

APLICAÇÕES DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA) EM STARTUPS DE SAÚDE: OPORTUNIDADES E DESAFIOS

Tatiane Bonde

BSUP - Business School at Positivo University

Eunice Alcantara

BSUP - Business School at Positivo University

Julia Barbieri Dalefe

BSUP - Business School at Positivo University

Cleonir Tumelero ; <https://orcid.org/0000-0001-9378-9968>

BSUP - Business School at Positivo University

Luiz Pinheiro ; <https://orcid.org/0000-0002-3018-5072>

BSUP - Business School at Positivo University



APPLICATIONS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE (AI) BY HEALTH STARTUPS: OPPORTUNITIES AND CHALLENGES

ABSTRACT

Artificial intelligence (AI) has stood out as a way to boost business in various sectors. In the present study, we sought to investigate the state of the art of publications on Artificial Intelligence in healthcare startups. The aim of the study was to identify how healthcare startups are using Artificial Intelligence resources in their businesses and research. The research method was Systematic Review of Literature and Bibliometrics. In the data analysis, articles selected from the Web of Science database were used, as well as the thematic network obtained with the help of the VosViewer software. The findings indicate that there has been a significant increase in studies on AI in healthcare startups after Covid-19. Furthermore, the study showed that publications involving AI in health are distributed in four large research clusters: 1) prediction of diagnoses based on AI resources; 2) Covid-19 as a driver of new business; 3) use of AI in life extension; 4) issues related to ethics, legality and attendance. Future studies are suggested so that they can highlight the identified categories and explore in depth startups that use AI in health.

Keywords: Artificial Intelligence, AI, eHealth, Literature Review, Startup.

APLICAÇÕES DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA) EM STARTUPS DE SAÚDE: OPORTUNIDADES E DESAFIOS

RESUMO

A inteligência artificial (IA) tem se destacado como forma de impulsionar negócios em diversos setores. No presente estudo buscou-se investigar qual o estado da arte das publicações sobre Inteligência Artificial em startups de saúde. O objetivo do estudo foi identificar como startups de saúde estão utilizando recursos de Inteligência Artificial em seus negócios e pesquisas. O método de pesquisa foi Revisão Sistemática de Literatura e Bibliometria. Na análise dos dados foram utilizados artigos selecionados pela base de dados *Web of Science*, assim como a rede temática obtida com auxílio do *software VosViewer*. Os achados indicam que houve um aumento significativo nos estudos sobre IA em startups de saúde após a Covid-19. Além disso, o estudo mostrou que as publicações que envolvem a IA na saúde estão distribuídas em quatro grandes *clusters* de pesquisa: 1) previsão de diagnósticos com base em recursos de IA; 2) Covid-19 como impulsionador de novos negócios; 3) utilização de IA na extensão da vida; 4) questões relacionadas à ética, legalidade e atendimentos. Sugerem-se estudos futuros para que possam evidenciar as categorias identificadas e explorar em profundidade startups que utilizam IA na saúde.

Palavras-chave: Inteligência Artificial, IA, Revisão Literatura, Saúde, Startup.

INTRODUÇÃO

O uso da Inteligência Artificial (IA) tem impactado o desenvolvimento de negócios na saúde (Abstartups, 2022). Dentre os modelos alavancados, destaca-se o das “startups”, caracterizadas pela inovação, geralmente baseada no uso de tecnologias, e com alto potencial de escalabilidade (Ries, 2011). Segundo Iliashenko et al. (2019), a IA, com sua capacidade de processar uma grande quantidade de dados, é especialmente apreciada na medicina e na saúde em geral. Para a Associação Brasileira de Startups (Abstartups), com as melhorias nos processos e o aumento de produtividade oferecidos por essas empresas, há ganhos significativos na prevenção e promoção à saúde.

No relatório de Insights da Health Startups (2021), somente no ano de 2021, US\$ 44 bilhões foram aplicados em financiamento de inovação em saúde globalmente (StartUp Health, 2021). Isso representa um aumento nos investimentos de cerca de 20 vezes em 10 anos. De acordo com o diretor-geral da Organização Mundial da Saúde (OMS) (2017-2022), Tedros Adhanom Ghebreyesus, "o poder das tecnologias digitais é fundamental para alcançarmos a cobertura universal, promover a saúde, manter o mundo seguro e servir aos vulneráveis" (Oliveira, 2019).

Dentre os desafios enfrentados na busca pela promoção da saúde global, Galmarini e Lucius (2020) destacam que quase 57 milhões de pessoas vão a óbito todos os anos no mundo. Para os autores, a melhoria da saúde global parece ter atingido um platô. O modelo tradicional de pesquisa e inovação em saúde aumenta o tempo e o custo de entrega de novos medicamentos e de dispositivos médicos aos pacientes. Para superar esses obstáculos, Galmarini e Lucius (2020) defendem uma mudança radical nos modelos de pesquisa e desenvolvimento, que inclui o uso da Inteligência Artificial para superar os obstáculos do modelo atual.

Na literatura, Bzhalava et al., (2022) identificaram as tendências digitais na área. Segundo os pesquisadores, as tecnologias digitais estão sendo empregadas para transformar diagnósticos, desenvolver aplicativos móveis, informatizar os registros eletrônicos de saúde, além de poderem ser empregados no cuidado dos pacientes e em ensaios clínicos. Rong et al. (2020), destacam que as aplicações da IA na saúde podem ser divididas em quatro categorias principais. As três primeiras utilizam Big Data para oferecer assistência de vida para pessoas idosas e deficientes, técnicas de processamento de linguagem natural e atividades de pesquisa fundamental. A última categoria de aplicações de IA diz respeito ao diagnóstico e previsão de doenças.

Paralelamente ao desenvolvimento de novas tecnologias, os sistemas de saúde em todo o mundo estão enfrentando enormes desafios. A carga de doenças relacionadas ao envelhecimento da população somada a uma revolução de dados, mostram a necessidade de oferecer cuidados de saúde de melhor qualidade e reduzir custos para manter os sistemas de saúde sustentáveis (Higgins & Madai, 2020; Kassam & Kassam, 2020). Não bastasse o cenário acima, desde 2019 o mundo enfrenta uma pandemia que tem como agravantes a morfologia complexa do Covid-19 associada a escassez na especificidade clínica do vírus. Tais complexidades fizeram com que os sistemas globais de saúde fossem levados até o limite do colapso em um curto espaço de tempo (Alhasan & Hasaneen, 2021).

No estudo feito por Swayamsiddha et al. (2021), demonstrou que a detecção da Covid-19 auxiliada por IA é segura, precisa e mais rápida em comparação com o procedimento convencional, aumentando a eficiência geral dos profissionais no diagnóstico, rastreamento e tratamento dos pacientes. Frente ao desafio global imposto ao setor de saúde, a Inteligência Artificial permitiu coordenar as respostas ao Covid-19 em cascatas que se estenderam desde a unidade de atendimento clínico até o exterior do epicentro viral (Alhasan & Hasaneen, 2021).

Além do crescimento no volume de negócios e investimentos em saúde e Inteligência Artificial, o número de publicações científicas relacionadas ao tema também deu um salto nos últimos anos. Análise feita na base de dados *Web of Science*, mostrou que entre 2019 e 2022 houve um crescimento de 106% nas publicações, evidenciando que o tema pode ser uma forte agenda de pesquisa em saúde (WoS, 2022). Neste sentido, algumas indagações acadêmicas começam a ser formuladas. Qual é o panorama das pesquisas sobre IA e Saúde? Qual é o papel das Startups nesse contexto? Quais são as principais avenidas de pesquisa na temática?

