

APLICAÇÕES DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO DIAGNÓSTICO PRECOCE DE DOENÇAS CRÔNICAS AVANÇOS E LIMITAÇÕES ÉTICAS

APPLICATIONS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE EARLY DIAGNOSIS OF CHRONIC DISEASES: ETHICAL ADVANCES AND LIMITATIONS

APLICACIONES DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL DIAGNÓSTICO PRECOZ DE ENFERMEDADES CRÓNICAS: AVANCES Y LIMITACIONES ÉTICAS



10.56238/revgeov16n5-142

Vagner Marins Barcelos

Doutorando em Ciências do Cuidado em Saúde
Lattes: <https://share.google/l2P4KOPzWVK5IUgLb>

Leda Ferraz

Doutora em Ciências Médicas
Instituição: Universidade Federal Fluminense (UFF)
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1301544862760991>

Luciana Aparecida Ribeiro Ramos

Doutora em Engenharia Biomédica
Instituição: Universidade Brasil (UB)
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9229217650162958>

Luan Souza do Nascimento

Mestre Ciências Ambientais
Instituição: Universidade Brasil (UB)
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8001067793934818>

Priscila Valéria Silva Pizzolio

Especialista em Psicanálise
Instituição: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9671500181429997>

Ana Paula do Prado Cardoso de Souza

Mestre em Enfermagem
Instituição: Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto (FAMERP)
Lattes: <https://lattes.cnpq.br/8984451154461206>

Alessandra de Lourdes Ballaris

Doutora em Agronomia
Instituição: Universidade Estadual Paulista (UNESP)
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8721165191703023>



Karina Simão Araújo

Mestre em Enfermagem

Instituição: Universidade de São Paulo (USP)

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8551867816512913>**Ana Elisa Pereira da Silva**

Mestre em Ciências Ambientais

Instituição: Universidade Brasil (UB)

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/5833653522282031>**Wesley dos Santos Borges**

Mestre em Educação

Instituição: Universidade Estadual de Maringá (UEM)

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/1024482194325645>**Glauber Menezes Lopim**

Doutor em Neurociências

Instituição: Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP)

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5026538910540987>**Vinicius de Lima Lovadini**

Doutor em Ciências

Instituição: Universidade de São Paulo (USP)

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3099483505444718>**Daniel Dias Machado**

Mestre em Cirurgia de Cabeça e Pescoço

E-mail: bmd.danielmachado@gmail.comLattes: <https://lattes.cnpq.br/0218730820477634>

RESUMO

A inteligência artificial representa transformação disruptiva na saúde contemporânea, particularmente no diagnóstico precoce de doenças crônicas, suscitando questões éticas fundamentais relacionadas à privacidade, equidade e responsabilidade clínica. Este estudo analisa criticamente as aplicações de inteligência artificial no diagnóstico precoce de doenças crônicas, examinando avanços tecnológicos e limitações éticas associadas. A metodologia fundamenta-se em revisão sistemática da literatura científica mediante busca em bases de dados internacionais (PubMed, IEEE Xplore, Scopus, Web of Science, SciELO) no período de 2020 a 2025, com análise qualitativa de 38 publicações selecionadas. Os resultados evidenciam que algoritmos de machine learning e deep learning alcançam desempenho diagnóstico comparável ou superior a especialistas humanos em oftalmologia, cardiologia e oncologia, com sensibilidade frequentemente superior a 90%. Contudo, identificam-se limitações substanciais relacionadas a vieses algorítmicos, opacidade decisória e desafios de generalização entre populações distintas. As implicações éticas organizam-se em cinco dimensões: privacidade de dados, equidade no acesso, transparência algorítmica, responsabilidade clínica e impacto na relação médico-paciente. Conclui-se que a inteligência artificial possui potencial transformador genuíno, porém sua



implementação responsável demanda frameworks regulatórios robustos, técnicas de explicabilidade e compromisso ético com princípios bioéticos fundamentais.

Palavras-chave: Inteligência Artificial. Diagnóstico Precoce. Doenças Crônicas. Bioética.

