

Aplicação da Inteligência Artificial na Atenção Primária à Saúde: revisão de escopo e avaliação crítica

Application of Artificial Intelligence in Primary Health Care: Scoping review and critical analysis

Douglas Rodrigues Torres¹, Eduardo Dias Wermelinger², Aldo Pacheco Ferreira³

DOI: 10.1590/2358-2898202514510070P

RESUMO A Inteligência Artificial (IA) está revolucionando a assistência médica com soluções para desafios complexos, aprimorando o diagnóstico, o tratamento e o cuidado. No entanto, sua integração levanta questões sobre aplicações, benefícios e desafios. Esta revisão teve como objetivo discutir o uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) para melhorar a gestão, o diagnóstico e o cuidado na Atenção Primária à Saúde (APS). Para atender a esse propósito, foram utilizadas as bases de dados Web of Science, Proquest Central, Emerald Management Journals, PubMed e Scopus/Elsevier. A seleção de estudos envolveu triagem de títulos, revisão de resumos e exame de textos completos, aderindo às diretrizes PRISMA-ScR durante todo o processo. Os estudos examinaram as TIC sobre o uso potencial de ferramentas baseadas em IA no atendimento de pacientes na APS (11/34, 32,35%), e quanto aos desafios do uso da IA na APS (23/67,65%). A aplicação da IA na APS destaca a promessa de melhorias significativas, mas também a complexidade envolvida em sua implementação. A eficácia da IA nesse contexto está diretamente ligada a uma abordagem integrada que deve considerar a infraestrutura tecnológica existente, essencial para suportar as demandas de processamento de dados e a implementação de sistemas inteligentes.

PALAVRAS-CHAVE Inteligência Artificial. Atenção Primária à Saúde. Saúde digital. Revisão.

ABSTRACT Artificial Intelligence (AI) is revolutionizing healthcare with solutions to complex challenges, improving diagnosis, treatment, and care. However, its integration raises questions about applications, benefits, and challenges. This review aimed to discuss the use of Information and Communication Technologies (ICTs) to improve management, diagnosis and care in Primary Health Care (PHC). In order to meet this purpose, the Web of Science, Proquest Central, Emerald Management Journals, PubMed, and Scopus/Elsevier databases were used. Study selection involved title screening, abstract review, and full-text examination, adhering to the PRISMA-ScR guidelines throughout the process. Studies examined ICTs on the potential use of AI-based tools in patient care in PHC (11/34, 32.35%), and on the challenges of using AI in PHC (23/67.65%). The application of AI in PHC highlights the promise of significant improvements, but also the complexity involved in its implementation. The effectiveness of AI in this context is directly linked to an integrated approach that must consider the existing technological infrastructure, which is essential to support data processing demands and the implementation of intelligent systems.

KEYWORDS Artificial Intelligence. Primary Health Care. Digital health. Review.

¹Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca (Ensp), Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública – Profissional (PPGSP-P) – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

²Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca (Ensp), Departamento de Ciências Biológicas (DCB) – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

³Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca (Ensp), Departamento de Estudos em Violência e Saúde Jorge Careli (Claves) – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.
aldo.ferreira@fiocruz.br



Introdução

O uso de Inteligência Artificial (IA) na Atenção Primária à Saúde (APS) tem sido amplamente recomendado¹. Os sistemas de IA têm sido cada vez mais usados na área da saúde, em geral², dada a esperança de que tais sistemas possam ajudar a desenvolver e aumentar a capacidade dos humanos em áreas como diagnóstico, terapêutica e gerenciamento de sistemas de atendimento ao paciente e à saúde². Os sistemas de IA têm a capacidade de transformar a APS, por exemplo, melhorando a previsão de riscos, apoiando a tomada de decisões clínicas, aumentando a precisão e a pontualidade do diagnóstico, facilitando a revisão e documentação de prontuários, aumentando as relações médico-paciente e otimizando as operações e a alocação de recursos³.

A APS, como a força dominante na base da pirâmide da assistência médica, com sua interconexão incomparável com todas as partes do sistema de saúde e seu profundo relacionamento com pacientes e comunidades, é a especialidade mais adequada para liderar a revolução da IA⁴, ou seja, técnicas avançadas de computação para processamento de informações, na assistência médica⁵. É o primeiro nível de atenção em saúde e se caracteriza por um conjunto de ações de saúde, nos âmbitos individual e coletivo; e, por conseguinte, um pilar fundamental na assistência à saúde, servindo como o primeiro ponto de contato e gerenciando o número mais significativo de pacientes. Dessa forma, oferece atendimento centrado no paciente, abrangente, longitudinal e coordenado entre os setores clínicos em suas especialidades⁶.

À medida que o uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) se desenvolveu e avançou ao longo do século XX, essas foram incorporadas à assistência médica de muitas maneiras⁷. Inicialmente, isso começou com sistemas de administração hospitalar computadorizados para permitir que a organização de áreas clínicas e departamentos de serviço dentro de um hospital fosse mais

eficiente⁸. Mais tarde, formas simples de sistemas de suporte à decisão clínica foram desenvolvidas e implementadas em hospitais e outras instalações de assistência médica para dar suporte a médicos, enfermeiros e outros profissionais para melhorar as decisões tomadas e o atendimento prestado. Conforme os anos passaram, a tendência de usar tecnologia na assistência médica continuou⁹. Outros tipos de aplicativos de computador, como sistemas de entrada de pedidos, registros eletrônicos de saúde e prescrição eletrônica foram projetados e implantados para reduzir o número de erros médicos que ocorreram para melhorar a qualidade e a segurança do atendimento ao paciente¹⁰. Essa tendência ficou conhecida como saúde eletrônica (*eHealth*), e, agora, como saúde digital, assim definida por Eysenbach e Jadad¹¹⁽¹⁾:

[...] um campo emergente na intersecção da informática médica, saúde pública e negócios, referindo-se a serviços de saúde e informações entregues ou aprimoradas por meio da Internet e tecnologias relacionadas. Em um sentido mais amplo, o termo caracteriza não apenas o desenvolvimento técnico, mas também um estado de espírito, uma maneira de pensar, uma atitude e um compromisso com o pensamento global em rede, para melhorar os cuidados de saúde local, regional e mundialmente usando tecnologia de informação e comunicação.

Desde a introdução da tecnologia na assistência médica, houve graus de sucesso e fracasso ao implantá-la em ambientes clínicos⁴. Embora alguns formuladores de políticas, gerentes de serviços de saúde e profissionais de saúde possam estar entusiasmados com a adoção de novas tecnologias, muitos problemas podem ocorrer à medida que elas são implementadas. Por exemplo, Hamade et al.¹² revisaram a literatura sobre barreiras que afetaram como os registros eletrônicos foram implementados na atenção primária. Isso mostrou inúmeras dificuldades relacionadas a quão bem o sistema técnico se

ajustava aos fluxos de trabalho clínicos e à cultura de prestação de cuidados. O tipo de abordagem de gerenciamento de projetos usada para adquirir e implantar o sistema de TIC e o nível de treinamento e suporte que foi oferecido àqueles que usavam registros eletrônicos também foram problemáticos. Em outro estudo, Lorenzi et al.¹³ se concentraram em como os registros eletrônicos relataram que o custo da tecnologia e a resistência dos profissionais de saúde em mudar suas práticas eram todos desafios que tinham que ser enfrentados para garantir uma implementação bem-sucedida. Essas barreiras indicam que a incorporação de novas tecnologias na assistência médica pode envolver processos de mudança complexos nos níveis individual e organizacional.

Embora a saúde digital tradicionalmente se concentrasse na tecnologia em hospitais de emergência ou em ambientes de cuidados primários, seu foco mudou nos últimos anos para o uso individual da tecnologia por pacientes e membros do público. Isso se deve aos desenvolvimentos tecnológicos e sociais nas últimas décadas. À medida que os computadores pessoais e a internet evoluíram nas décadas de 1980 e 1990, os sistemas de computadores e os ambientes on-line se tornaram mais acessíveis e baratos para o público em geral¹⁴. Isso foi rapidamente seguido pelo surgimento da tecnologia móvel, que permite que as pessoas gerenciem dados pessoais eletronicamente e tenham acesso a uma riqueza de informações e serviços pela internet, quase em qualquer lugar e a qualquer hora. Esses tipos de tecnologias agora são onipresentes e estão se tornando cada vez mais sofisticados¹⁵. Vários aplicativos e dispositivos podem ser integrados em computadores de mesa ou plataformas móveis, por exemplo, *smartphones*, *tablets* ou *laptops*, permitindo que os pacientes e o público os usem para gerenciar sua saúde e bem-estar, se assim o desejarem¹.

Alowais et al.¹⁶ apontam que os cuidados primários são 'cuidados de saúde essenciais'

e a característica central de um sistema de saúde eficaz. Dessa forma, têm o potencial de melhorar a qualidade, reduzir custos e aumentar a equidade, fornecendo primeiro contato e agilidade a cuidados médicos abrangentes, contínuos e coordenados para pacientes e populações. A prevenção de doenças e suas complicações está entre as funções mais fundamentais da atenção primária, podendo, inclusive, diminuir a mortalidade e a morbidade em condições crônicas e agudas¹⁷.