A partir desse *gap*, esse artigo utiliza a seguinte **questão de pesquisa**: Qual o estado da arte das publicações sobre Inteligência Artificial em startups de saúde? Para responder a esse questionamento, foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura, **com o objetivo** de identificar como startups de saúde estão utilizando recursos de Inteligência Artificial em seus negócios e pesquisas.

Essa pesquisa busca explorar quais temas estão sendo mais estudados, principais clusters investigados e tendências. Nesse sentido, pretendemos avançar nas pesquisas já realizadas por Bzhalava et al., (2022) e Rong et al. (2020) e trazer explicações para o campo. Esse artigo está estruturado em cinco capítulos. O primeiro com uma breve introdução sobre o tema apresentando o contexto de IA, área de saúde e startups. Na sequência, são estruturados os marcos teóricos da pesquisa bem como a metodologia empregada. No capítulo quatro são realizadas as análises bibliométricas descritivas e uma análise qualitativa do conteúdo. Por fim, são apresentadas as considerações finais e principais avenidas de pesquisa de IA, Saúde e Startups.

2 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Para Garbuio e Lin (2019), enquanto a Inteligência Artificial (IA) é considerada como a tecnologia mais disruptiva do setor pelos empreendedores, os consumidores também estão abertos a receber soluções de saúde habilitadas por IA. Para Martins et al. (2021), tais inovações podem mudar, não só as empresas, mas também a sociedade, o setor público e a economia.

Inovações como a Inteligência Artificial são consideradas o desenvolvimento tecnológico mais importante das últimas décadas, pelo seu enorme potencial de agregação de valor e vantagem competitiva (Liang et al., 2019). A ideia de uma “máquina inteligente” foi introduzida por Alan Turing em 1937. Já o termo Inteligência Artificial foi trazido por John McCarthy em 1955, que o definiu como “a ciência e a engenharia de fazer máquinas inteligentes, especialmente programas de computador inteligentes” (Yeh et al., 2021).

Segundo Davenport e Kalakota (2019), a Inteligência Artificial não é uma tecnologia em si. Trata-se de um pool de tecnologias que imitam ou simulam processos suportados pela inteligência humana. Como isso, as aplicações da IA podem ser encontradas desde a robótica ao reconhecimento de imagem e voz, processamento de linguagem natural e sistemas especialistas (Tran et al., 2019).

Um ramo específico da Inteligência Artificial é o aprendizado de máquina, ou *machine learning* (ML), que utiliza técnicas matemáticas e estatísticas para aprender com os dados e realizar inferências (Benning et al., 2022). O aprendizado de máquina pode ser considerado uma forma de estatística aplicada para ajustar modelos a dados e 'aprender' por meio dos resultados (Mehta & Devarakonda, 2018). As formas mais complexas de aprendizado de máquinas são chamadas de aprendizado profundo, ou *deep learning* (DL), e envolvem muitos níveis de recursos ou variáveis. Considerada como uma evolução do ML, essa tecnologia é capaz de estruturar algoritmos em camadas para criar uma 'rede neural artificial' que pode aprender e tomar decisões inteligentes por conta própria (Schuhmacher et al., 2021).

Paralelamente ao desenvolvimento da DP, o processamento de linguagem natural (PLN) vem ganhando destaque dentre as tecnologias que envolvem IA. Ela é um ramo da Inteligência Artificial que permite que os computadores entendam, interpretem e manipulem

dados de linguagem natural, como fala e texto, com o objetivo de resolver um problema (Si et al., 2019). A versatilidade de utilizações de IA é um dos principais fatores de sua ampla aplicação na área da saúde (Blasiak et al., 2020).

2.1 Inteligência Artificial na Saúde

À medida que a IA foi sendo incorporada aos laboratórios de pesquisa, os serviços de saúde vêm passando por uma verdadeira revolução. Todos os anos, são desenvolvidos novos programas de sequenciamento genômico, biossensores, telemedicina, aplicativos móveis, dispositivos médicos, entre outros (Huang et al., 2020; Safavi et al., 2019).

Levantamento feito por Paul et al. (2021), apontou algumas aplicações práticas de IA em saúde: o tratamento baseado em robótica pode ser realizado em pacientes usando IA para reduzir o risco para os médicos por meio do uso de realidade virtual; por meio do uso de sensores, pode-se detectar emergências médicas mesmo à distância; ensaios clínicos de medicamentos e vacinas podem ser otimizados; informações de saúde dos indivíduos podem ser armazenadas e transmitidas quando necessário; imagens médicas, sinais fisiológicos e dados clínicos podem ser analisados para auxílio em diagnósticos.

Para Iliashenko et al. (2019), a relevância da IA na área da saúde é comprovada pelo fato de empresas como IBM e Google estarem desenvolvendo soluções nessa área. São exemplos o Watson, que apoia os profissionais médicos na tomada de decisões, e o DeepMind Health, que trabalha na área de IA na medicina. Os autores classificam os instrumentos de IA utilizados na área da saúde em quatro grandes grupos: 1) por propósito: para diagnóstico, gestão de empresas ou para manter um estilo de vida saudável; 2) por meio de coleta de dados: dados coletados por sensores ou dados perguntados; 3) por tipos de usuários: para médicos ou pacientes; e 4) por tipos de dados processados: processando dados em linguagem natural, imagens ou dados numéricos.

Para Rong et al. (2020), o objetivo da saúde é tornar-se mais pessoal, preditiva, preventiva e participativa e a IA pode trazer grandes contribuições nessas direções. Os autores defendem que a IA continuará seu impulso para se desenvolver e amadurecer como uma ferramenta poderosa para a saúde. Shan et al. (2021), reforçam que a era da economia digital está influenciando fortemente a inovação e o empreendedorismo – terreno fértil para abertura de startups.

2.3 Startups e Saúde

Segundo Pandey et al. (2021), a pandemia de Covid-19 alterou drasticamente a forma como as organizações funcionam. A era da IA está chegando e irá nos envolver em muitos aspectos, mudando, em especial, o cenário dos negócios em ritmo acelerado. Como exemplo, os autores citam que os pedidos de patentes anuais globais relacionados a dispositivos médicos triplicaram em 10 anos.

Para Fróes e Klein (2020), a palavra “revolução” transmite o significado de mudança abrupta e radical. Segundo as autoras, os modelos de negócios oriundos da transformação digital podem ser caracterizados pela inovação, logo, o termo “startup” se destaca muito nesse cenário. Na área de saúde, essas empresas são denominadas *healthtechs*, ou seja, a junção das palavras em inglês *health* e *tech*, que em português significam saúde e tecnologia respectivamente.

A ideia da inovação como papel central para o desenvolvimento econômico foi trazida por Joseph Schumpeter em 1982. Segundo o autor, é no momento em que as grandes transformações se fazem presentes que o sistema econômico se desenvolve (Schumpeter, 1997). Em um momento recente, o fenômeno que Schumpeter classificou como “destruição criadora” pode ser utilizado ao analisarmos a pandemia da Covid-19, por exemplo - ela serviu

como catalizadora das inovações surgidas na área da Saúde, possibilitando um novo período de expansão e mudanças no mundo (Martins et al., 2021).