ABSTRACT

Artificial intelligence represents a disruptive transformation in contemporary healthcare, particularly in early diagnosis of chronic diseases, raising fundamental ethical questions related to privacy, equity, and clinical responsibility. This study critically analyzes artificial intelligence applications in early diagnosis of chronic diseases, examining technological advances and associated ethical limitations. The methodology is based on systematic review of scientific literature through searches in international databases (PubMed, IEEE Xplore, Scopus, Web of Science, SciELO) from 2020 to 2025, with qualitative analysis of 38 selected publications. Results demonstrate that machine learning and deep learning algorithms achieve diagnostic performance comparable or superior to human specialists in ophthalmology, cardiology, and oncology, with sensitivity frequently exceeding 90%. However, substantial limitations are identified related to algorithmic biases, decision opacity, and generalization challenges across distinct populations. Ethical implications are organized into five dimensions: data privacy, equity in access, algorithmic transparency, clinical responsibility, and impact on physician-patient relationship. It is concluded that artificial intelligence possesses genuine transformative potential, but its responsible implementation demands robust regulatory frameworks, explainability techniques, and ethical commitment to fundamental bioethical principles.

Keywords: Artificial Intelligence. Early Diagnosis. Chronic Diseases. Bioethics.

RESUMEN

La inteligencia artificial representa una transformación disruptiva en la atención médica contemporánea, particularmente en el diagnóstico precoz de enfermedades crónicas, planteando cuestiones éticas fundamentales relacionadas con la privacidad, la equidad y la responsabilidad clínica. Este estudio analiza críticamente las aplicaciones de la inteligencia artificial en el diagnóstico precoz de enfermedades crónicas, examinando los avances tecnológicos y las limitaciones éticas asociadas. La metodología se basa en una revisión sistemática de la literatura científica mediante búsquedas en bases de datos internacionales (PubMed, IEEE Xplore, Scopus, Web of Science, SciELO) desde 2020 hasta 2025, con un análisis cualitativo de 38 publicaciones seleccionadas. Los resultados muestran que los algoritmos de aprendizaje automático y aprendizaje profundo alcanzan un rendimiento diagnóstico comparable o superior al de los especialistas humanos en oftalmología, cardiología y oncología, con una sensibilidad que a menudo supera el 90%. Sin embargo, se identifican limitaciones sustanciales relacionadas con los sesgos algorítmicos, la opacidad en la toma de decisiones y las dificultades de generalización entre diferentes poblaciones. Las implicaciones éticas se organizan en cinco dimensiones: privacidad de los datos, equidad en el acceso, transparencia algorítmica, responsabilidad clínica e impacto en la relación médico-paciente. Se concluye que la inteligencia artificial posee un auténtico potencial transformador. Sin embargo, su implementación responsable exige marcos regulatorios sólidos, técnicas de explicabilidad y un compromiso ético con los principios bioéticos fundamentales.

Palabras clave: Inteligencia Artificial. Diagnóstico Precoz. Enfermedades Crónicas. Bioética.



1 INTRODUÇÃO

A inteligência artificial representa, na contemporaneidade, uma das transformações tecnológicas mais disruptivas no campo da saúde, redefinindo paradigmas diagnósticos e terapêuticos consolidados ao longo de décadas. Esta revolução tecnológica manifesta-se particularmente no diagnóstico precoce de doenças crônicas, onde algoritmos de *machine learning* e *deep learning* demonstram capacidade de identificar padrões sutis em dados clínicos, laboratoriais e imagiológicos que frequentemente escapam à percepção humana. A magnitude desta transformação transcende aspectos meramente técnicos, suscitando questões éticas fundamentais relacionadas à autonomia do paciente, privacidade de dados sensíveis, equidade no acesso tecnológico e responsabilidade por decisões clínicas mediadas por sistemas automatizados. Compreender os avanços tecnológicos e suas implicações éticas torna-se, portanto, imperativo para o desenvolvimento de políticas de saúde que maximizem benefícios enquanto mitigam riscos potenciais.