Muitos estudos investigaram as fontes de prestação de serviços de saúde preventiva^{6,18,19}. Entre as principais barreiras à implementação de cuidados preventivos por clínicos está o tempo. Estudos mostraram que 8,6 horas por dia de trabalho são necessárias para que um clínico atenda totalmente às recomendações de cuidados preventivos²⁰. Um crescimento constante nas demandas concorrentes em todo o gerenciamento de necessidades agudas, crônicas e preventivas e uma população envelhecida com comorbidades crescentes²¹ tornam quase impossível para um clínico fornecer serviços preventivos recomendados sem suporte. Inovações na prestação de cuidados, como o serviço de assistência domiciliar centrado no paciente, o uso de agentes comunitários de saúde e a integração da atenção primária com a saúde pública podem ajudar a reduzir essa carga sobre os clínicos. Ademais, com a rápida evolução da tecnologia da informação, as TIC são cruciais para abordar a prevenção^{6,22}.

Com efeito, as TIC são entregues por meio de tecnologias digitais para dar suporte a várias necessidades do sistema de saúde e são usadas formal e informalmente por médicos, pacientes e partes interessadas da população²³. Exemplos dessas tecnologias incluem sistemas de tele saúde para serviços clínicos remotos, dispositivos médicos como suporte à decisão clínica, imagens médicas etc. Outras facetas da saúde digital, como análise avançada de dados e a IA, podem ser usadas como intervenções autônomas ou componentes integrados dentro das tecnologias digitais²⁴.

Aplicação da IA nos cuidados de saúde

A IA é um campo em rápida evolução na assistência médica, com grande potencial para informar a tomada de decisões com base em evidências e, em última análise, melhorar os resultados de saúde^{5,8,24}.

As principais funções e benefícios esperados de IA nos cuidados de saúde, de acordo com Chen e Asch²⁵, apontam três vertentes principais, tais como:

1. Apoio ao diagnóstico e à tomada de decisão clínica: a) Sistemas de IA podem auxiliar profissionais de saúde na identificação precoce de doenças, fornecendo diagnósticos baseados em padrões em grandes volumes de dados clínicos, como exames laboratoriais, históricos médicos e imagens, por exemplo, com algoritmos usados para identificar sinais precoces de comprometimento com alguma disfunção do paciente;
2. Gestão e monitoramento de pacientes: a) Ferramentas de IA permitem monitorar pacientes com condições crônicas por meio de aplicativos que coletam dados em tempo real e alertam profissionais sobre alterações significativas;
3. Otimização de fluxos de trabalho e alocação de recursos: a) Algoritmos podem ser usados para prever demanda por serviços, facilitando a alocação de recursos humanos e materiais em clínicas e hospitais, promovendo eficiência operacional.

Dado o papel crescente da APS em nossa sociedade, é importante desenvolver estratégias que abordem as limitações do sistema de saúde existente e melhorem a qualidade geral do atendimento prestado. Isso inclui esforços para reduzir a crescente carga de cuidados de saúde, bem como a carga de doenças crônicas, diminuindo as taxas de classificação e diagnósticos incorretos, reduzindo os casos de

doenças mal administradas e aumentando a acessibilidade aos cuidados²⁶.

Este artigo relata os resultados de uma série de estudos projetados para explorar essas questões, identificando questões-chave relacionadas ao uso de ferramentas de IA na APS, explorando as opiniões da APS e das partes interessadas em saúde digital. Buscamos obter uma compreensão holística dessas questões, envolvendo as diferentes perspectivas trazidas nos dados obtidos nesta pesquisa. Por conseguinte, essa revisão teve como objetivo discutir o uso das TIC para melhorar a gestão, o diagnóstico e o cuidado na APS.

Material e métodos

Esta revisão de escopo aderiu às diretrizes PRISMA-ScR (Itens de Relatórios Preferenciais para Revisões Sistemáticas e Extensão de Meta-Análises para Revisões de Escopo) para garantir a transparência e confiabilidade do estudo²⁷. As diretrizes PRISMA-ScR, recomendadas pelo Joanna Briggs Institute²⁸ e pela Cochrane para revisões de escopo²⁹, garantem relatórios rigorosos e padronizados.

O protocolo desta revisão foi registrado na plataforma Open Science Framework³⁰.

Esta revisão partiu da seguinte pergunta norteadora: em que medida se encontra a aplicação dos dados digitais de saúde dos pacientes usando a IA na atenção primária?

Quanto às fontes de informação e à estratégia de busca, realizou-se uma busca abrangente nos bancos de dados eletrônicos: Web of Science, Proquest Central, Emerald Management Journals, PubMed e Scopus/Elsevier. A busca descobriu que a base Web of Science contém a maior parte da literatura e, após a triagem e remoção de duplicatas, é a principal fonte de literatura. Ela possui literatura de maior qualidade e precisão de citação significativamente melhor do que outros bancos de dados. O PubMed continua sendo uma ferramenta importante na pesquisa

eletrônica biomédica. O Scopus cobre uma gama mais ampla de periódicos, de ajuda tanto na pesquisa de palavras-chave quanto na análise de citações. A base ProQuest Central reúne muitos de nossos bancos de dados mais usados para criar o banco de dados de pesquisa multidisciplinar abrangente, diversificado e relevante. A base Emerald Management Journals é uma das principais editoras digitais do mundo, compondo uma gama de revistas importantes.

A estratégia de busca foi projetada para capturar todos os estudos relevantes sobre IA dentro do domínio da saúde. A busca foi realizada no período de julho a setembro de 2024. Os descritores e termos foram extraídos dos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e Medical Subject Headings (MeSH), respectivamente. As palavras-chave usadas na pesquisa incluíram combinações de: (“*artificial intelligence*” OR “*expert systems*”) AND (“*primary health care*” OR “*health*” OR “*health care*” OR “*medical*” OR “*wellness*” OR “*health-care system*”) AND (“*application*”).

A estratégia de investigação empregada foi delineada para identificar os artigos que tivessem pelo menos um dos descritores utilizados. Todos os registros identificados foram importados para o *software* de acesso aberto Rayyan. Duplicatas foram removidas, e os títulos e resumos dos registros restantes foram selecionados para elegibilidade por pelo menos um dos autores. Qualquer incerteza ou conflito foi discutido até que um consenso fosse alcançado entre todos os autores. Também revisamos continuamente nossas interpretações dos critérios de seleção. Quando surgiram dúvidas, voltamos atrás para garantir que os critérios tivessem sido aplicados corretamente e de forma universal, independentemente de quem havia selecionado os registros. Pelo menos dois pesquisadores, então, selecionaram artigos de texto completo de forma independente. Conflitos e incertezas foram novamente resolvidos por meio de discussão, até que o consenso fosse alcançado entre todos os pesquisadores.

As informações extraídas incluíram características do estudo (autor, ano de publicação), objetivos da pesquisa, aplicação de IA na atenção primária, principais benefícios relatados e desafios identificados. Os dados foram sintetizados narrativamente para fornecer ao autor todos os dados inseridos meticulosamente revisados, realizando tarefas como verificação ortográfica e formatação de células, para garantir a precisão da síntese de dados. Posteriormente, métodos estatísticos descritivos, incluindo cálculos de frequência e porcentagem, foram empregados para apresentar as descobertas. Os dados descritivos derivados dos estudos incluídos foram sistematicamente organizados em tabelas e figuras, alinhando-se com os objetivos do estudo conforme determinado.

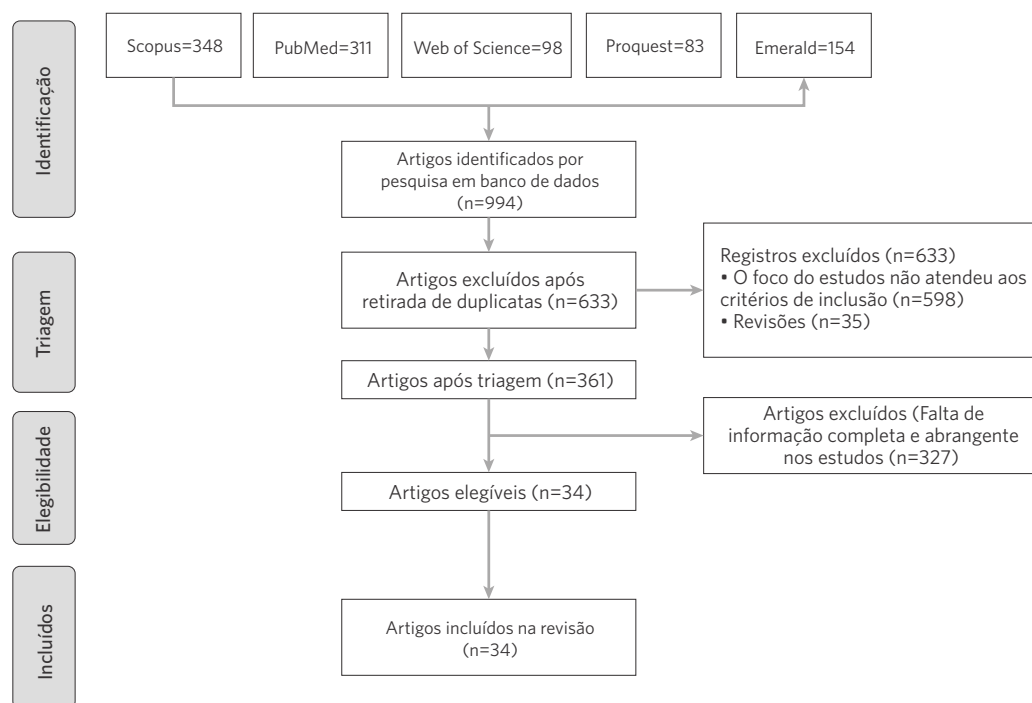
Para esta revisão, foram considerados elegíveis artigos de periódicos revisados por pares, com espaço temporal em aberto, que tivessem sido publicados até setembro de 2024, escritos em português, inglês ou espanhol. Utilizou-se como critério de exclusão artigos que não se relacionassem à questão de pesquisa. Adicionalmente, incluem-se, também, artigos de revisão, meta-análises e metassínteses; entretanto, analisaram-se as referências desses artigos de forma a examinar a existência de alguma publicação que não tenha sido encontrada na pesquisa. Por fim, complementou-se eliminando conferências, resumos, editoriais, relatórios, dissertações e teses.