Segundo Batin et al. (2017), o mercado global de startups de IA na medicina é estimado em mais de US\$ 1 bilhão e deve crescer para US\$ 9,1 bilhões na próxima década. Para os autores, o setor de saúde é a maior fonte potencial de financiamento para IA, pois ainda é um “mercado deficitário” devido a uma grande demanda não atendida. De acordo com a Abstartups, os usos da inovação no setor de saúde são, aparentemente, intermináveis. “A tecnologia está sendo implementada em tudo, desde os processos administrativos do hospital até a pesquisa e a cirurgia do câncer, a fim de melhorar a eficiência em todo o setor e tornar a experiência do paciente o mais indolor possível”, diz Ana Flávia Carrilo, da equipe de comunicação da instituição em entrevista para a Forbes (Forbes, 2021.).

Do ponto de vista de negócios, em 2019 o Brasil era o maior mercado de saúde da América Latina e o sétimo do mundo – de acordo com o Global Startup Ecosystem Report, A partir de 2020, a chegada da pandemia de Covid-19 funcionou como um catalisador para soluções na área. Com 150 transações durante o ano de 2021, que movimentaram mais de R\$ 20 bilhões, o mercado de saúde foi o setor com mais movimentações no Brasil, reunindo as maiores operações de compras de empresas na economia brasileira (Abstartups, 2022).

3 METODOLOGIA

Com base na afirmação de Mendes-Da-Silva (2019), de que uma Revisão de Literatura pode oferecer uma visão detalhada de evidências disponíveis, bem como oportunidades de pesquisa, este trabalho utilizou-se da Revisão Sistemática de Literatura para mapear a produção científica global sobre o uso da Inteligência Artificial por startups de saúde. Segundo Tranfield et al. (2003), o objetivo de realizar uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL) é permitir que o pesquisador mapeie e avalie o território intelectual para desenvolver ainda mais o corpo de conhecimento existente. Com o auxílio de algumas técnicas de bibliometria, buscamos fazer uma avaliação quantitativa descritiva das publicações selecionadas. A bibliometria envolve a análise de citações e de critérios relacionados à avaliação da importância de um periódico na área (Berger & Baker, 2014).

Para realizar a RSL, optamos pelo método PRISMA - *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* utilizado em revisões da literatura e meta análises na área de negócios (Mendes-Da-Silva, 2019; Page et al., 2021). O percurso metodológico foi adaptado de Verhoef et al. (2021) e Dantas (2019). Para tanto, foram definidas 8 etapas de trabalho: 1) Seleção do tema de interesse; 2) Seleção do prazo da pesquisa; 3) Seleção das bases de dados; 4) Seleção das palavras-chave; 5) Identificação e triagem dos artigos; 6) Elegibilidade e formação da amostra final; 7) Leitura completa dos artigos selecionados; 8) Análise dos resultados.

Foi definido como tema de pesquisa “o uso da Inteligência Artificial em startups de saúde”. A questão que direcionou a revisão da literatura foi: “Qual o estado da arte das publicações sobre Inteligência Artificial em startups de saúde?” Neste sentido, o objetivo geral desta pesquisa foi identificar como o setor de startups de saúde está utilizando recursos de Inteligência Artificial em seus negócios e pesquisas. Para atender o objetivo geral da pesquisa, segmentamos os seguintes objetivos específicos: 1. Explicar, com base em revisão teórica, conceitos de Inteligência Artificial, sua aplicabilidade na saúde e seu uso por startups de saúde; 2. Categorizar os principais temas e clusters de pesquisa; 3. Analisar, conforme os achados, uma possível agenda de pesquisa na área.

Como busca, foram definidas as palavras-chave do estudo (“artificial intelligence”, “health”, “startup*” e “start-up*”) e o banco de dados selecionado foi o *Web of Science*, sem ser estabelecido corte temporal para busca de artigos ou demais filtros por temas ou áreas. Como critério de inclusão, foram selecionados somente artigos acadêmicos, em inglês, que contivessem, em qualquer campo de pesquisa, as palavras-chave previamente estabelecidas.

Foram excluídas demais referências que não se enquadraram na categoria “artigo científico”. A busca foi realizada em junho de 2022.

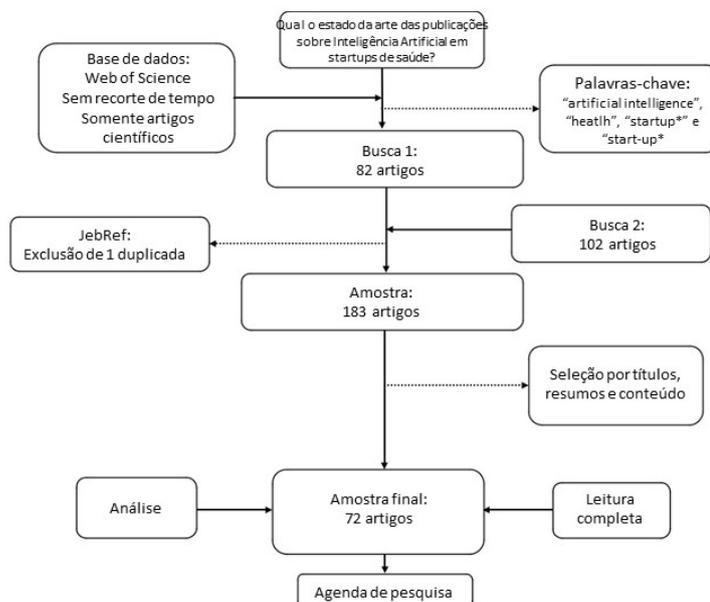


Figura 1 – Procedimento metodológico
Fonte: adaptado de Dantas et al. 2019

A partir desses critérios, a busca foi realizada em duas etapas: 1) utilizando as palavras-chave “artificial intelligence” AND “health” AND “startup*”, que resultou em um conjunto de 82 resultados; 2) para abranger maior número de artigos, também foi pesquisado o conjunto “artificial intelligence” AND “health” AND “start-up*”, que resultou em um novo conjunto de artigos com 102 resultados. Ambas as bases foram processadas no aplicativo JabRef, com exclusão de duplicadas, que resultou em um conjunto de 183 artigos. Foi descartada somente uma duplicada.

A triagem dos artigos foi feita por leitura de títulos e resumos e, quando necessário, do conteúdo. Foram selecionados 72 artigos para leitura aprofundada e análise de agenda de pesquisa. Toda a pesquisa foi analisada pelas autoras, onde foi debatido sobre o relacionamento ou não do artigo com o tema, além da triangulação das visões realizadas durante as leituras. As etapas do percurso metodológico da revisão de literatura estão descritas na figura 1.

A análise dos dados foi realizada em duas etapas. A primeira compreendeu todos os 183 artigos pré-selecionados e foi realizada com o auxílio da ferramenta da base da *Web of Science* intitulada “analisar resultados”. Essa etapa consistiu em uma análise descritiva dos achados, evidenciando a avaliação das seguintes variáveis: (a) ano de publicação, (b) afiliações, (c) áreas de pesquisa (d) principais periódicos. A segunda etapa, foi voltada para uma análise qualitativa dos 72 artigos selecionados para a mostra final. Nela, mergulhamos em possíveis utilizações da Inteligência Artificial na área da saúde para a elaboração de uma agenda de pesquisa sobre o tema.

4 ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo tem por finalidade apresentar uma análise dos dados levantados no decorrer desta pesquisa, tendo como base os artigos identificados. Na primeira parte, apresentaremos uma análise descritiva sobre o conjunto total de artigos levantados. Na

segunda parte da avaliação, traremos uma análise qualitativa sobre os temas pesquisados, organizados em 4 grandes agendas de pesquisa.

