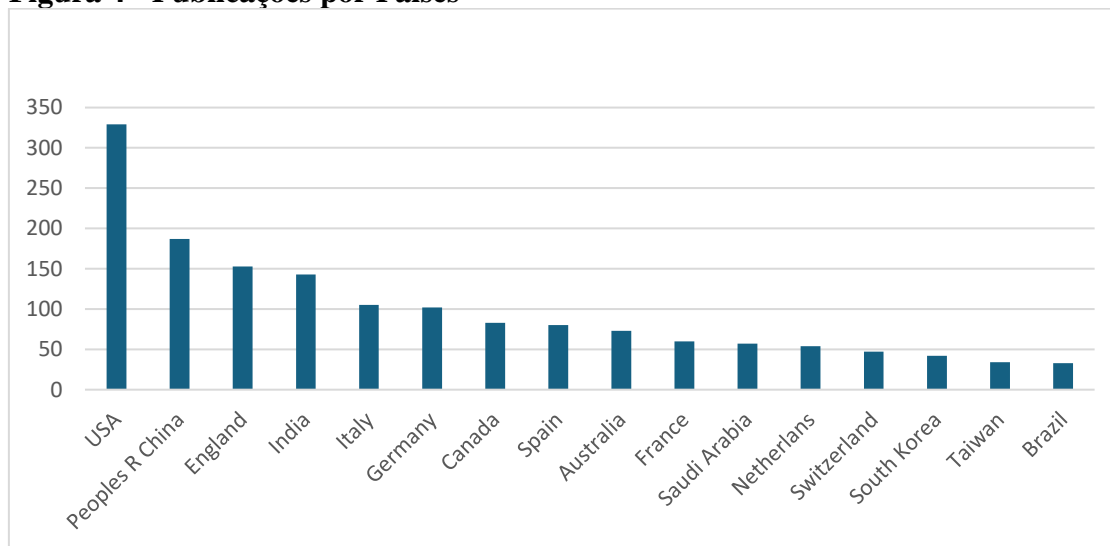
Como citado por (AUDY, 2017) a mudança nas instituições é gradativa, dado a criação de novas áreas de pesquisa, oriundas da transformação da própria inovação. Nesse sentido, podemos relacionar como cada vez mais as instituições presentes na sociedade, estão se atualizando com constância, motivos esses devido a alta evolução em todos diversos setores existentes, principalmente inseridos no âmbito tecnológico. Como relatado anteriormente, essa inserção possibilita novas frentes de atuação, assim como de resolução de problemas (AUDY, 2017), com modificações substanciais no modo de como será a actuação dos serviços de saúde para aplicá-las na sociedade (LOVE-KOH et al., 2018).

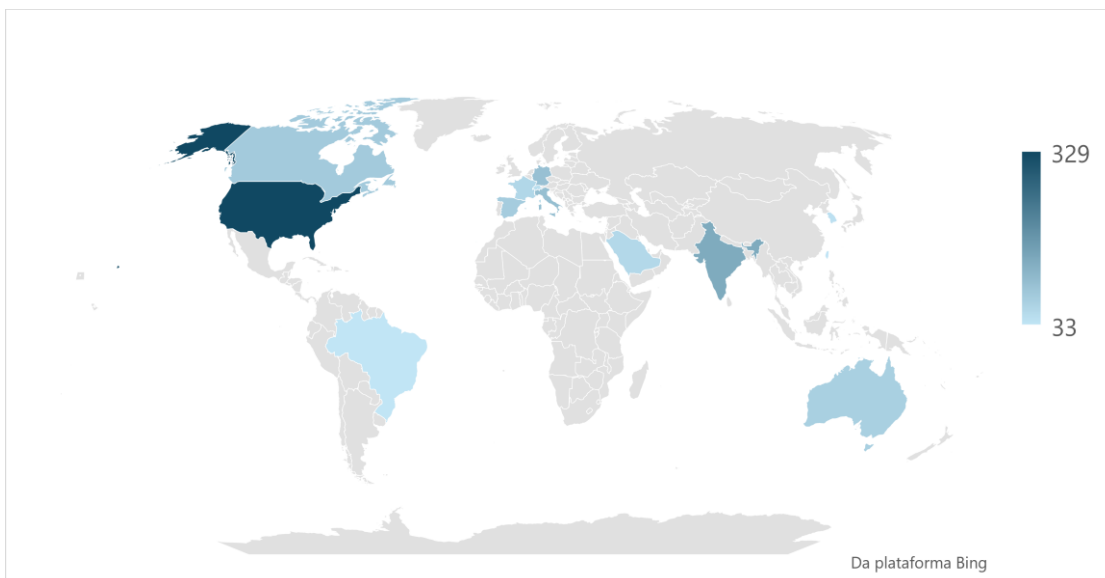
(TEECE, 1986) nos revela que quando a imitação é fácil, os inovadores precisam se apropriar de diversos ativos a fim de garantirem o valor da própria inovação. Se pararmos para pensar na lógica da frase do autor e relacionarmos com o contexto a ser discutido, podemos dizer que focar em um único serviço, limita a expansão do tema e não abre outras lacunas de discussão que podem ser benéficos no momento da inserção do produto para a humanidade, pois se considerarmos a maturidade do cliente juntamente com adaptações aos gostos aprimorados, novas formas foram geradas, podendo ser reconhecível identificar e solucionar tais necessidades através do uso da IA. (PALMIÉ et al., 2020)