A bibliometria, como uma análise quantitativa da literatura, serve como uma ferramenta metodológica para delinear tendências de desenvolvimento dentro de campos acadêmicos específicos, enfatizando a obtenção de resultados quantificáveis, replicáveis e objetivos. Neste estudo, conduziu-se uma análise utilizando o *software* VOSViewer versão 1.6.20, uma ferramenta amplamente reconhecida de análise bibliométrica para examinar visualmente a literatura³¹. O VOSviewer utiliza as inter-relações entre entidades acadêmicas, como autores, periódicos e palavras-chave, para descrever tendências de pesquisa científica

dentro de um domínio específico. As unidades de análise no VOSviewer abrangem países, autores, periódicos, palavras-chave e muito mais, adaptadas ao foco analítico e ao tipo de banco de dados. Os nós na visualização representam unidades de análise, com o tamanho do nó indicando sua significância na rede. As conexões entre os nós são representadas por linhas, com linhas mais grossas denotando conexões mais fortes. As cores dos nós denotam

clusters distintos, em que nós da mesma cor pertencem ao mesmo *cluster*³². Neste estudo, inicialmente, analisamos redes colaborativas para identificar e descrever o escopo e o uso das intervenções digitais na saúde com o subsídio da IA na APS. Posteriormente, uma análise de cocitação com base em fontes de publicação foi conduzida para revelar potenciais composições disciplinares dentro desse

Figura 1. O diagrama de fluxo ilustra o fluxo de informações através das diferentes fases da revisão de escopo, incluindo o número de registros identificados, registros incluídos e excluídos e os motivos da exclusão



Fonte: elaboração própria.

Conforme é apresentado na *figura 2*, os estudos incluídos foram publicados entre 2014 (2,94%) e 2024 (14,70%), com a produção atingindo seu ápice no ano de 2022 (26,47%). A maioria desses estudos foi realizada em diferentes países, como Romênia, Taiwan, Israel, Suíça, Bélgica, Itália, Escócia,

Indonésia e Chile (n = 1), China e Inglaterra (n = 2), Austrália (n = 3), Espanha, Brasil e Estados Unidos da América (n = 4), e Canadá (n = 6). Dessa forma, a maioria dos estudos foi conduzida em países de renda média-alta (n = 31; 91,17%) e países de renda média-baixa (n = 3; 8,83%).

Figura 2. Gráfico de distribuição geográfica dos estudos incluídos na pesquisa



Fonte: elaboração própria.

O *quadro 1* apresenta as características gerais dos artigos selecionados para esta pesquisa, que foram identificados e categorizados segundo autor, ano de publicação, periódico, descrição do objeto de pesquisa e resultados.

Quadro 1. Características descritivas dos 34 estudos selecionados que examinaram o uso das intervenções digitais na saúde com o subsídio da IA na APS

Ano de publicação	Autor	Periódico	Objetivo	Desfecho
2014	Mahendradhata et al. ³³	BMC Health Services Research	Discutir a implementação da IA como meio específico de alcançar a cobertura universal de saúde, para melhorar o acesso aos serviços de saúde (particularmente, para populações desfavorecidas).	O atual movimento de cobertura universal de saúde surgiu em resposta a uma crescente conscientização sobre os problemas mundiais de baixo acesso aos serviços de saúde, baixa qualidade de atendimento e altos níveis de risco financeiro.
2016	Pinto e Rocha ³⁴	Ciência & Saúde Coletiva	Descrever os resultados obtidos com a implementação da Rede de Observatórios locais pela Secretaria Municipal de Saúde do Rio de Janeiro, no uso de ferramentas de tecnologia de comunicação e informação para apoio à gestão local.	O OTICS-RIO (Observatório de Tecnologias de Informação e Comunicação em Sistemas e Serviços de Saúde), com custo muito reduzido para o SUS e com uso das tecnologias de informação, permite um registro mais ágil do dia a dia de cada unidade de saúde, assim como viabiliza o acesso em tempo real de documentos, vídeos, fotografias e outros registros que podem ser compartilhados com a sociedade.
2019	Pearce et al. ³⁵	The Medical journal of Australia	Usar registros vinculados de todos os pacientes admitidos ao longo de 5 anos para mapear a qualidade dos atendimentos.	No passado, todos os dados sobre os pacientes podiam estar contidos na cabeça do médico ou em pequenos pedaços de papel. Agora, os pacientes geram grandes quantidades de dados contidos em um ambiente digital. O ‘paciente físico’ deve ser combinado com o ‘paciente de dados’ para se tornar o ‘paciente interativo’.
2019	Blease et al. ³⁶	Journal of Medical Internet Research	Explorar as opiniões dos médicos sobre o impacto potencial da IA em tarefas-chave na atenção primária.	A esmagadora maioria dos médicos considerou que há benefícios potenciais para a atenção primária.

Quadro 1. Características descritivas dos 34 estudos selecionados que examinaram o uso das intervenções digitais na saúde com o subsídio da IA na APS

Ano de publicação	Autor	Periódico	Objetivo	Desfecho
2019	Liyanage et al. ¹	Yearbook of Medical Informatics	Formar consenso sobre percepções, questões e desafios da IA na atenção primária.	Especialistas em cuidados na atenção primária relataram que a IA tem potencial para melhorar decisões em processos gerenciais e clínicos do paciente.
2019	Ye et al. ³⁷	Journal of Medical Internet Research	Investigar a aceitação do público em geral de dispositivos de IA oftálmicos, com referência aos já usados na China, e os fatores de influência inter-relacionados que moldam a intenção das pessoas de usar esses dispositivos.	O uso de IA em diagnósticos e análises laboratoriais clínicas pelo público chinês melhorou não só o atendimento clínico como a compatibilização das informações, mitigando a desconfiança de equipes médicas.
2019	Lin et al. ³⁸	Journal of General Internal Medicine	Apresentar uma varredura atual das principais maneiras pelas quais a IA afetará os cuidados primários.	A pesquisa aponta o impacto das tecnologias de IA na obtenção de melhores cuidados, melhor saúde, custos mais baixos e maior bem-estar da força de trabalho.
2020	Liaw et al. ³⁹	Yearbook of Medical Informatics	Criar recomendações práticas para a curadoria de dados de saúde coletados rotineiramente e IA na atenção primária com foco em garantir seu uso ético.	1) Garantir o consentimento e o processo formal para governar o acesso e o compartilhamento durante todo o ciclo de vida dos dados; 2) Integrar a governança de dados e o gerenciamento da qualidade dos dados para apoiar a prática clínica em sistemas integrados de atendimento; 3) Reconhecer a necessidade de novos processos para abordar as questões éticas decorrentes da IA na atenção primária.
2020	Souza Filho et al. ⁴⁰	Arquivo Brasileiro de Cardiologia	Compreender a assistência à saúde, ética, inteligência artificial e cardiologia no cotidiano de usuários da Atenção Primária à Saúde.	Os cardiologistas precisam usar suas habilidades clínicas, sua sabedoria, empatia e princípios éticos para usar ferramentas de assistência baseadas em inteligência artificial no melhor interesse de seus pacientes.
2021	Torres et al. ¹⁵	Ciência & Saúde Coletiva	Apresentar a avaliação da aplicabilidade e potencialidade do uso de uma ferramenta de Business Intelligence no planejamento das ações de gestão da Atenção Primária em Saúde.	A ferramenta Business Intelligence viabiliza uma maior organização e planejamento, facilitando a gestão da Clínica da Família, sobretudo no monitoramento dos indicadores e processos avaliativos.
2021	Glock et al. ⁴¹	International Journal of General Medicine	Aprofundar as experiências dos médicos com relação à telemedicina, com foco em possíveis explicações para a lacuna entre intenção e uso.	Os médicos de cuidados primários expressaram preocupação com relação à IA no atendimento na Suécia, pois fatores externos na forma de disponibilidade e utilidade clínica da tecnologia específica eram os principais impedimentos ao uso, apesar de haver uma atitude geralmente positiva.
2021	Pagliari ⁴²	Journal of Global Health	Refletir sobre a amplitude dos desenvolvimentos digitais observados na atenção primária ao longo do tempo.	Conclui que uma estratégia incremental, adaptativa e centrada no paciente, focada em aumentar em vez de substituir os serviços existentes, será, inevitavelmente, mais frutífera.
2022	Lin ³	Journal of the American Board of Family Medicine	Analisar como as ações clínicas na atenção primária devem liderar a revolução da IA na assistência médica.	Apesar de seu potencial como uma força transformadora para a atenção primária, a maioria dos provedores de atenção primária não sabe o que é, como ela os impactará e a seus pacientes, e quais são suas principais limitações e armadilhas éticas.