4.1 Análise Descritiva

4.1.1 Distribuição de publicações por ano

Este trabalho encontrou estudos realizados entre 2007 e 2022 (Figura 2). Pode-se observar que as publicações envolvendo Inteligência Artificial e Saúde vem crescendo nos últimos anos, em especial, a partir do surgimento da Covid-19. Enquanto no ano de 2018 (ano anterior à pandemia) foram publicados 4 artigos, 2021 se destacou com 60 publicações. O ano de 2002 presente no gráfico corresponde somente aos meses de janeiro a junho, não abrangendo a totalidades de estudos realizada no ano.



Figura 2 – Número de publicações por ano
Fonte: Dados da pesquisa

Se analisarmos somente o número de publicações desde que a pandemia começou, houve um crescimento de 106% nas pesquisas científicas entre 2019 e 2021, evidenciando que o tema pode ser uma forte agenda de pesquisa em saúde. Essa evidência vai ao encontro, por exemplo, com o pensamento de Ye et al. (2019), que afirmam que a Inteligência Artificial pode melhorar os serviços de saúde, mas sua aplicação em ambientes médicos ainda é um campo emergente, precisando ser estudado.

4.1.2 Instituições que mais pesquisaram o tema

Dentre as instituições que mais publicaram sobre o tema, destacam-se as Norte-Americanas, com 5 universidades dos Estados Unidos e 1 do Canadá entre as 10 primeiras colocações. Esse recorte representa 29,5% do total de artigos publicados. Em seguida, 2 universidades chinesas aparecem no ranking das 10 primeiras. Singapura e Índia completam o quadro (Tabela 1).

Afiliações	Contagem Do Registro
Harvard University	12
University of Texas Health Science Center Houston	12
University of Texas System	12
Peking University	11
University of California System	7
National University of Singapore	7
Massachusetts General Hospital	6
Chinese Academy of Sciences	5
Indraprastha Institute of Information Technology Delhi	5
Toronto Rehabilitation Institute	5

Tabela 1 – Universidades que mais publicaram pesquisas na área
Fonte: Dados da pesquisa

4.1.3 Principais áreas de pesquisa

Análise feita nos 183 artigos resultou em 89 áreas de pesquisa. Conforme resultados apresentados na tabela 2, podemos verificar que as áreas de computação e engenharia predominam nas temáticas. Artigos voltados para serviços de cuidados com a saúde apareceram em 9º lugar em nossa lista, mostrando ser um campo ainda com muito potencial de pesquisas. Conforme afirmam Kassam e Kassam (2020), “podemos estar vivendo um dos momentos mais importantes na história dos serviços de saúde e é a indústria da tecnologia que poderá alterar significativamente a maneira como as pessoas acessam e recebem cuidados de saúde”.

Áreas de pesquisa	Contagem do registro
Computer Science	56
Engineering	42
Biochemistry Molecular Biology	18
Science Technology Other Topics	15
Medical Informatics	13
Life Sciences Biomedicine Other Topics	10
Radiology Nuclear Medicine Medical Imaging	8
Mathematics	7
Health Care Sciences Services	6
Geriatrics Gerontology	5

Tabela 2 – Principais áreas de pesquisa
Fonte: Dados da pesquisa

4.1.4 Principais periódicos

Nossa pesquisa avaliou que nenhum *Journal* se destaca pela publicação de artigos sobre a temática. O que mais publicou foi um periódico diretamente ligado ao tema “Inteligência Artificial”, porém também foi quem obteve a menor qualificação segundo o *Journal Citation Reports* (JCR), da Clarivate, sendo um Q4. O segundo lugar em contagem de registros de publicação, alcançou classificação Q3 e os 8 outros que compuseram nossa lista têm classificação Q1 (Tabela 3).

O ranking da JCR é elaborado pela *Web of Science* e indexa diversas revistas da editora. Para calcular seu ranking, a base considera os dados de artigos publicados por cada periódico indexado nos dois anos anteriores ao ano do de referência. Feito esse cálculo, as revistas podem ser classificadas por quartilhes. Os quartilhes da JCR são classificados em 4 grupos, de Q1 a Q4. Os periódicos classificados em Q1 estão entre os mais bem avaliados.

Títulos da publicação	Contagem do registro	Classificação JCR
Lecture Notes in Artificial Intelligence	5	Q4
Bmc Medical Informatics And Decision Making	4	Q3
Computers In Biology And Medicine	3	Q1
Journal Of Medical Internet Research	3	Q1
Journal Of The American College Of Radiology	3	Q1
Cell Systems	2	Q1
Engineering Applications of Artificial Intelligence	2	Q1
Human Reproduction	2	Q1
Elife	2	Q1
Bioinformatics	2	Q1

Tabela 3 – Principais periódicos
Fonte: Dados da pesquisa

4.2 Análise qualitativa e agenda de pesquisa

4.2.1 IA na Previsão de diagnósticos: foi possível identificar na literatura que as pesquisas enfatizaram a possibilidade da utilização de recursos de IA para obter previsões de diagnóstico de doenças, entre eles câncer, diabetes, Covid-19 e outros. Tal avanço teria como principal vantagem antecipar medidas de tratamento.

Entre os estudos, foram abordados temas como técnicas modernas de aprendizado de máquina para previsão de diagnósticos (Jamal et al., 2020); um modelo aprimorado para prever o risco de diabetes tipo 2 (Liu et al., 2021); desenvolvimento de um modelo de Inteligência Artificial para prever a probabilidade de euploidia (Diakiw et al., 2022).

Em nossa pesquisa, encontramos 37% da literatura abordando a precisão à antecipação de diagnósticos através dos recursos da IA conforme a Figura 4. Segundo Santilli (2022), “o campo da Inteligência Artificial pode ser explorado para transformar uma grande quantidade de informações, melhorando a tomada de decisões por parte dos profissionais de saúde”.

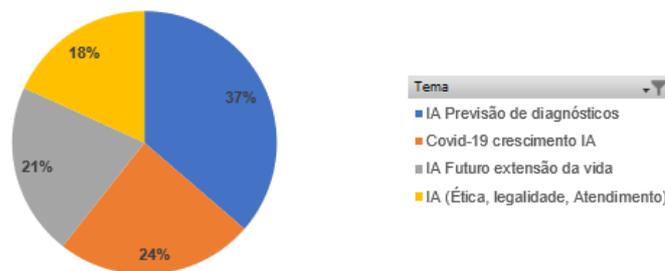


Figura 4 – Distribuição das temáticas nos textos selecionados
Fonte: Dados da pesquisa

4.2.2 Covid-19 como fator de crescimento da IA: com o fenômeno do Covid-19 e a alta demanda de soluções através da Inteligência Artificial, estudos foram desenvolvidos com o objetivo de identificar os principais temas como aprendizado profundo incorporado à pontuação de risco para estimativa de idade biológica (Pandey et al., 2021); reaproveitamento de medicamentos para COVID-19 usando rede neural gráfica (Hsieh et al., 2021); diagnóstico rápido habilitado por inteligência artificial de pacientes com COVID-19 (Mei et al., 2020); perguntas-chave para modelar estratégias de saída da COVID-19 (Thompson et al., 2020).

Os textos dessa categoria correspondem a 24% dos temas abordados. Segundo Mei et al (2020), “a pandemia de COVID-19 resultou em mais de 3 milhões de casos em todo o mundo. O reconhecimento precoce da doença foi crucial, não apenas para o atendimento individual ao paciente, mas também de uma perspectiva mais ampla de saúde pública.”