4.5 Análise de dispersão geográfica

Em relação à quantidade de publicações, a figura 4 apresenta os principais países por quantidade publicadas. O gráfico seguinte mostra a quantidade de publicações por os dez principais países e a colocação do Brasil nesse ranking.

Figura 4 - Publicações por Países



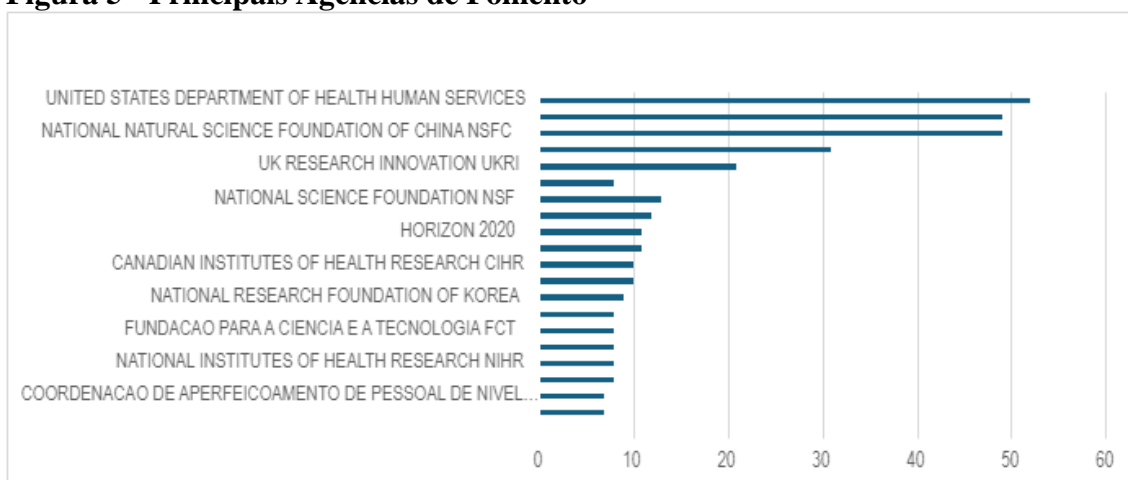


Fonte: Dados de Pesquisa

Liderando com cerca de 329 publicações, o que converge em cerca de 25% das publicações, os Estados Unidos predominam na liderança devido possuir maior quantidade de publicações. Ao todo, dos países presentes no gráfico, tem-se, em evidente participação, aqueles que fazem parte da Europa, Ásia, América do Norte, América do Sul, Reino Unido e Oriente Médio.

O Brasil está sendo representado, com cerca de 2,4% de publicações. Embora se encontre em um nível abaixo, comparando com os outros países, se encontra em 16º lugar no ranking. Essa classificação fomenta ainda mais a síntese de que quanto mais fechamos oportunidades, maiores são as vantagens perdidas, já que sempre existem substitutos em escalas maiores (ADNER, 2006) que procuram destacar sua evolução conforme avançam em novas pesquisas científicas.