Quadro 1. Características descritivas dos 34 estudos selecionados que examinaram o uso das intervenções digitais na saúde com o subsídio da IA na APS

Ano de publicação	Autor	Periódico	Objetivo	Desfecho
2022	Adams ⁴³	International journal of public health	Entender como a IA pode otimizar o desenvolvimento de pacientes na atenção primária e, com a assistência, promover uma transição para a medicina personalizada.	Os desenvolvimentos de IA observados no setor de saúde pública e cuidados primários são, em grande parte, devidos aos avanços no poder computacional e no acesso a dados, que, combinados, reforçam o poder preditivo dos algoritmos de Machine Learning.
2022	Turcian e Stoicu-Tivadar ⁹	Studies in health technology and informatics	Caracterizar o envolvimento prático da IA por meio de diferentes sistemas de suporte usados na medicina primária.	Foram identificados sistemas usados para diagnósticos variados (anormalidades cardíacas, diabetes etc.), determinando a prioridade do paciente para detecção precoce de doenças e suporte para tratamentos e medicamentos.
2022	Isbanner et al. ⁴⁴	Journal of Medical Internet Research	Avaliar e comparar em relação a diferentes aplicações de IA em cuidados de saúde e serviços sociais e determinar os atributos dos sistemas de IA de cuidados de saúde.	A maioria acha que os sistemas de IA devem aumentar e expressa amplo apoio à IA sobre a aceitabilidade, com diferentes benefícios.
2022	Qian et al. ⁴⁵	Front Public Health	Desenvolver um sistema automatizado de classificação e treinamento de retinopatia diabética baseado em IA a partir de um conjunto de dados de diabéticos do mundo real da China.	O sistema baseado em IA demonstrou alta precisão diagnóstica para a detecção de retinopatia diabética e pode ser utilizado como um sistema de auxílio de treinamento para estagiários sem instrução formal sobre o gerenciamento da doença.
2022	Richardson et al. ⁴⁶	Digital Health	Caracterizar as atitudes e crenças do paciente sobre a IA de saúde e os fatores que levam a essas atitudes pode ajudar a garantir que os valores do paciente estejam alinhados com a implementação dessas novas tecnologias.	Ao avaliar a IA na área da saúde, ficou denotado que os pacientes se baseiam em uma variedade de fatores para contextualizar essas novas tecnologias, incluindo experiências anteriores de doença, interações com sistemas de saúde e tecnologias de saúde estabelecidas, conforto com outras tecnologias da informação e outras experiências pessoais.
2022	Terry et al. ⁴⁷	BMC Medical Informatics and Decision Making	Identificar questões-chave relacionadas ao uso de ferramentas de IA na atenção primária à saúde, explorando as visões da atenção primária à saúde e das partes interessadas em saúde digital.	A implantação eficaz de ferramentas de IA na atenção primária à saúde requer o envolvimento dos profissionais no desenvolvimento e teste dessas ferramentas e uma correspondência entre as ferramentas de IA resultantes e as necessidades clínicas/sistêmicas na atenção primária à saúde.
2022	Liaw et al. ⁴⁸	JMIR Medical Informatics	Verificar no atendimento na Atenção Primária como procede a IA para avançar os cuidados de saúde e melhorar a saúde.	O sucesso da IA não é garantido, e as partes interessadas precisam estar envolvidas em seu desenvolvimento para garantir que as ferramentas resultantes possam ser facilmente usadas pelos médicos, proteger a privacidade do paciente e aumentar o valor do atendimento prestado.
2022	Soto-Ruiz et al. ⁴⁹	International Journal of Environmental Research and Public Health	Avaliar a eficácia de uma intervenção personalizada baseada em IA para melhorar a qualidade de vida de sobreviventes de câncer de mama em longo prazo e a autoeficácia para o manejo de sequelas tardias.	Sobreviventes de câncer de mama de longo prazo (> 5 anos livres da doença) podem sofrer sequelas tardias de câncer que afetam sua qualidade de vida. O uso de telessaúde para o tratamento do câncer é recomendado, mas pouco se sabe sobre a eficácia das intervenções digitais para sobreviventes de câncer de longo prazo.

Quadro 1. Características descritivas dos 34 estudos selecionados que examinaram o uso das intervenções digitais na saúde com o subsídio da IA na APS

Ano de publicação	Autor	Periódico	Objetivo	Desfecho
2023	Ben-Gal ⁵⁰	Frontiers in public health	Investigar o uso de aplicativos em plataformas de atendimento da atenção primária baseados em IA.	São destacados os principais determinantes sociais e comportamentais da aceitação de aplicativos de assistência médica e atenção primária habilitados por IA.
2023	Baek et al. ⁵¹	Frontiers in Cardiovascular Medicine	Estimar por IA a previsão de resultados cardiovasculares, distintos da idade cronológica.	A idade cardíaca biológica estimada pela IA teve um impacto significativo na mortalidade, sugerindo que a idade cardíaca do eletrocardiograma biológico IA facilita a prevenção primária e os cuidados de saúde para resultados cardiovasculares.
2023	Darcel et al. ⁵²	PLoS ONE	Identificar as barreiras que pacientes, provedores e líderes de saúde percebem com relação à implementação da IA na atenção primária e estratégias para superá-las.	As barreiras que emergiram das sessões de diálogo deliberativo foram agrupadas em quatro temas: 1) prontidão do sistema e dos dados; 2) o potencial de vies e desigualdade; 3) a regulamentação da IA e do 'big data'; e 4) a importância das pessoas como facilitadoras de tecnologia.
2023	Catalina et al. ⁵³	Digital Health	Descrever a percepção dos profissionais de saúde da atenção primária sobre o uso da IA como ferramenta de saúde e seu impacto na radiologia é crucial para garantir sua implementação bem-sucedida.	Os resultados deste estudo mostram que a maioria dos profissionais compreendeu o conceito de IA, percebeu o seu impacto de forma positiva e sentiu-se preparado para a sua implementação. Além disso, apesar de limitada a um auxílio diagnóstico, a implementação da IA na radiologia foi uma alta prioridade para esses profissionais.
2023	Nash et al. ⁵⁴	Journal of American Board of Family Medicine	Entender as opiniões da equipe e dos profissionais de saúde sobre o uso potencial de ferramentas orientadas por IA para ajudar a cuidar de pacientes em um ambiente de atenção primária.	Foi identificado nos participantes ampla aceitação de IA nos procedimentos da atenção primária, denotando que esta pode melhorar o atendimento médico e ajudar a prevenir o esgotamento dos clínicos; no entanto, havia preocupações sobre o impacto na relação paciente-médico.
2023	Upshaw et al. ⁵⁵	Journal of American Board of Family Medicine	Organizar um diálogo deliberativo nacional com as partes interessadas da atenção primária de todo o Canadá para explorar como achavam que a IA deveria ser aplicada na atenção primária.	Os participantes viam o suporte complexo à decisão clínica orientada por IA e as ferramentas de atendimento proativo como impactantes.
2023	Mahlknecht et al. ⁵⁶	BMC Primary Care	Avaliar as atitudes de pacientes e médicos com relação a essas ferramentas em ambientes de clínica geral italianos, com foco em sua utilidade percebida, satisfação do usuário e desafios potenciais.	Os rápidos avanços na IA levaram à adoção de verificadores de sintomas orientados por IA na atenção primária. Os motivos de satisfação mais frequentemente relatados pelos pacientes foram facilidade de uso, perguntas precisas e abrangentes, potencial de economia de tempo percebido e incentivo à autorreflexão.
2024	Francisco e Burns ²²	JMIR Research Protocols	Entender como os registros médicos eletrônicos são utilizados com a IA.	Os registros médicos eletrônicos têm o potencial de ser ainda mais otimizados com a introdução da IA.
2024	Margozzini et al. ⁵⁷	Bulletin of the World Health Organization	Contribuir com argumentos técnicos para o debate sobre a importância dos inquéritos de exames de saúde e seu uso continuado no contexto da IA.	As considerações técnicas demonstram que os inquéritos de exame de saúde fazem uma contribuição insubstituível para a disponibilidade local de dados primários de saúde que podem ser usados em uma série de estudos adicionais essenciais para informar várias fases do ciclo de planejamento de saúde.