4.2.3 IA na Futuro e extensão da vida: nestes estudos, foi evidenciado a necessidade de iniciativas que falam sobre a importância de adaptar estilos de vida saudáveis, atenção à saúde e hábitos que proporcionem longevidade. Entre as literaturas estudadas 21% dos temas abordam conhecimentos como: importância de fatores de estilo de vida saudável e métricas ideais de saúde cardiovascular (Yang et al., 2022); associação de estilo de vida saudável, incluindo um padrão de sono saudável com diabetes mellitus tipo 2 (Song et al., 2022); pesquisa em design de produtos médicos para famílias de idosos com base em Inteligência Artificial (Batin et al., 2017).

As pesquisas têm como objetivo conscientizar profissionais e a população sobre os cuidados no combate e prevenção de doenças, contribuindo com informações para maior

qualidade de vida e visão de futuro a longo prazo. Segundo pesquisa de Rong et al. (2022), “a inteligência artificial desempenha um papel importante com foco nos idosos”.

4.2.4 IA relacionado à ética, legalidade e atendimento: em nossa pesquisa foram observadas algumas questões sobre como a ética é tratada na área da saúde, como garantir a legalidade e a segurança das informações de pacientes. Esses temas são preocupações levantadas em 18% dos estudos e explorados através de temas como: compartilhamento de dados de imagem em um mundo de saúde em evolução (Batlle et al., 2021); segurança de infraestruturas de informação de saúde através de sobreposições (Baiardi et al., 2009).

Os autores destacaram a importância da intervenção da Inteligência Artificial no bloqueio de possíveis vazamentos das informações dos pacientes. De acordo com Alimenti et al. (2022), “com o crescimento das tecnologias de computação e comunicação, o paradigma de processamento de informações do ambiente de saúde está evoluindo. As informações do paciente são armazenadas eletronicamente, tornando conveniente armazenar e recuperá-las remotamente quando necessário. No entanto, a evolução dos sistemas de saúde para ambientes de saúde inteligentes traz desafios.”

4.3 Startups de saúde que utilizam Inteligência Artificial

Apesar de startups de saúde serem fomentadoras do uso de novas tecnologias e serviços, poucos estudos foram publicados unindo as três palavras-chave da pesquisa. Nessa pesquisa, destacamos o estudo feito por Garbuio e Lin (2019), que identifica modelos de negócios emergentes em startups que estão usando soluções de IA em saúde. Veja abaixo os 7 arquétipos criados:

Arquétipos de Provedores de Informação	
Modelo de entrega	Descrição
Diagnóstico especializado	Concentra-se no uso de IA para analisar um tipo de dados (por exemplo, imagens) para fornecer insights precisos para médicos e pagadores. O objetivo é o diagnóstico e não a prevenção. Eles representam um modelo de negócios linear típico, que usa entradas para resolver um problema abaixo do valor corrente.
Agregador	Concentra-se no uso de IA para analisar fontes de dados diferentes (por exemplo, EHR, imagens, estudos científicos, mas também dados de mídia social) para fornecer informações mais precisas e insights para os médicos (por exemplo, auxiliando no diagnóstico), administradores e pagadores (por exemplo, sobre saúde da população e gestão de risco).
Saúde pessoal	Utiliza a IA para reduzir a assimetria de informações entre médicos, pagadores e pacientes, fornecendo aos pacientes explicações para diversas questões. O objetivo é fornecer informações precisas e diagnóstico rápido ao invés de prevenir ou curar.
Prevenção inteligente	Provedores que vão um passo além em comparação com acompanhantes pessoais de saúde para dar aos pacientes um empurrão para mudar os padrões de comportamento. Os pacientes são empoderados para serem mais responsáveis por sua saúde, prevenindo doenças e não apenas diagnosticando e/ou curando.
Arquétipos de Conectores	
Promotor	Tem por objetivo fornecer um diagnóstico dos sintomas do paciente e, em seguida, recomendar aos pacientes um profissional de saúde especializado em sua doença. A IA permite o diagnóstico e, em seguida, a canalização para o profissional certo ou pagador de uma forma eficaz.
Discriminador	Permite que indivíduos, como pacientes e suas famílias, compartilhem suas experiências com terapias e sistema de saúde; também permite que médicos compartilhem seus insights sobre terapias.
Corretor de confiança	Habilita o diagnóstico, o gerenciamento de pacientes e o tratamento agregando várias formas de dados de várias fontes (por exemplo, dispositivos habilitados para IoT, EHR, registros de saúde, mas também dados de mídia social) e fornecendo monitoramento e insights sobre a deterioração da saúde e a necessidade de intervenção. Em comparação com os agregadores, os corretores confiáveis têm relações mais íntimas com os pacientes, muitas vezes coletando dados remotamente e fornecendo feedback e conselhos.

Quadro 1 – Arquétipos de modelos de negócios

Fonte: Garbuio e Lin (2019)

O texto reúne sete arquétipos de modelo de negócios orientadas por IA. A intenção dos autores é auxiliar os empreendedores a selecionar a estratégia de desenvolvimento de tecnologia de IA mais adequada para o negócio.

Fase de formatação	
Domínio clínico	O objetivo mais importante dessa fase é definir uma necessidade clínica e mostrar que é ela solucionável por meio da IA. Se a solução não reduzir custos, nem apresentar benefício clínico comprovado, então o produto potencial não viável financeiramente.
Domínio Regulatório	Os empreendedores precisam entender muito cedo como seu futuro produto será regulamentado, pois as autoridades regulatórias de diversos países têm criado leis cada vez mais rígidas para proteger o público de intervenções médicas potencialmente perigosas.
Domínio de dados	Muitos clínicos e empreendedores não estão cientes dos impedimentos legais de compartilhar dados, para uso comercial, então a decisão de formar uma equipe deve ser baseada em evidências claras de que os dados estarão disponíveis e utilizáveis. Após essa constatação, é importante avaliar se os dados escolhidos dão suporte para resolver a necessidade a que o projeto se propõe.
Domínio do algoritmo	O importante nesta fase é escolher algoritmos que serão utilizados para os fins pretendidos. É importante ficar atento não apenas ao conjunto de dados restrito com que o trabalho será iniciado, mas também com o volume de dados na escala necessária para a implantação pretendida. O teste de vários algoritmos e o desenvolvimento de benchmarks de desempenho também são muito importantes.
Fase de construção	
Domínio clínico	Durante a fase de construção do projeto, é muito importante validar e ajustar a necessidade clínica, para garantir que o processo de desenvolvimento siga no caminho certo. Um grande risco, nesta fase, é que se acabe com uma solução técnica que funciona bem, mas que não atende mais à necessidade clínica real.
Domínio Regulatório	É importante desenvolver uma solução que resista à aprovação regulatória. Existe o risco de que sejam feitas suposições incorretas sobre os certificados exigidos e os custos e prazos associados. Também é importante certificar-se de que cada peça de tecnologia seja usada da maneira correta para o certificado pretendido.
Domínio de dados	Este é o estágio em que as fontes de dados externas devem ser agregadas às internas, permitindo que hipóteses sobre homogeneidade e qualidade dos dados sejam avaliadas sistematicamente. É importante certificar-se de que a equipe tenha, não apenas experiência em ML, mas também experiência no processamento correto dos dados.
Domínio do algoritmo	Com acesso a um conjunto de dados maior, deve-se priorizar a manutenção do valor preditivo, apesar das possíveis diferenças entre as fontes. Não é incomum que a tecnologia inicial seja inadequada para acomodar dados heterogêneos. Assim, é frequente que os modelos precisem ser reconstruídos do zero nesta fase, muitas vezes com o auxílio de engenheiros mais experientes.
Fase de lançamento	
Domínio clínico	A validação clínica final é a comprovação de que o produto cumpre sua promessa no cenário clínico do mundo real. Em geral, normalmente é necessário realizar um ensaio clínico de qualquer novo produto médico baseado em IA para provar, não apenas a segurança, mas também a eficácia do produto.
Domínio Regulatório	Nessa fase, a equipe se concentrará na implementação de um processo de desenvolvimento de software totalmente compatível com todas as etapas necessárias para a certificação médica. Os processos devem ser desenvolvidos para lidar com toda a vigilância com relação a forma como o produto se comporta no mundo real. Se os usuários relatarem um bug, que pode causar danos à vida (ou seja, um evento adverso), os gerentes de produto já devem ter planos de contingência para lidar com a situação.
Domínio de dados	Para certos casos, os ensaios clínicos podem ser construídos de forma que a equipe interna possa, posteriormente, treinar seus modelos nos dados recém-adquiridos. Um grande risco é que os dados usados nas etapas anteriores não sejam suficientemente heterogêneos e os RWD dentro da validação clínica sejam muito mais ruidosos ou tão diferentes que o valor preditivo não se sustenta. Assim, a coleta de dados na fase final de pré-comercialização deve ser planejada e executada com o mais alto escrutínio.
Domínio do algoritmo	Testes extensivos na fase de construção, tanto no desenvolvimento do modelo quanto no lado da interface do usuário, devem ajudar a manter o risco de falhas no lançamento o mais baixo possível. Supondo que uma falha catastrófica não ocorra, o foco algorítmico deve estar em quão bem o modelo é transferido para dados externos.