Figura 5 - Principais Agências de Fomento



Fonte: Dados de Pesquisa

Com relação às principais agências de fomento, a figura 5 apresenta nitidamente, a discrepância de quantidades publicadas por país. Do total de 20 agências de fomento presentes

na *Web Of Science*, é possível notar que 6 agências são da América do Norte, 5 do Reino Unido, 4 da Ásia e 3 da União Europeia. No Brasil temos 2 agências: o CAPES e o FCT. A partir desta análise, conseguimos relacioná-la com a informação de que as agências cada vez mais estão aumentando o desenvolvimento das próprias inovações, contando com tecnologias desenvolvidas para melhorias na área a ser inserida (HOLGERSSON; GRANSTRAND; BOGERS, 2018), o que sinaliza a importância de estar cada vez mais à frente dos concorrentes (ADNER, 2006)

É importante destacar a posição em que o Brasil está alocado, do total das 25 agências, em vigência de duas nacionais presentes, sendo essas a Fundação para a Ciência e a Tecnologia FCT e a Coordenação De Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior CAPES -, ambos se encontrando em 14º lugar e 19º lugar respectivamente. Outro ponto interessante, está relacionado com as instituições, pois todas as agências de fomento presentes são públicas, destinando somente a universidade da China como privados. Essas alocações entre público e privado das instituições corroboram fortemente na questão de fomento nas áreas de saúde e tecnologia, o que indica e reforça mais uma vez, a competitividade de ambos em cada vez mais estar à frente desses novos cenários, principalmente no âmbito da saúde e tecnologia e na continuidade de cada uma para publicações científicas.

5 - Considerações Finais

Esta pesquisa teve como embasamento, analisar o impacto da inovação, mais precisamente a atuação das IAs, no setor de saúde. Foram analisados cerca de 1328 artigos, referente às áreas de Inovação, Inteligência Artificial e Saúde, ambos utilizados como sigla de *innovat**, *artific* intelligenc** e *health** na base Web of Science de 1994 até o ano de 2024. Resultados importantes foram encontrados a partir desta pesquisa.

Em primeira instância, observa-se um crescimento gradual de publicações e citações quando relacionamos a atuação da inovação dentro do setor de saúde, com grandes quantidades de pesquisa publicadas a partir do ano de 2010, gerando principalmente atualmente, maiores concentrações de artigos publicados com temas semelhantes. Essa informação indica interesses genuínos dos pesquisadores quanto ao uso da inteligência artificial no âmbito médico, assim como os benefícios que tal inovação pode proporcionar aos pacientes.

Os 10 principais artigos nos fornecem visões referentes a ações da inteligência artificial, assim como da tecnologia como um todo, na medicina e na saúde, abordando desafios e os principais meios de uso da nova inovação nestes campos (HAMET; TREMBLAY, 2017) (KELLY et al., 2019) (STATTIN; HAKAMA, 2003) (ACAMPORA et al., 2013); (QADRI et al., 2020); (TOROUS et al., 2021); (YANG et al., 2019); (FISKE et al., 2024). Uma das publicações aborda mais o uso de tecnologia no âmbito operacional, trazendo a pandemia da COVID-19 como principal exemplo de como exemplificar estratégias para mitigar possíveis barreiras que impedem a transcendência de novas tecnologias e/ou inovações na sociedade (MOOSAVI; FATHOLLAHI-FARD; DULEBENETS, 2022b). Além disso, observando os *journals*, se torna nítido associar a correlação entre as áreas, já que estão fomentadas propriamente entre as áreas da saúde e de tecnologia. Um adendo, quanto aos *journals*, se dá quando existem áreas dispersas, mas que se relacionam, já que existem pesquisas referentes ao setor científico e sustentável. Essa relação enfatiza comumente a importância dessas áreas, pois se tornam derivados do tema central, contribuindo precisamente no processo e resultado do artigo.

Outro dado de grande importância, se refere aos 10 principais autores, já que grande parte deles pertence à China, mais precisamente, ou à Ásia como um todo. Outro levantamento,

são de universidades que, das 10 que concentram números altíssimos, grande parte se separa entre Reino Unido e Estados Unidos, indicando uma prevalência significativa de ambos em fomentar a construção de vários artigos e pesquisas científicas. Pode-se dizer que mesmo o Reino Unido permanecer na liderança, os Estados Unidos contribuem com maiores quantidades de universidades que publicam artigos e pesquisas científicas, com cerca de 5 no total. Além disso, Canadá também mostra grande interesse em publicar artigos. A análise da distribuição geográfica nos mostra forte predominância entre a Europa, Ásia e América do Norte, o que contribui eles como os principais polos de pesquisa, inseridos entre 16 países analisados. Entretanto, é perceptível uma abrangência maior dos Estados Unidos, que mantém uma liderança assídua e estável, dentro dos campos estabelecidos, no caso inovação inserida na área da saúde. Importante destacar que, o Brasil, mesmo estando em uma colocação inferior comparado aos outros países, se encontra no ranking analisado, o que nos permite inferir grande vontade em aumentar publicações nestes temas.