Quadro 1. Características descritivas dos 34 estudos selecionados que examinaram o uso das intervenções digitais na saúde com o subsídio da IA na APS

Ano de publicação	Autor	Periódico	Objetivo	Desfecho
2024	Ghadiri et al. ⁵⁸	BMC Primary Care	Explorar os desafios dos médicos de cuidados primários em lidar com a saúde mental dos adolescentes, juntamente com suas atitudes com relação ao uso da IA, para auxiliá-los em suas tarefas.	Os médicos de cuidados primários enfatizaram a necessidade de os órgãos reguladores lidarem com os aspectos médico-legais e éticos da IA e diretrizes claras para reduzir ou eliminar o potencial de danos ao paciente.
2024	Vidal-Alaball et al. ⁵⁹	Atención Primaria	Servir de base para aproximar a IA dos profissionais da Atenção Primária, abordando desde seus conceitos mais técnicos até os aspectos éticos que a cercam e as possíveis formas de aplicá-la em consultas.	A IA pode ser uma ferramenta valiosa para a Atenção Primária, pois, entre outras coisas, pode ajudar os profissionais de saúde a melhorarem a precisão do diagnóstico, o gerenciamento de doenças crônicas e a eficiência geral dos cuidados que prestam. É importante enfatizar que, embora a IA seja capaz de processar grandes quantidades de dados e gerar previsões precisas, ela não pode substituir a habilidade e a experiência dos profissionais na tomada de decisões clínicas.
2024	Bekbolatova et al. ⁶⁰	Healthcare (Basel)	Alcançar um desempenho de nível humano com maior eficiência e precisão na resolução de problemas e execução de tarefas, reduzindo, assim, a necessidade de intervenção humana.	Os sistemas de IA são projetados para aumentar e apoiar os profissionais de saúde, liberando seu tempo para se concentrar em tarefas mais complexas e críticas. Ao automatizar tarefas rotineiras e repetitivas, a IA pode aliviar a carga dos profissionais de saúde, permitindo que eles dediquem mais atenção ao atendimento ao paciente.
2024	Young et al. ⁶¹	Journal of American Board of Family Medicine	Discutir como a ciência pode fornecer informações sobre quais aplicativos de IA afetarão a Atenção Primária no futuro.	A IA diagnosticou com sucesso algumas doenças a partir de imagens digitais, ajudou em tarefas administrativas, como escrever notas no registro eletrônico, convertendo voz em texto, e organizou informações de várias fontes dentro de um sistema de saúde.

Fonte: elaboração própria.

Hotspots de palavras-chave relacionadas a aplicação da IA na APS

As informações elaboradas por meio de estudos bibliométricos medem a contribuição do conhecimento científico derivado de publicações em determinada área. Os indicadores de produção são benéficos para o conhecimento da comunidade científica sobre o sistema em que atua. A bibliometria envolve a observação do estado da ciência através da produção científica registrada em um repositório de dados específico³¹. Dessa forma, com o auxílio do *software* VOSviewer, foi possível detectar as

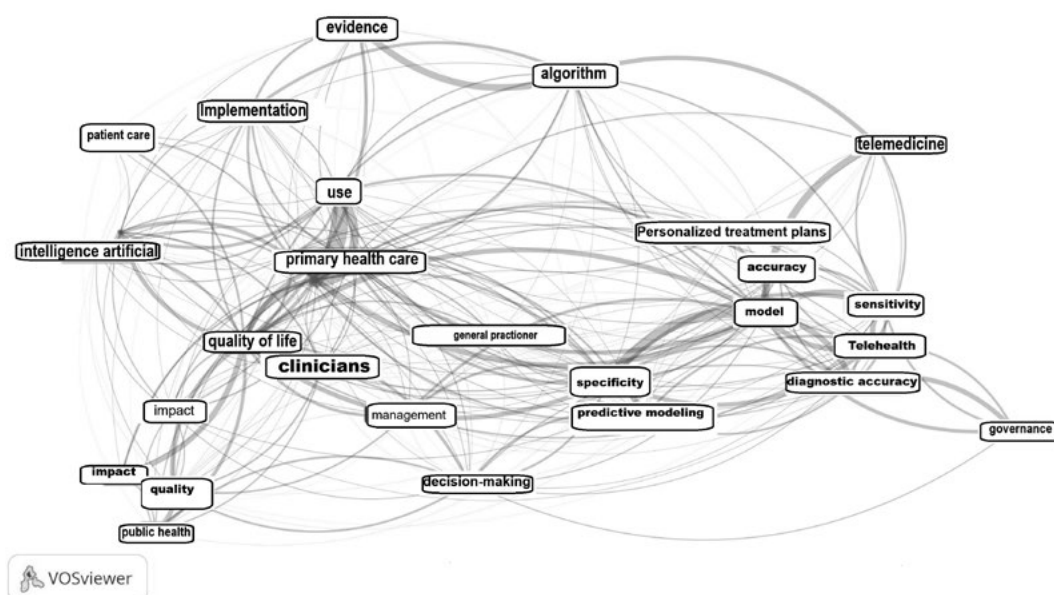
principais palavras-chave nos títulos e resumos dos artigos dos periódicos selecionados. As palavras-chave foram detectadas com base em uma rede de coocorrência, como pode ser visto na *figura 3*. Utilizando a técnica de agrupamento VOSviewer, observa-se que três clusters foram formados a partir de 26 palavras-chave identificadas algoritmicamente pelo *software*. Verificou-se, também, que as palavras-chave apresentadas em cada *cluster* estão estritamente relacionadas ao tema de pesquisa.

As ligações mostradas nos *clusters* formados são aleatórias, separando apenas os grupos de palavras. Cada círculo representa um termo, e apenas uma parte deles tem seu

nome apresentado, pois o *software*, para evitar sobreposições, identifica apenas alguns. O tamanho do círculo refere-se ao número de ocorrências do termo. As palavras presentes nos *clusters* possuem relação direta entre si,

correspondendo ao seu fator de separação. O tamanho de cada palavra do *cluster* está relacionado ao seu peso, ou seja, à sua coocorrência nas postagens.

Figura 3. Principais palavras-chave de tendência relacionadas à aplicação da IA na APS



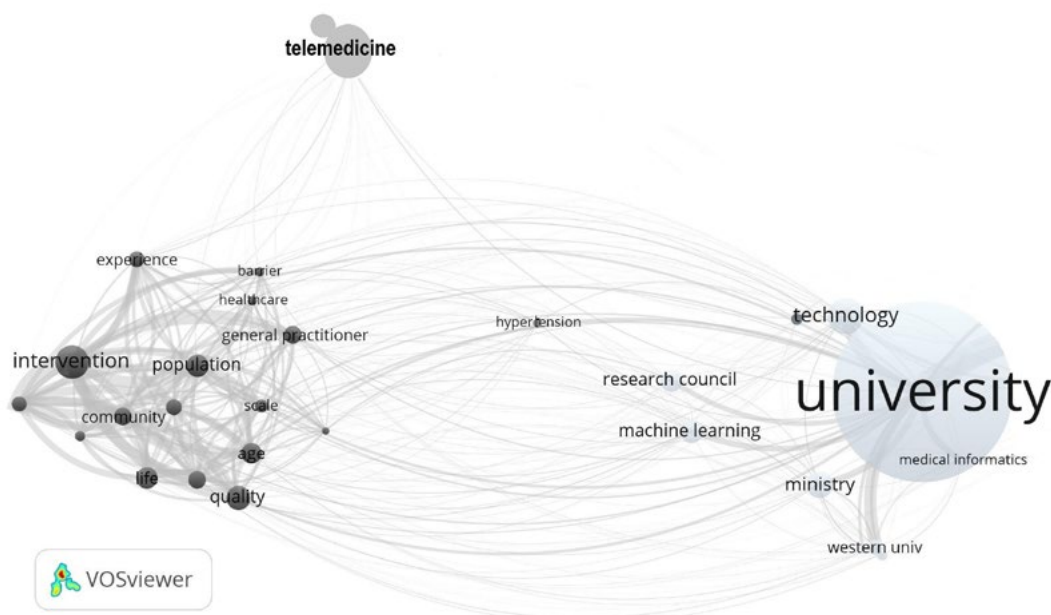
Fonte: elaboração própria.

Coocorrência dos artigos obtidos na pesquisa da aplicação da IA na APS

O arcabouço documental importado para o *software* VOSviewer dos achados da pesquisa produziu, após tratamento, 32 termos que coocorreram mais de uma vez e compuseram o mapa de coocorrência, distribuídos em cinco agrupamentos apresentados na *figura 4*, com linhas conectando nós indicando relações cooperativas de pesquisa. Linhas mais grossas denotam colaboração mais próxima. Esta análise inclui apenas pesquisas que contribuíram com um mínimo de 6 artigos para o conjunto de dados.

O termo que mais coocorreu nesse *cluster* – ‘*university*’ –, seguido do segundo nesse *ranking*, ‘*telemedicine*’, ‘*technology*’, ‘*machine learning*’, ‘*research council*’, ‘*intervention*’, ‘*population*’, ‘*quality*’, customizam o processo de translação do conhecimento, em que as evidências científicas são aplicadas na prática, embasando as ações da IA na APS. Os demais termos nos *clusters* com menor impacto mantêm sincronismo com o supradescrito, visto que correlacionam terminologias cuja abordagem aparece nos desfechos dos artigos obtidos na pesquisa.