Quadro 2 – Fases de desenvolvimento de um projeto de startup de saúde

Fonte: Higgins e Madai (2020)

. No texto, os autores também levantam 4 pontos importantes para serem analisados por quem está pensando em utilizar recursos de IA em startups: 1) em que estágio está a empresa? 2) a eficácia dos insights da IA depende mais dos dados disponíveis ou do algoritmo que pode ser construído? 3) o que a empresa vende? 4) quais os recursos disponíveis?

Essas são apenas algumas considerações levantadas pelos pesquisadores. O que não deixa dúvidas é que o uso da inteligência artificial por startups de saúde pode redefinir o cenário do setor, abrindo novos mercados e aproximando prestadores de serviços, profissionais da saúde e pacientes. No quadro 2 se apresenta um resumo dos passos:

Outro estudo que chamou a atenção foi o desenvolvido por Higgins e Madai (2020), onde os pesquisadores propõe uma estrutura para desenvolvimento de projetos de IA em saúde. A estrutura navega em um processo de três fases para o lançamento no mercado de um produto de IA médica validado, sendo elas a fase de formatação do produto, fase de desenvolvimento e fase de lançamento. Para cada uma, os autores destacam alguns pontos importantes a serem levados em consideração para que se alcance o domínio clínico do produto, o domínio regulatório, o de dados e o do algoritmo. Segundo os autores, após o lançamento do produto, o roteiro de desenvolvimento retorna ao que normalmente é visto em mercados não regulamentados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao responder o objetivo de “identificar como startups de saúde estão utilizando recursos de Inteligência Artificial em seus negócios e pesquisas” foram identificadas quatro categorias de IA, sendo: 1) previsão de diagnósticos com base em recursos de IA; 2) Covid-19 como impulsionador de novos negócios; 3) utilização de IA na extensão da vida; 4) questões relacionadas à ética, legalidade e atendimentos.

A previsão de diagnósticos destacou-se entre os achados, sendo voltada, principalmente, para apoiar análises de doenças em andamento (Diakiw et al., 2022). A pandemia foi um fator relevante nessa análise, pois impulsionou o desenvolvimento de novas empresas que utilizam a IA como *core business* de determinadas soluções.

Para expandir a qualidade de vida da população, a IA pode contribuir por meio de dispositivos de monitoramento e previsão de saúde, como evidenciado no caso das diabetes em Yang et al. (2022). Por fim, para que todas essas ações sejam efetivadas em massa, é necessária uma reflexão sobre as questões éticas e legais da IA na saúde, o que ainda se encontra de forma embrionária, pois esta tecnologia tem agido de forma disruptiva.

Conclui-se que, apesar do potencial disruptivo dessa tecnologia, alguns pontos ainda devem ser observados para garantir que a IA possa ser amplamente utilizada em um futuro próximo. Destacam-se: 1) a necessidade de garantir privacidade e proteção dos dados; 2) a necessidade de adaptação de modelos de negócio voltados para o uso da IA em saúde; 3) a necessidade das empresas e profissionais estarem preparados para o uso dessa tecnologia.

Na análise dos dados, foi evidenciado que as Startups que atuam com IA na Saúde necessitam passar por algumas formatações e adaptações em seus modelos. A revisão da literatura proporcionou uma análise de como a IA na saúde pode se relacionar com os negócios. Essa pesquisa busca contribuir e avançar nas agendas já publicadas por Bzhalava et al., (2022) e Rong et al. (2020) e trazer explicações para o campo. As limitações encontradas nessa revisão devem ser levadas em consideração, como a opção por pesquisar somente por artigos publicados na língua inglesa ou a utilização de uma base de dados específica.

Uma das limitações de pesquisa pode ser a unidade de análise investigada, em que tal recorte pode, por exemplo, ter favorecido a seleção de publicações de universidades ligadas aos EUA. Novas revisões sistemáticas sobre o assunto devem ser consideradas, já que a temática aparece com forte tendência para publicações. Novos estudos também podem ser desenvolvidos buscando temas como modelos de negócio em startups de saúde ou utilização de Inteligência Artificial para desenvolvimento de políticas públicas de saúde.