No que tange as agências de fomento, foram analisadas 20 agências no total. A partir da observação, infere-se que grande parte dessas agências de financiamento, também pertencem a América do Norte, onde possui cerca de 6 agências pertencentes. Logo em seguida temos o Reino Unido, com 5 agências pertencentes, a Ásia com 4, a União Europeia com 3, e finalmente a América do Sul, com 2 agências sendo representadas pelo CAPES e o FCT, ambos do Brasil. Em resumo, estes foram dados relacionados a pesquisas propriamente referidas as áreas de inovação, saúde e inteligência artificial, corroborando na fortificação de países desenvolvidos e subdesenvolvidos, como o Brasil, em estar alinhado com os temas, já que são países prósperos para inserir o uso de novas inovações no campo de saúde.

A análise foi baseada exclusivamente na plataforma Web of Science, o que pode não capturar todos os atributos para a pesquisa entre as áreas de inovação, tecnologia e saúde. Sugere-se que, futuras inspeções considerem o uso de outras bases de dados e fontes de informação, a fim de garantir visões mais amplas dessas áreas para pesquisas. Uma área promissora para o desenvolvimento de novas pesquisas é a análise em transcender a atuação das novas inovações tecnológicas dentro do setor de saúde, abordando com mais ênfase como ela impactou nos processos e como foi recebido pelos atuantes, assim como trazer perspectivas de quem foi realizado tal procedimento. Outra área promissora é abordar como essas áreas poderiam ser benéficas aos países pouco desenvolvidos e como investir na inserção dessas tecnologias dentro de tais sociedades, além de investigar como os 1.328 artigos podem contribuir em possíveis insights quando ir mais afundo em assuntos relacionados. Essas sugestões de pesquisas podem contribuir significativamente na resolução de problemas e a sua implicação na população.

Referências:

- ACAMPORA, G. et al. A Survey on Ambient Intelligence in Healthcare. **Proceedings of the IEEE**, v. 101, n. 12, p. 2470–2494, dez. 2013.
- ADNER RON. Adner, R. (2006). Match Your Innovation Strategy to Your Innovation Ecosystem. [s.d.].
- ALAMI, H. et al. Artificial intelligence in health care: Laying the Foundation for Responsible, sustainable, and inclusive innovation in low- And middle-income countries. **Globalization and Health**, v. 16, n. 1, 24 jun. 2020.
- AUDY, J. A inovação, o desenvolvimento e o papel da Universidade. **Estudos Avançados**, v. 31, n. 90, p. 75–87, maio 2017.

BERWICK, D. M.; NOLAN, T. W.; WHITTINGTON, J. The Triple Aim: Care, Health, And Cost. **Health Affairs**, v. 27, n. 3, p. 759–769, maio 2008.

BLEASE, C. et al. Artificial intelligence and the future of primary care: exploratory qualitative study of UK general practitioners' views. **Journal of Medical Internet Research**, v. 21, n. 3, 1 mar. 2019.

BÖRNER, K.; CHEN, C.; BOYACK, K. W. Visualizing knowledge domains. **Annual Review of Information Science and Technology**, v. 37, n. 1, p. 179–255, 31 jan. 2003.

CLAYTON M. CHRISTENSEN. **The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail**. [s.l: s.n.].

CLAYTON M. CHRISTENSEN, M. E. R. AND R. M. Christensen, C., et al. (2015). What is disruptive innovation. [s.d.].

DIEM, A.; WOLTER, S. C. The Use of Bibliometrics to Measure Research Performance in Education Sciences. **Research in Higher Education**, v. 54, n. 1, p. 86–114, 6 fev. 2013.

DWIVEDI, Y. K. et al. Artificial Intelligence (AI): Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy. **International Journal of Information Management**, v. 57, p. 101994, abr. 2021.

FDA. **Artificial Intelligence and Medical Products**.

FERNANDO OSÓRIO. **Avanço da Inteligência Artificial traz vantagens, mas abre questões éticas, morais e sociais**. [s.l: s.n.].

FISKE, S. T. et al. “A model of (often mixed) stereotype content: Competence and warmth respectively follow from perceived status and competition”: Correction to Fiske et al. (2002). **Journal of Personality and Social Psychology**, v. 126, n. 3, p. 412–412, mar. 2024.

GRANSTRAND, O.; HOLGERSSON, M. Innovation ecosystems: A conceptual review and a new definition. **Technovation**, v. 90–91, p. 102098, fev. 2020.

HAMET, P.; TREMBLAY, J. Artificial intelligence in medicine. **Metabolism**, v. 69, p. S36–S40, abr. 2017.