Figura 4. Mapa de coocorrência sobre a aplicação da IA na APS em documentos indexados nas bases bibliográficas pesquisadas



Fonte: elaboração própria.

Discussão

Os sistemas de saúde enfrentam desafios estruturais e organizacionais que limitam sua capacidade de atender à população de maneira equitativa e eficiente⁶². O uso da IA na prestação de serviços de saúde tem crescido exponencialmente nos últimos anos, transformando a forma como diagnósticos, tratamentos e monitoramento de pacientes são realizados. A IA permite a análise de grandes volumes de dados de saúde em alta velocidade, auxiliando na identificação de padrões e na tomada de decisões clínicas mais precisas. Tecnologias computacionais e redes neurais estão sendo aplicadas em diversas áreas, como radiologia, onde algoritmos são capazes de detectar anomalias em exames de imagem com alta precisão, e na gestão de doenças crônicas, por meio de sistemas de monitoramento remoto e preditivo⁶³. Esse crescimento reflete a busca de soluções mais eficientes e acessíveis em meio aos desafios enfrentados pelos sistemas de saúde globalmente.

Além disso, a adoção da IA tem sido impulsionada pela sua capacidade de melhorar a experiência do paciente e otimizar os fluxos de trabalho dos profissionais de saúde⁶⁴. O aumento do envelhecimento da população com múltiplas doenças crônicas e o aumento dos gastos com saúde em todo o mundo são alguns dos principais fatores que pressionam os sistemas de saúde⁶⁵. De acordo com Laranjo et al.⁶⁶, ações baseadas em IA demonstram potencial para melhorar o acesso e a continuidade dos cuidados, especialmente em populações subatendidas. A APS, em certa medida, pode responder a essas demandas tanto na população quanto na comunidade, não apenas em termos de políticas de saúde, mas, também, tecnologicamente⁶⁷. Sistematicamente, a operacionalidade funcional na gestão da APS tende a estar digitalizada, usando, por conseguinte, sistemas de informação de saúde como parte da prestação de cuidados^{68,69}. Com efeito, o uso da IA na saúde também levanta desafios éticos e regulatórios, como a privacidade dos dados

e a responsabilidade em decisões clínicas, que exigem atenção cuidadosa na medida em que sua aplicação continua a se expandir⁷⁰. Os muitos ambientes e disciplinas clínicas diferentes podem corroborar a natureza orientada por dados dos cuidados de saúde; o fato de que a IA é altamente aplicável.

Os resultados obtidos nesta pesquisa evidenciaram que a aplicação de sistemas de IA na área da saúde é variada e se baseia em muitos tipos de desenhos e metodologias de estudo. Um pouco mais da metade dos estudos incluídos forneceu uma motivação clara para a implementação de um sistema de IA, que é um fator-chave para a adoção bem-sucedida da IA na área da saúde, através de uma motivação clara indicando alinhamento com necessidades bem definidas da prática clínica. Essa observação pode refletir uma compreensão consistente do que se entende por implementação de IA na prática diária e uma consistência metodológica em como tais implementações devem ser operacionalizadas. E, de tal forma, a maioria dos estudos tinha uma compreensão técnica ou computacional da implementação sistemática da IA na APS em termos da eficácia nos processos clínicos advindos da intervenção na gestão de atendimento ao paciente. De acordo com Davenport e Kalakota⁷¹, isso indica a natureza relativamente promissora das evidências nesse campo e é semelhante a outros estudos, que destacam que muitas das publicações sobre IA na área da saúde se concentram nos métodos e aspectos técnicos da aplicação do modelo de IA a cenários clínicos, e fornecem dados relevantes sobre o processo real de sua implementação na prática.

A maioria dos estudos foi publicada muito recentemente (2014-2024), o que não é surpreendente, dada a distribuição temporal dos estudos de saúde de IA. A pesquisa sobre a implementação da IA na área da saúde é predominantemente de natureza conceitual, dominada por comentários, perspectivas, artigos de opinião e estruturas conceituais que levantam questões importantes, e com evidências empíricas muito necessárias. Como

a base de evidências empíricas para a implementação de soluções de IA na rotina da assistência à saúde ainda é estreita e prematura, sobretudo em países de baixa renda, ela limita as possibilidades de generalização tanto para a prática quanto para o avanço das abordagens metodológicas. A maioria dos artigos foi publicada em países de alta renda, principalmente no Canadá^{22,47,52,54,55,58}; entretanto, o Brasil^{15,33,40,63} tem se mostrado atento a essas questões. Essa descoberta é consistente com a infraestrutura de saúde digital mais desenvolvida, e se alinha com aplicações de IA em vários campos da saúde^{72,73}.

O uso crescente de sistemas de registros médicos eletrônicos nas últimas décadas significa que há um grande volume de dados disponíveis para utilização de aplicativos de IA³. A IA pode ajudar aumentando (apoando) tarefas como a tomada de decisões para reduzir a carga cognitiva dos médicos. Isso seria particularmente útil para desafiar a tomada de decisões diagnósticas ou terapêuticas. Outrossim, pode fazer a análise de dados em segundo plano para permitir que se tenha um registro mais integrado dos pacientes durante uma consulta⁶⁷.

A necessidade de médicos conduzirem a prestação de cuidados não desaparecerá e, de fato, se tornará mais crítica, pois vários resultados sugeridos por aplicativos de IA exigirão validação médica para o paciente. À medida que os médicos aprendem a validar ou refutar decisões de aprendizado profundo, que, inicialmente, podem parecer não plausíveis, isso aumentará a confiança dos médicos nos processos de IA. Com o tempo, podemos aceitá-las como boas decisões de IA ou aprender quando o cérebro humano pode precisar substituir uma proposição para uma decisão final.

Em uma avaliação crítica, a aplicação da IA na APS é promissora, mas também complexa. A eficácia da IA na melhoria dos cuidados depende de uma abordagem integrada que leve em consideração a infraestrutura tecnológica, o treinamento contínuo dos profissionais de

saúde e uma sólida base ética e regulatória^{39,70}. Apesar das dificuldades, os avanços nas áreas de diagnóstico e monitoramento remoto já mostram resultados positivos, sugerindo que, com os investimentos adequados em infraestrutura e educação, a IA pode representar uma grande mudança na prestação de cuidados de saúde na APS⁶¹. Contudo, é necessário garantir que as implementações de IA complementem, e não substituam, o aspecto humano do cuidado, mantendo a empatia e o julgamento clínico dos profissionais de saúde como elementos centrais no atendimento ao paciente.

Considerações finais

Esta revisão destacou vários caminhos transversais e fatores contextuais que, provavelmente, moderaram os efeitos das intervenções de saúde digital na APS. Ao avaliar o papel das soluções digitais nos ambientes de APS, é importante considerar não apenas a funcionalidade técnica da tecnologia e as respostas comportamentais dos usuários finais, mas, também, as necessidades mais amplas do sistema de saúde e a prontidão do ecossistema digital, incluindo a capacidade disponível no nível da APS para acomodar a introdução de soluções digitais. Há uma necessidade de estruturas conceituais e/ou metodológicas para melhor entender, classificar e examinar os mecanismos associativos dos resultados da aplicação da IA na APS, e entender como vários fatores individuais, organizacionais, tecnológicos e de nível de sistema influenciam o desempenho das soluções clínicas no atendimento.

O atual corpo de evidências empíricas demonstra uma concordância entre as necessidades de pesquisa e prática. Por um lado, a pesquisa conceitual e metodológica de IA baseia-se em revolucionar os cuidados de saúde e estimula sua implementação na prática, mostrando a exequibilidade do processo. Por outro lado, o conhecimento empiricamente suportado atual deriva, principalmente, de implementações de sistemas de IA, no caso do Brasil e países concomitantes, com realidades distantes, por incentivo financeiro deficiente, com baixa autonomia de ação, somente tendo destaque lições sobre o processo de implementação que são típicas de implementações de outros tipos de sistemas de informação. Isso destaca a necessidade de pesquisas futuras avançarem em duas correntes principais: 1) estudar empiricamente os processos de implementação de vários tipos de sistemas de IA na prática de saúde; e 2) apoiar pesquisas empíricas e implementações práticas, desenvolvendo e disseminando uma estrutura de implementação específica de IA que leve em consideração alguns dos aspectos únicos relacionados à adoção da IA na área da saúde, como construir confiança, abordar questões de transparência, desenvolver soluções explicáveis e interpretáveis e abordar questões éticas em torno da privacidade e proteção de dados.

Colaboradores

Torres DR (0000-0001-6001-1770)*, Wermelinger ED (0000-0003-1926-4789)* e Ferreira AP (0000-0002-7122-5042)* contribuíram igualmente para a elaboração do manuscrito. ■

*Orcid (Open Researcher and Contributor ID).