REFERÊNCIAS

- 15 healthtechs que estão revolucionando a saúde para ficar de olho em 2021 - Forbes. (n.d.). Retrieved August 5, 2022, from <https://forbes.com.br/forbes-tech/2021/07/16-healthtechs-que-estao-revolucionando-a-saude-para-ficar-de-olho-em-2021/>
- 2021 Year-End Insights Report: \$44B Raised Globally in Health Innovation, Doubling Year Over Year | by StartUp Health | StartUp Health. (n.d.). Retrieved August 6, 2022, from <https://healthtransformer.co/2021-year-end-insights-report-44b-raised-globally-in-health-innovation-doubling-year-over-year-90b19ff4a8a6>
- Abstartups. (2022). *Mapeamento Healthtech - Abstartups*. <https://abstartups.com.br/mapeamento-healthtech/>
- Alhasan, M., & Hasaneen, M. (2021). Digital imaging, technologies and artificial intelligence applications during COVID-19 pandemic. In *Computerized Medical Imaging and Graphics* (Vol. 91). <https://doi.org/10.1016/j.compmedimag.2021.101933>
- Alimenti, F., Zaman, U., Mehmood, F., Iqbal, N., Kim, J., & Ibrahim, M. (2022). Towards Secure and Intelligent Internet of Health Things: A Survey of Enabling Technologies and Applications. *Electronics 2022, Vol. 11, Page 1893, 11(12)*, 1893. <https://doi.org/10.3390/ELECTRONICS11121893>
- Baiardi, F., Maggiari, D., & Sgandurra, D. (2009). Securing health information infrastructures through overlays. *HEALTHINF 2009 - Proceedings of the 2nd International Conference on Health Informatics*. <https://doi.org/10.5220/0001430801230128>
- Batin, M., Turchin, A., Sergey, M., Zhila, A., & Denkenberger, D. (2017). Artificial Intelligence in Life Extension: from Deep Learning to Superintelligence | Batin | Informatica. *Informatica, 41*. <https://informatica.si/index.php/informatica/article/view/1797/1104>
- Battle, J. C., Dreyer, K., Allen, B., Cook, T., Roth, C. J., Kitts, A. B., Geis, R., Wu, C. C., Lungren, M. P., Patti, J., Prater, A., Rubin, D., Halabi, S., Tilkin, M., Hoffman, T., Coombs, L., & Wald, C. (2021). Data Sharing of Imaging in an Evolving Health Care World: Report of the ACR Data Sharing Workgroup, Part 1: Data Ethics of Privacy, Consent, and Anonymization. *Journal of the American College of Radiology, 18(12)*, 1646–1654. <https://doi.org/10.1016/J.JACR.2021.07.014>
- Benning, L., Peintner, A., & Peintner, L. (2022). Advances in and the Applicability of Machine Learning-Based Screening and Early Detection Approaches for Cancer: A Primer. *Cancers 2022, Vol. 14, Page 623, 14(3)*, 623. <https://doi.org/10.3390/CANCERS14030623>
- Berger, J. M., & Baker, C. M. (2014). Bibliometrics: An Overview. *Rajiv Gandhi University of Health Sciences Journal of Pharmaceutical Sciences, 4(3)*. <https://doi.org/10.5530/rjps.2014.3.2>
- Birkle, C., Pendlebury, D. A., Schnell, J., & Adams, J. (2020). Web of science as a data source for research on scientific and scholarly activity. *Quantitative Science Studies, 1(1)*. https://doi.org/10.1162/qss_a_00018
- Blasiak, A., Khong, J., & Kee, T. (2020). CURATE.AI: Optimizing Personalized Medicine with Artificial Intelligence. *SLAS Technology, 25(2)*, 95–105. <https://doi.org/10.1177/2472630319890316>
- Bzhalava, L., Hassan, S. S., Kaivo-Oja, J., Köping Olsson, B., & Imran, J. (2022). Mapping the Wave of Industry Digitalization by Co-Word Analysis: An Exploration of Four Disruptive Industries. *International Journal of Innovation and Technology Management, 19(2)*. <https://doi.org/10.1142/S0219877022500018>
- Davenport, T., & Kalakota, R. (2019). The potential for artificial intelligence in healthcare. *Future Healthcare Journal, 6(2)*. <https://doi.org/10.7861/futurehosp.6-2-94>
- Diakiw, S. M., Hall, J. M. M., VerMilyea, M. D., Amin, J., Aizpurua, J., Giardini, L., Briones, Y. G., Lim, A. Y. X., Dakka, M. A., Nguyen, T. v, Perugini, D., & Perugini, M. (2022). Development of an artificial intelligence model for predicting the likelihood of human embryo euploidy based on blastocyst images from multiple imaging systems during IVF. *Human Reproduction, 37(8)*, 1746–1759. <https://doi.org/10.1093/HUMREP/DEAC131>
- Dimitrov, D. v. (2019). Blockchain applications for healthcare data management. *Healthcare Informatics Research, 25(1)*. <https://doi.org/10.4258/hir.2019.25.1.51>
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research, 133*. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>
- Frões, L. T. C., & Klein, A. Z. (n.d.). MODELOS DE NEGÓCIOS DE HEALTH TECHS: UMA ANÁLISE À LUZ DA TEORIA NEO-INSTITUCIONAL. *XLIV ENCONTRO DA ANPAD - EnANPAD 2020*.
- Galmarini, C. M., & Lucius, M. (2020). Artificial intelligence: A disruptive tool for a smarter medicine. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences, 24(13)*. https://doi.org/10.26355/eurrev_202007_21915
- Garbuio, M., & Lin, N. (2019). Artificial intelligence as a growth engine for health care startups: Emerging business models. *California Management Review, 61(2)*. <https://doi.org/10.1177/0008125618811931>
- Higgins, D., & Madai, V. I. (2020). From Bit to Bedside: A Practical Framework for Artificial Intelligence Product Development in Healthcare. *Advanced Intelligent Systems, 2(10)*. <https://doi.org/10.1002/aisy.202000052>
- Hsieh, K., Wang, Y., Chen, L., Zhao, Z., Savitz, S., Jiang, X., Tang, J., & Kim, Y. (2021). Drug repurposing for COVID-19 using graph neural network and harmonizing multiple evidence. *Scientific Reports 2021 11:1, 11(1)*, 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-02353-5>
- Huang, S., Yang, J., Fong, S., & Zhao, Q. (2020). Artificial intelligence in cancer diagnosis and prognosis: Opportunities and challenges. *Cancer Letters, 471*, 61–71. <https://doi.org/10.1016/J.CANLET.2019.12.007>