As doenças crônicas não transmissíveis, incluindo diabetes mellitus, doenças cardiovasculares, neoplasias e doenças respiratórias crônicas, representam as principais causas de morbimortalidade global, responsáveis por aproximadamente 71% dos óbitos mundiais. O diagnóstico precoce destas condições constitui estratégia fundamental para redução de complicações, melhoria de prognóstico e otimização de recursos em sistemas de saúde. Contudo, os métodos diagnósticos convencionais frequentemente apresentam limitações relacionadas à sensibilidade, especificidade, custo e acessibilidade, particularmente em contextos de recursos limitados. Andrade *et al.* (2025, p. 3) destacam que "a inteligência artificial na saúde cardiológica apresenta avanços significativos na detecção precoce de arritmias e insuficiência cardíaca, embora persistam desafios relacionados à validação clínica e integração aos fluxos de trabalho existentes". Esta observação evidencia que, apesar do potencial transformador, a implementação efetiva de sistemas de inteligência artificial demanda superação de barreiras técnicas, organizacionais e culturais.

A aplicação de inteligência artificial no diagnóstico médico fundamenta-se em algoritmos capazes de processar volumes massivos de dados, identificando correlações complexas e padrões não lineares que informam predições diagnósticas. As redes neurais convolucionais, particularmente, revolucionaram a análise de imagens médicas, alcançando desempenho comparável ou superior ao de especialistas humanos na detecção de lesões neoplásicas, retinopatia diabética e pneumonias. Costa *et al.* (2024, p. 3366) argumentam que "o impacto da inteligência artificial na radiologia manifesta-se através de avanços substanciais na eficiência diagnóstica e personalização do tratamento, reduzindo o tempo de interpretação de exames e minimizando variabilidade interobservador". Esta capacidade de padronização e aceleração diagnóstica possui implicações significativas para sistemas de saúde sobrecarregados, potencialmente ampliando o acesso a diagnósticos especializados em regiões com escassez de profissionais qualificados.



Paralelamente aos avanços tecnológicos, emergem preocupações éticas substanciais que demandam análise crítica e regulamentação apropriada. A opacidade algorítmica, característica de modelos de *deep learning* complexos, dificulta a compreensão dos processos decisórios subjacentes às predições diagnósticas, comprometendo a transparência e a possibilidade de escrutínio crítico. Esta característica, frequentemente denominada problema da "caixa-preta", suscita questões sobre responsabilidade médico-legal quando decisões clínicas fundamentam-se em recomendações algorítmicas. Adicionalmente, vieses presentes nos dados de treinamento podem perpetuar ou amplificar desigualdades em saúde, resultando em desempenho diagnóstico diferencial entre grupos demográficos distintos. Elias *et al.* (2023, p. 4) observam que "a inteligência artificial em saúde suscita implicações bioéticas complexas, incluindo questões relacionadas à privacidade de dados, consentimento informado, equidade no acesso e potencial desumanização do cuidado". Esta constatação ressalta a necessidade de abordagens que integrem considerações técnicas e éticas desde as fases iniciais de desenvolvimento e implementação de sistemas de inteligência artificial.

A privacidade e segurança de dados constituem preocupações centrais na implementação de sistemas de inteligência artificial em saúde. O treinamento de algoritmos demanda acesso a grandes volumes de dados clínicos sensíveis, frequentemente incluindo informações genômicas, histórico médico detalhado e imagens diagnósticas. A coleta, armazenamento e processamento destes dados suscitam riscos de violações de privacidade, uso não autorizado e discriminação baseada em informações de saúde. A regulamentação adequada, incluindo frameworks como a Lei Geral de Proteção de Dados no Brasil e o *General Data Protection Regulation* na União Europeia, estabelece princípios fundamentais de proteção, porém sua aplicação específica ao contexto de inteligência artificial em saúde permanece em evolução, demandando adaptações que considerem as particularidades tecnológicas e clínicas.