Referências

- Liyanage H, Liaw ST, Jonnagaddala J, et al. Artificial Intelligence in Primary Health Care: Perceptions, issues, and challenges. *Yearb Med Inform.* 2019;28(1):41-6. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0039-1677901>
- He J, Baxter SL, Xu J, et al. The practical implementation of Artificial Intelligence Technologies in medicine. *Nat Med.* 2019;25(1):30-6. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41591-018-0307-0>
- Lin S. A clinician's guide to Artificial Intelligence (AI): Why and how Primary Care should lead the Health Care AI revolution. *J Am Board Fam Med.* 2022;35(1):175-84. DOI: <https://doi.org/10.3122/jabfm.2022.01.210226>
- Meskó B, Hetényi G, Gy rffy Z. Will Artificial Intelligence solve the human resource crisis in healthcare? *BMC Health Serv Res.* 2018;18(1):545. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12913-018-3359-4>
- Miotto R, Wang F, Wang S, et al. Deep learning for healthcare: review, opportunities and challenges. *Briefings in Bioinformatics.* 2018;19(6):1236-46. DOI: <https://doi.org/10.1093/bib/bbx044>
- Kuriakose R, Aggarwal A, Sohi R, et al. Patient safety in primary and outpatient health care. *J Family Med Prim Care.* 2020;9(1):7. DOI: https://doi.org/10.4103/jfmpc.jfmpc_837_19
- Buntin MB, Burke MF, Hoaglin MC, et al. The benefits of Health Information Technology: A review of the recent literature shows predominantly positive results. *Health Affairs.* 2011;30(3):464-71. DOI: <https://doi.org/10.1377/hlthaff.2011.0178>
- Haux R. Medical informatics: Past, present, future. *Int J Med Inform.* 2010;79(9):599-610. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2010.06.003>
- Turcian D, Stoicu-Tivadar V. Artificial Intelligence in primary care: an overview. In: Mantas J, Hasman A, Househ MS, et al., organizadores. *Studies in health technology and informatics.* [local desconhecido]: IOS Press; 2022. p. 208-11. DOI: <https://ebooks.iospress.nl/doi/10.3233/SHTI210896>
- Ferdosi M, Rezayatmand R, Molavi Taleghani Y. Risk management in executive levels of Healthcare organizations: Insights from a Scoping Review (2018). *Risk Manag. Healthc. Policy.* 2020;13:215-43. DOI: <https://doi.org/10.2147/RMHP.S231712>
- Eysenbach G, Jadad AR. Evidence-based patient choice and consumer health informatics in the internet age. *J Med Internet Res.* 2001;3(2):e19. DOI: <https://doi.org/10.2196/jmir.3.2.e19>
- Hamade N, Terry A, Malvankar-Mehta M. *BMJ Health Care Inform.* 2019;26(1):e000023. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmjhci-2019-000023>
- Lorenzi NM, Kouroubali A, Detmer DE, et al. How to successfully select and implement electronic health records (EHR) in small ambulatory practice settings. *BMC Med Inform Decis Mak.* 2009;9(1):15. DOI: <https://doi.org/10.1186/1472-6947-9-15>
- Albino JP, Valente VCPN. *Inteligência Artificial e suas aplicações interdisciplinares.* Rio de Janeiro: Editora e-Publicar; 2023. DOI: <https://doi.org/10.47402/ed.ep.b202320930201>
- Torres DR, Cardoso GCP, Abreu DMFD, et al. Aplicabilidade e potencialidades no uso de ferramentas de Business Intelligence na Atenção Primária em Saúde. *Ciênc saúde coletiva.* 2021;26(6):2065-74. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-81232021266.03792021>
- Alowais SA, Alghamdi SS, Alsuhbany N, et al. Revolutionizing healthcare: the role of Artificial Intelligence in clinical practice. *BMC Med Educ.* 2023;23(1):689. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12909-023-04698-z>
- Grant A, Kontak J, Jeffers E, et al. Barriers and enablers to implementing interprofessional Primary Care teams: A narrative review of the literature using the

- consolidated framework for implementation research. *BMC Prim Care*. 2024;25(1):25. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12875-023-02240-0>
18. Wachterman MW, Pilver C, Smith D, et al. Quality of end-of-life care provided to patients with different serious illnesses. *JAMA Intern Med*. 2016;176(8):1095. DOI: <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2016.1200>
 19. Del Pozo B, Park JN, Taylor BG, et al. Knowledge, attitudes, and beliefs about opioid use disorder treatment in Primary Care. *JAMA Netw Open*. 2024;7(6):e2419094. DOI: <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2024.19094>
 20. Privett N, Guerrier S. Estimation of the time needed to deliver the 2020 USPSTF preventive care recommendations in Primary Care. *Am J Public Health*. 2021;111(1):145-9. DOI: <https://doi.org/10.2105/AJPH.2020.305967>
 21. Veras R. A contemporary and innovative care model for older adults. *Rev Bras Geriatr Gerontol*. 2020;23(1):e200061. DOI: <https://doi.org/10.1590/1981-22562020023.200061>
 22. Francisco KM, Burns CM. An approach to potentially increasing adoption of an Artificial Intelligence-enabled electronic medical record encounter in Canadian Primary Care: Protocol for a user-centered design. *JMIR Res Protoc*. 2024;13:e54365. DOI: <https://doi.org/10.2196/54365>
 23. Silva CRDV, Lopes RH, Martiniano CS, et al. Conceito de saúde digital na Atenção Primária à Saúde (2020-2022): um estudo baseado no método evolucionário de Rodgers. *BOCA*. 2024;17(49):432-54. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10565467>
 24. Borba FA, Ogata AJ. O uso de sistemas de Inteligência Artificial para a personalização da experiência do paciente: A percepção de gestores de tecnologia e inovação de hospitais associados à ANAHP. *JBES*. 2024;16(2):108-20. DOI: <https://doi.org/10.21115/JBES.v16.n2.p108-120>
 25. Chen JH, Asch SM. Machine learning and prediction in medicine – Beyond the peak of inflated expectations. *N Engl J Med*. 2017;376(26):2507-9. DOI: <https://doi.org/10.1056/NEJMp1702071>
 26. Bodenheimer T, Chen E, Bennett HD. Confronting the growing burden of chronic disease: Can the U.S. Health Care workforce do the job? *Health Affairs*. 2009;28(1):64-74. DOI: <https://doi.org/10.1377/hlthaff.28.1.64>
 27. Tricco AC, Lillie E, Zarin W, et al. PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): Checklist and Explanation. *Ann Intern Med*. 2018;169(7):467-73. DOI: <https://doi.org/10.7326/M18-0850>
 28. Peters MDJ, Marnie C, Tricco AC, et al. Updated methodological guidance for the conduct of scoping reviews. *JBIE Evidence Synthesis*. 2020;18(10):2119-26. DOI: <https://doi.org/10.11124/JBIES-20-00167>
 29. Munn Z, Peters MDJ, Stern C, et al. Systematic review or scoping review? Guidance for authors when choosing between a systematic or scoping review approach. *BMC Med Res Methodol*. 2018;18(1):143. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12874-018-0611-x>
 30. Torres DR, Wermelinger ED, Ferreira AP. Aplicação da Inteligência Artificial na Atenção Primária à Saúde: Revisão de escopo e avaliação crítica. *Open Science Framework* [Internet]. 2024 [acesso em 2024 nov 22]. Disponível em: <https://osf.io/4b2jr>
 31. Van Eck NJ, Waltman L. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*. 2010;84(2):523-38. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
 32. Moral-Muñoz JA, Herrera-Viedma E, Santisteban-Espejo A, et al. Software tools for conducting bibliometric analysis in science: An up-to-date review. *EPI*. 2020;29(1). DOI: <https://doi.org/10.3145/epi.2020.ene.03>
 33. Mahendradhata Y, Souares A, Phalkey R, et al. Optimizing patient-centeredness in the transitions of heal-