HOLGERSSON, M.; GRANSTRAND, O.; BOGERS, M. The evolution of intellectual property strategy in innovation ecosystems: Uncovering complementary and substitute appropriability regimes. **Long Range Planning**, v. 51, n. 2, p. 303–319, abr. 2018.

KATARIA, S.; RAVINDRAN, V. **Digital health: a new dimension in rheumatology patient care**. **Rheumatology International** Springer Verlag, , 1 nov. 2018.

KELLY, C. J. et al. **Key challenges for delivering clinical impact with artificial intelligence**. **BMC Medicine** BioMed Central Ltd., , 29 out. 2019.

LEONE, M. J.; SIGMAN, M.; GOLOMBEK, D. A. Effects of lockdown on human sleep and chronotype during the COVID-19 pandemic. **Current Biology**, v. 30, n. 16, p. R930–R931, ago. 2020.

LIN, S. Y.; MAHONEY, M. R.; SINSKY, C. A. Ten Ways Artificial Intelligence Will Transform Primary Care. **Journal of General Internal Medicine**, v. 34, n. 8, p. 1626–1630, 15 ago. 2019.

LOBO, L. C. Inteligência artificial, o Futuro da Medicina e a Educação Médica. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 42, n. 3, p. 3–8, set. 2018.

LOVE-KOH, J. et al. The Future of Precision Medicine: Potential Impacts for Health Technology Assessment. **PharmacoEconomics**, v. 36, n. 12, p. 1439–1451, 1 dez. 2018.

MARTINS LEMES, M.; NUNES LOPES ESPÍNEIRA LEMOS, A. O uso da inteligência artificial na saúde pela Administração Pública brasileira. **Cadernos Ibero-Americanos de Direito Sanitário**, v. 9, n. 3, p. 166–182, 29 set. 2020.

MOOSAVI, J.; FATHOLLAHI-FARD, A. M.; DULEBENETS, M. A. Supply chain disruption during the COVID-19 pandemic: Recognizing potential disruption management strategies. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 75, p. 102983, jun. 2022a.

MOOSAVI, J.; FATHOLLAHI-FARD, A. M.; DULEBENETS, M. A. Supply chain disruption during the COVID-19 pandemic: Recognizing potential disruption management strategies. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 75, p. 102983, jun. 2022b.

NASCIMENTO DA SILVA, J. P. et al. From technology to market: a bibliometric and integrative review on autonomous vehicles. **World Review of Intermodal Transportation Research**, v. 9, n. 1, p. 1, 2020.

PALMIÉ, M. et al. The evolution of the financial technology ecosystem: An introduction and agenda for future research on disruptive innovations in ecosystems. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 151, 1 fev. 2020.

PATEL, V. L. et al. The coming of age of artificial intelligence in medicine. **Artificial Intelligence in Medicine**, v. 46, n. 1, p. 5–17, maio 2009.

QADRI, Y. A. et al. **The Future of Healthcare Internet of Things: A Survey of Emerging Technologies**. **IEEE Communications Surveys and Tutorials**Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., , 1 abr. 2020.

SHEIKH, A. et al. **Health information technology and digital innovation for national learning health and care systems**. **The Lancet Digital Health**Elsevier Ltd, , 1 jun. 2021.

SICHMAN, J. S. Inteligência Artificial e sociedade: avanços e riscos. **Estudos Avançados**, v. 35, n. 101, p. 37–50, abr. 2021.

STATTIN, P.; HAKAMA, M. Correspondence re: B-L. Adam et al., Serum protein fingerprinting coupled with a pattern-matching algorithm distinguishes prostate cancer from benign prostate hyperplasia and healthy men. *Cancer Res.*, 62: 3609-3614, 2002. **Cancer research**, v. 63, n. 10, p. 2701; author reply 2701-2, 15 maio 2003.

TEECE, D. J. Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy. **Research Policy**, v. 15, n. 6, p. 285–305, dez. 1986.

TOROUS, J. et al. The growing field of digital psychiatry: current evidence and the future of apps, social media, chatbots, and virtual reality. **World Psychiatry**, v. 20, n. 3, p. 318–335, 9 out. 2021.

WAHL, B. et al. Artificial intelligence (AI) and global health: how can AI contribute to health in resource-poor settings? **BMJ Global Health**, v. 3, n. 4, p. e000798, 29 ago. 2018.

YANG, J. et al. Flexible, Tunable, and Ultrasensitive Capacitive Pressure Sensor with Microconformal Graphene Electrodes. **ACS Applied Materials & Interfaces**, v. 11, n. 16, p. 14997–15006, 24 abr. 2019.