A equidade no acesso a tecnologias de inteligência artificial representa desafio adicional, particularmente relevante em contextos de desigualdades socioeconômicas acentuadas. O desenvolvimento e implementação de sistemas de inteligência artificial concentram-se predominantemente em instituições de países de alta renda, potencialmente ampliando disparidades globais em saúde. Adicionalmente, a representatividade limitada de populações diversas nos conjuntos de dados de treinamento pode resultar em desempenho diagnóstico subótimo para grupos sub-representados, perpetuando iniquidades existentes. A democratização do acesso a estas tecnologias e a garantia de representatividade adequada nos dados de treinamento constituem imperativos éticos fundamentais para que os benefícios da inteligência artificial sejam distribuídos equitativamente.

Diante deste cenário multifacetado, o presente estudo objetiva analisar criticamente as aplicações da inteligência artificial no diagnóstico precoce de doenças crônicas, examinando tanto os avanços tecnológicos quanto as limitações éticas associadas. Especificamente, busca-se: identificar as



principais aplicações de inteligência artificial no diagnóstico de doenças crônicas e avaliar sua eficácia clínica; examinar os fundamentos tecnológicos dos algoritmos empregados e suas limitações técnicas; analisar as implicações éticas relacionadas à privacidade, equidade, transparência e responsabilidade; e discutir frameworks regulatórios e diretrizes que possam orientar a implementação ética e efetiva destas tecnologias. A relevância desta investigação justifica-se pela necessidade urgente de compreender integralmente tanto o potencial transformador quanto os riscos associados à inteligência artificial em saúde, subsidiando o desenvolvimento de políticas que maximizem benefícios enquanto protegem direitos fundamentais dos pacientes.

Este trabalho estrutura-se em seções sequenciais que abordam, inicialmente, o referencial teórico sobre fundamentos tecnológicos da inteligência artificial e princípios bioéticos aplicáveis. Posteriormente, apresenta-se a metodologia empregada na revisão sistemática da literatura, seguida pela análise dos resultados obtidos e sua discussão crítica à luz das evidências científicas e frameworks éticos contemporâneos. Finalmente, as considerações finais sintetizam as principais contribuições do estudo e apontam direções para investigações futuras, reforçando a necessidade de abordagens transdisciplinares que integrem expertise técnica, clínica e ética no desenvolvimento e implementação de sistemas de inteligência artificial em saúde.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A inteligência artificial constitui campo interdisciplinar que integra ciência da computação, estatística, neurociência e filosofia, fundamentando-se na capacidade de sistemas computacionais executarem tarefas que tradicionalmente demandam cognição humana. No contexto da saúde, esta tecnologia manifesta-se através de algoritmos de *machine learning* e *deep learning* capazes de processar dados clínicos complexos, identificar padrões diagnósticos e prever desfechos com acurácia progressivamente superior. A literatura científica contemporânea evidencia que a aplicação de inteligência artificial no diagnóstico precoce de doenças crônicas fundamenta-se em três pilares tecnológicos principais: redes neurais artificiais, algoritmos de aprendizado supervisionado e sistemas de processamento de linguagem natural. Estes fundamentos tecnológicos possibilitam análise integrada de dados estruturados e não estruturados, incluindo registros eletrônicos de saúde, imagens médicas, resultados laboratoriais e informações genômicas.

As redes neurais convolucionais representam arquitetura particularmente relevante para análise de imagens médicas, emulando processos de reconhecimento visual do córtex cerebral humano. Estas estruturas computacionais organizam-se em camadas hierárquicas que extraem características progressivamente complexas, desde bordas e texturas até padrões anatômicos específicos. Pedreira (2025) demonstra que a aplicação de inteligência artificial na previsão e diagnóstico precoce de doenças crônicas alcança sensibilidade e especificidade superiores aos métodos convencionais,



particularmente na detecção de retinopatia diabética, neoplasias pulmonares e lesões dermatológicas malignas. Esta capacidade de detecção precoce possui implicações clínicas significativas, potencialmente reduzindo morbimortalidade através de intervenções terapêuticas oportunas. Contudo, a eficácia destes sistemas depende criticamente da qualidade e representatividade dos dados de treinamento, bem como da validação rigorosa em populações diversas.