- thcare systems in low- and middle-income countries. *BMC Health Serv Res*. 2014;14(1):386. DOI: <https://doi.org/10.1186/1472-6963-14-386>
34. Pinto LF, Rocha CMF. Inovações na Atenção Primária em Saúde: O uso de ferramentas de tecnologia de comunicação e informação para apoio à gestão local. *Ciênc saúde coletiva*. 2016;21(5):1433-48. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-81232015215.26662015>
 35. Pearce C, McLeod A, Rinehart N, et al. Artificial Intelligence and the clinical world: A view from the front line. *Med J Aust*. 2019;210(S6). DOI: <https://doi.org/10.5694/mja2.50025>
 36. Blease C, Kaptchuk TJ, Bernstein MH, et al. Artificial Intelligence and the future of Primary Care: Exploratory qualitative study of UK general practitioners' views. *J Med Internet Res*. 2019;21(3):e12802. DOI: <https://doi.org/10.2196/12802>
 37. Ye T, Xue J, He M, et al. Psychosocial factors affecting Artificial Intelligence adoption in health care in China: Cross-sectional study. *J Med Internet Res*. 2019;21(10):e14316. DOI: <https://doi.org/10.2196/14316>
 38. Lin SY, Mahoney MR, Sinsky CA. Ten ways Artificial Intelligence will transform Primary Care. *J Gen Intern Med*. 2019;34(8):1626-30. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11606-019-05035-1>
 39. Liaw ST, Liyanage H, Kuziemy C, et al. Ethical use of electronic health record data and Artificial Intelligence: Recommendations of the Primary Care informatics working group of the International Medical Informatics Association. *Yearb Med Inform*. 2020;29(01):51-7. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0040-1701980>
 40. Souza EMD, Fernandes FDA, Pereira NCDA, et al. Ética, Inteligência Artificial e cardiologia. *Arq. Bras. Cardiol*. 2020;115(3):579-83. DOI: <https://doi.org/10.36660/abc.20200143>
 41. Glock H, Milos Nymberg V, Borgström Bolmsjö B, et al. Attitudes, Barriers, and concerns regarding telemedicine among Swedish Primary Care physicians: A qualitative study. *Int J Gen Med*. 2021;14:9237-46. DOI: <https://doi.org/10.2147/IJGM.S334782>
 42. Pagliari C. Digital health and primary care: Past, pandemic and prospects. *J Glob Health*. 2021;11:01005. DOI: <https://doi.org/10.7189/jogh.11.01005>
 43. Adams J. Artificial Intelligence as an enabler of achieving Primary Care + public health = 1. *Int J Public Health*. 2022;67:1605257. DOI: <https://doi.org/10.3389/ijph.2022.1605257>
 44. Isbanner S, O'Shaughnessy P, Steel D, et al. The adoption of Artificial Intelligence in health care and social services in Australia: Findings from a methodologically innovative national survey of values and attitudes (the AVA-AI Study). *J Med Internet Res*. 2022;24(8):e37611. DOI: <https://doi.org/10.2196/37611>
 45. Qian X, Jingying H, Xian S, et al. The effectiveness of Artificial Intelligence-based automated grading and training system in education of manual detection of diabetic retinopathy. *Front Public Health*. 2022;10:1025271. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.1025271>
 46. Richardson JP, Curtis S, Smith C, et al. A framework for examining patient attitudes regarding applications of Artificial Intelligence in healthcare. *Digit Health*. 2022;8:8:20552076221089084. DOI: <https://doi.org/10.1177/20552076221089084>
 47. Terry AL, Kueper JK, Beleno R, et al. Is primary health care ready for Artificial Intelligence? What do primary health care stakeholders say? *BMC Med Inform Decis Mak*. 2022;22(1):237. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12911-022-01984-6>
 48. Liaw WR, Westfall JM, Williamson TS, et al. Primary Care: The actual intelligence required for Artificial Intelligence to advance health care and improve health. *JMIR Med Inform*. 2022;10(3):e27691. DOI: <https://doi.org/10.2196/27691>
 49. Soto-Ruiz N, Escalada-Hernández P, Martín-Rodríguez LS, et al. Web-Based personalized intervention to

- improve quality of life and self-efficacy of long-term breast cancer survivors: Study protocol for a randomized controlled trial. *IJERPH*. 2022;19(19):12240. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph191912240>
50. Ben-Gal HC. Artificial intelligence (AI) acceptance in primary care during the coronavirus pandemic: What is the role of patients' gender, age and health awareness? A two-phase pilot study. *Front Public Health*. 2023;10:931225. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.931225>
 51. Baek YS, Lee DH, Jo Y, et al. Artificial intelligence-estimated biological heart age using a 12-lead electrocardiogram predicts mortality and cardiovascular outcomes. *Front Cardiovasc Med*. 2023;10:1137892. DOI: <https://doi.org/10.3389/fcvm.2023.1137892>
 52. Darcel K, Upshaw T, Craig-Neil A, et al. Implementing Artificial Intelligence in Canadian primary care: Barriers and strategies identified through a national deliberative dialogue. *PLoS One*. 2023;18(2):e0281733. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0281733>
 53. Catalina QM, Fuster-Casanovas A, Vidal-Alaball J, et al. Knowledge and perception of primary care healthcare professionals on the use of artificial intelligence as a healthcare tool. *Digit Health*. 2023;9:20552076231180511. DOI: <https://doi.org/10.1177/20552076231180511>
 54. Nash DM, Thorpe C, Brown JB, et al. Perceptions of Artificial Intelligence use in Primary Care: A qualitative study with providers and staff of Ontario community Health Centres. *J Am Board Fam Med*. 2023;36(2):221-8. DOI: <https://doi.org/10.3122/jabfm.2022.220177R2>
 55. Upshaw TL, Craig-Neil A, Macklin J, et al. Priorities for Artificial Intelligence applications in Primary Care: A Canadian deliberative dialogue with patients, providers, and health system leaders. *J Am Board Fam Med*. 2023;36(2):210-20. DOI: <https://doi.org/10.3122/jabfm.2022.220171R1>
 56. Mahlknecht A, Engl A, Piccoliori G, et al. Supporting primary care through symptom checking artificial intelligence: a study of patient and physician attitudes in Italian general practice. *BMC Prim Care*. 2023;24(1):174. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12875-023-02143-0>
 57. Margozzini P, Tolonen H, Bernabe-Ortiz A, et al. National health examination surveys; a source of critical data. *Bull World Health Organ*. 2024;102(08):588-99. DOI: <https://doi.org/10.2471/blt.24.291783>
 58. Ghadiri P, Yaffe MJ, Adams AM, et al. Primary care physicians' perceptions of artificial intelligence systems in the care of adolescents' mental health. *BMC Prim Care*. 2024;25(1):215. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12875-024-02417-1>
 59. Vidal-Alaball J, Panadés Zafra R, Escalé-Besa A, et al. The artificial intelligence revolution in primary care: Challenges, dilemmas and opportunities. *Aten Primaria*. 2024;56(2):102820. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2023.102820>
 60. Bekbolatova M, Mayer J, Ong CW, et al. Transformative potential of ai in healthcare: definitions, applications, and navigating the ethical landscape and public perspectives. *Healthcare*. 2024;12(2):125. DOI: <https://doi.org/10.3390/healthcare12020125>
 61. Young RA, Martin CM, Sturmberg JP, et al. What complexity science predicts about the potential of artificial intelligence/machine learning to improve primary care. *J Am Board Fam Med*. 2024;37(2):332-45. DOI: <https://doi.org/10.3122/jabfm.2023.230219R1>
 62. Garrett L, Chowdhury AM, Pablos-Méndez A. All for universal health coverage. *Lancet*. 2009 Oct 10;374(9697):1294-9. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(09\)61503-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)61503-8)
 63. Lobo LC. Inteligência Artificial e Medicina. *Rev Bras Educ Med*. 2017;41(2):185-93. DOI: <https://doi.org/10.1590/1981-52712015v41n2esp>
 64. Jiang F, Jiang Y, Zhi H, et al. Artificial intelligence in healthcare: past, present and future. *Stroke Vasc Neurol*. 2017;2:e000101. DOI: <https://doi.org/10.1136/svn-2017-000101>

65. Bloom DE, Chatterji S, Kowal P, et al. Macroeconomic implications of population ageing and selected policy responses. *Lancet*. 2015;385(9968):649-57. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(14\)61464-1](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(14)61464-1)
66. Laranjo L, Dunn AG, Tong HL, et al. Conversational agents in healthcare: a systematic review. *J Am Med Inform Assoc*. 2018;25(9):1248-58. DOI: <https://doi.org/10.1093/jamia/ocy072>
67. Al Kuwaiti A, Nazer K, Al-Reedy A, et al. A review of the role of artificial intelligence in healthcare. *JPM*. 2023;13(6):951. DOI: <https://doi.org/10.3390/jpm13060951>
68. Leitão GGDS, Silva TDPSD, Lima MLLT, et al. Educational actions in human communication health: telehealth contributions in primary care. *Rev CEFAC*. 2018;20(2):182-90. DOI: <https://doi.org/10.1590/1982-0216201820210417>
69. Bender JD, Facchini LA, Lapão LMV, et al. The use of Information and Communication Technologies in Primary Health Care in Brazil – the period of 2014 to 2018. *Ciênc saúde coletiva*. 2024;29(1):e19882022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-81232024291.19882022>
70. Gerke S, Minssen T, Cohen G. Ethical and legal challenges of artificial intelligence-driven healthcare. In: Bohr A, Memarzadeh K, editores. *Artificial Intelligence in Healthcare*. [local desconhecido]: Academic Press; 2020. p. 295-336. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818438-7.00012-5>
71. Davenport T, Kalakota R. The potential for artificial intelligence in healthcare. *Future Healthc J*. 2019;6(2):94-8. DOI: <https://doi.org/10.7861/futurehosp.6-2-94>
72. Nehme M, Schneider F, Amruthalingam E, et al. Chatbots in medicine: certification process and applied use case. *Swiss Med Wkly*. 2024;154(10):3954. DOI: <https://doi.org/10.57187/s.3954>
73. Buntin MB, Burke MF, Hoaglin MC, et al. The benefits of health information technology: a review of the recent literature shows predominantly positive results. *Health Affairs*. 2011;30(3):464-71. DOI: <https://doi.org/10.1377/hlthaff.2011.0178>

Recebido em 09/12//2024

Aprovado em 04/04/2025

Conflito de interesses: inexistente

Suporte financeiro: não houve

Editora responsável: Jamilli Silva Santos