- Iliashenko, O., Bikkulova, Z., & Dubgorn, A. (2019). Opportunities and challenges of artificial intelligence in healthcare. *E3S Web of Conferences*, 110. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201911002028>
- Jamal, S., Khubaib, M., Gangwar, R., Grover, S., Grover, A., & Hasnain, S. E. (2020). Artificial Intelligence and Machine learning based prediction of resistant and susceptible mutations in Mycobacterium tuberculosis. *Scientific Reports 2020 10:1*, 10(1), 1–16. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-62368-2>
- Kassam, A., & Kassam, N. (2020). Artificial intelligence in healthcare: A Canadian context. *Healthcare Management Forum*, 33(1). <https://doi.org/10.1177/0840470419874356>
- Kuckertz, A., Brändle, L., Gaudig, A., Hinderer, S., Morales Reyes, C. A., Prochotta, A., Steinbrink, K. M., & Berger, E. S. C. (2020). Startups in times of crisis – A rapid response to the COVID-19 pandemic. *Journal of Business Venturing Insights*, 13. <https://doi.org/10.1016/j.jbvi.2020.e00169>
- Liang, H., Tsui, B. Y., Ni, H., Valentim, C. C. S., Baxter, S. L., Liu, G., Cai, W., Kermany, D. S., Sun, X., Chen, J., He, L., Zhu, J., Tian, P., Shao, H., Zheng, L., Hou, R., Hewett, S., Li, G., Liang, P., ... Xia, H. (2019). Evaluation and accurate diagnoses of pediatric diseases using artificial intelligence. *Nature Medicine*, 25(3). <https://doi.org/10.1038/s41591-018-0335-9>
- Liu, W., Zhuang, Z., Wang, W., Huang, T., & Liu, Z. (2021). An Improved Genome-Wide Polygenic Score Model for Predicting the Risk of Type 2 Diabetes. *Frontiers in Genetics*, 12, 63. <https://doi.org/10.3389/FGENE.2021.632385/BIBTEX>
- Marcel Lima Ribeiro Dantas -, A. (n.d.). *Percepções de Stakeholders Sobre a Performance Social Corporativa: Revisão Sistemática da Literatura Usando o Protocolo PRISMA*.
- Martins, I., Andrade, D., & Tumelero, C. (n.d.). *Increasing customer service efficiency through artificial intelligence chatbot*. <https://doi.org/10.1108/REGE-07-2021-0120>
- Mehta, N., & Devarakonda, M. v. (2018). Machine learning, natural language programming, and electronic health records: The next step in the artificial intelligence journey? In *Journal of Allergy and Clinical Immunology* (Vol. 141, Issue 6). <https://doi.org/10.1016/j.jaci.2018.02.025>
- Mei, X., Lee, H. C., Diao, K. yue, Huang, M., Lin, B., Liu, C., Xie, Z., Ma, Y., Robson, P. M., Chung, M., Bernheim, A., Mani, V., Calcagno, C., Li, K., Li, S., Shan, H., Lv, J., Zhao, T., Xia, J., ... Yang, Y. (2020). Artificial intelligence-enabled rapid diagnosis of patients with COVID-19. *Nature Medicine 2020 26:8*, 26(8), 1224–1228. <https://doi.org/10.1038/s41591-020-0931-3>
- Mendes-Da-Silva, W. (2019). Contribuições e Limitações de Revisões Narrativas e Revisões Sistemáticas na Área de Negócios. *Revista de Administração Contemporânea*, 23(2). <https://doi.org/10.1590/1982-7849rac2019190094>
- Oliveira, R. de. (2019). *OMS divulga primeira diretriz sobre intervenções de saúde digital | RETS - Rede Internacional de Educação de Técnicos em Saúde*. <https://www.rets.epsjv.fiocruz.br/noticias/oms-divulga-primeira-diretriz-sobre-intervencoes-de-saude-digital>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. In *The BMJ* (Vol. 372). <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Pandey, A., Kumar, A., Mangla, P., & Jain, C. (2021). How AI has Proved to be a Game-Changer for Organizations to Conquer Covid-19. *Pacific Business Review International*, 13(12).
- Paul, S., Riffat, M., Yasir, A., Mahim, M. N., Sharnali, B. Y., Naheen, I. T., Rahman, A., & Kulkarni, A. (2021). Industry 4.0 Applications for Medical/Healthcare Services. *Journal of Sensor and Actuator Networks 2021*, Vol. 10, Page 43, 10(3), 43. <https://doi.org/10.3390/JSAN10030043>
- Prieto-Sandoval, V., Jaca, C., & Ormazabal, M. (2018). Towards a consensus on the circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 179. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.224>
- Ries, E. (2011). *The Lean Startup: How constant innovation creates radically successful businesses*. 336.
- Rong, G., Mendez, A., Bou Assi, E., Zhao, B., & Sawan, M. (2020). Artificial Intelligence in Healthcare: Review and Prediction Case Studies. In *Engineering* (Vol. 6, Issue 3). <https://doi.org/10.1016/j.eng.2019.08.015>
- Rong, J., Ji, X., Fang, X., & Jee, M. H. (2022). Research on Material Design of Medical Products for Elderly Families Based on Artificial Intelligence. *Applied Bionics and Biomechanics*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/7058477>
- Safavi, K., Mathews, S. C., Bates, D. W., Ray Dorsey, E., & Cohen, A. B. (2019). Top-funded digital health companies and their impact on high-burden, high-cost conditions. *Health Affairs*, 38(1), 115–123. <https://doi.org/10.1377/HLTHAFF.2018.05081/ASSET/IMAGES/LARGE/FIGUREEX4.JPEG>
- Santilli, V. (2022). Application of machine learning techniques to physical and rehabilitative medicine. *Annali Di Igiene Medicina Preventiva e Di Comunità*, 34(1). <https://doi.org/10.7416/ai.2021.2444>
- Schuhmacher, A., Gatto, A., Kuss, M., Gassmann, O., & Hinder, M. (2021). Big Techs and startups in pharmaceutical R&D – A 2020 perspective on artificial intelligence. *Drug Discovery Today*, 26(10), 2226–2231. <https://doi.org/10.1016/J.DRUDIS.2021.04.028>
- Schumpeter, J. Alois. (1997). *Teoria do desenvolvimento econômico : uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico*.
- Shan, B., Pu, Y., Chen, B., & Lu, S. (2021). New Technologies' Commercialization: The Roles of the Leader's Emotion and Incubation Support. *Frontiers in Psychology*, 12, 2882. <https://doi.org/10.3389/FPSYG.2021.710122/BIBTEX>

- Si, D., Cheng, S. C., Xing, R., Liu, C., & Wu, H. Y. (2019). Scaling up prediction of psychosis by natural language processing. *Proceedings - International Conference on Tools with Artificial Intelligence, ICTAI, 2019-November*, 339–347. <https://doi.org/10.1109/ICTAI.2019.00055>
- Song, Y., Ning, H., Ye, X., Chandana, D., & Wang, S. (2022). Analyze the usage of urban greenways through social media images and computer vision: *Https://Doi.Org/10.1177/23998083211064624*. <https://doi.org/10.1177/23998083211064624>
- Swayamsiddha, S., Prashant, K., Shaw, D., & Mohanty, C. (2021). The prospective of Artificial Intelligence in COVID-19 Pandemic. In *Health and Technology* (Vol. 11, Issue 6). <https://doi.org/10.1007/s12553-021-00601-2>
- Thompson, R. N., Hollingsworth, T. D., Isham, V., Arribas-Bel, D., Ashby, B., Britton, T., Challenor, P., Chappell, L. H. K., Clapham, H., Cunniffe, N. J., Dawid, A. P., Donnelly, C. A., Eggo, R. M., Funk, S., Gilbert, N., Glendinning, P., Gog, J. R., Hart, W. S., Heesterbeek, H., ... Restif, O. (2020). Key questions for modelling COVID-19 exit strategies. *Proceedings of the Royal Society B*, 287(1932), 20201405. <https://doi.org/10.1098/RSPB.2020.1405>
- Tran, B. X., Vu, G. T., Ha, G. H., Vuong, Q. H., Ho, M. T., Vuong, T. T., La, V. P., Ho, M. T., Nghiem, K. C. P., Nguyen, H. L. T., Latkin, C. A., Tam, W. W. S., Cheung, N. M., Nguyen, H. K. T., Ho, C. S. H., & Ho, R. C. M. (2019). Global evolution of research in artificial intelligence in health and medicine: A bibliometric study. *Journal of Clinical Medicine*, 8(3). <https://doi.org/10.3390/jcm8030360>
- Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. In *British Journal of Management* (Vol. 14, Issue 3). <https://doi.org/10.1111/1467-8551.00375>
- Verhoef, P. C., Broekhuizen, T., Bart, Y., Bhattacharya, A., Qi Dong, J., Fabian, N., & Haenlein, M. (2021). Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *Journal of Business Research*, 122. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.09.022>
- Web of Science (WoS) – Database Scientific – (2022). URL: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/basic-search>
- Yang, R., Lv, J., Yu, C., Guo, Y., Bian, Z., Han, Y., Yang, L., Chen, Y., Du, H., Liu, J., Qu, C., Chen, J., Chen, Z., Clarke, R., Huang, T., Li, L., Group, the C. K. B. C., Chen, J., Chen, Z., ... Qiu, Z. (2022). Importance of healthy lifestyle factors and ideal cardiovascular health metrics for risk of heart failure in Chinese adults. *International Journal of Epidemiology*, 51(2), 567–578. <https://doi.org/10.1093/IJE/DYAB236>
- Ye, T., Xue, J., He, M., Gu, J., Lin, H., Xu, B., & Cheng, Y. (2019). Psychosocial Factors Affecting Artificial Intelligence Adoption in Health Care in China: Cross-Sectional Study. *J Med Internet Res* 2019;21(10):E14316 <Https://Www.Jmir.Org/2019/10/E14316>, 21(10), e14316. <https://doi.org/10.2196/14316>
- Yeh, S. C., Wu, A. W., Yu, H. C., Wu, H. C., Kuo, Y. P., & Chen, P. X. (2021). Public perception of artificial intelligence and its connections to the sustainable development goals. *Sustainability (Switzerland)*, 13(16). <https://doi.org/10.3390/su13169165>