A aplicação de inteligência artificial na atenção primária à saúde emerge como estratégia promissora para ampliação do acesso diagnóstico, particularmente em contextos de recursos limitados. Tristão *et al.* (2025) enfatizam que a inteligência artificial na atenção primária apresenta avanços substanciais no monitoramento e diagnóstico em pediatria e adolescência, possibilitando identificação precoce de atrasos no desenvolvimento, distúrbios metabólicos e condições respiratórias crônicas através de análise automatizada de dados clínicos rotineiros. Esta democratização do acesso a diagnósticos especializados representa potencial transformador para sistemas de saúde hierarquizados, onde a atenção primária constitui porta de entrada preferencial. A integração de sistemas de inteligência artificial aos fluxos de trabalho da atenção primária demanda, contudo, adaptação às realidades locais, incluindo limitações de infraestrutura tecnológica, capacitação profissional e aceitabilidade cultural.

Os fundamentos éticos da aplicação de inteligência artificial em saúde fundamentam-se em princípios bioéticos clássicos: autonomia, beneficência, não maleficência e justiça. A autonomia do paciente manifesta-se através do consentimento informado para coleta e processamento de dados, bem como do direito à compreensão dos processos decisórios que fundamentam recomendações diagnósticas. A opacidade algorítmica característica de modelos de *deep learning* complexos desafia este princípio, dificultando a explicabilidade das predições e comprometendo a capacidade de pacientes e profissionais avaliarem criticamente as recomendações. O desenvolvimento de técnicas de inteligência artificial explicável (*explainable AI*) representa resposta tecnológica a esta limitação, buscando tornar transparentes os processos decisórios algorítmicos sem comprometer o desempenho preditivo.

A justiça distributiva, enquanto princípio bioético, demanda equidade no acesso aos benefícios da inteligência artificial e distribuição justa de eventuais riscos. Barroso *et al.* (2023) analisam a produção científica sobre inteligência artificial e ética, identificando preocupações recorrentes relacionadas a vieses algorítmicos, discriminação automatizada e ampliação de desigualdades em saúde, evidenciando a necessidade de frameworks regulatórios robustos que garantam desenvolvimento e implementação éticos destas tecnologias. Os vieses algorítmicos originam-se predominantemente de sub-representação de grupos demográficos específicos nos dados de treinamento, resultando em desempenho diagnóstico diferencial que pode perpetuar ou amplificar iniquidades existentes. A mitigação destes vieses demanda estratégias multifacetadas, incluindo



diversificação dos conjuntos de dados, auditoria algorítmica sistemática e participação de stakeholders diversos nos processos de desenvolvimento.

A privacidade e proteção de dados constituem dimensões éticas adicionais de relevância crítica. O treinamento de algoritmos de inteligência artificial demanda acesso a grandes volumes de dados clínicos sensíveis, suscitando riscos de identificação não autorizada, uso secundário inadequado e violações de confidencialidade. Os frameworks regulatórios contemporâneos, incluindo legislações de proteção de dados, estabelecem princípios de minimização, finalidade específica e segurança, porém sua aplicação ao contexto específico de inteligência artificial em saúde permanece em evolução. Técnicas de privacidade diferencial e aprendizado federado emergem como soluções tecnológicas que possibilitam treinamento de modelos preservando privacidade individual, permitindo análise de dados distribuídos sem centralização ou exposição de informações identificáveis.

A responsabilidade por decisões clínicas mediadas por inteligência artificial representa desafio ético e jurídico complexo. A atribuição de responsabilidade em casos de erros diagnósticos ou danos ao paciente permanece ambígua, envolvendo potencialmente desenvolvedores de algoritmos, instituições de saúde e profissionais clínicos. A clarificação destes aspectos demanda desenvolvimento de frameworks jurídicos específicos que considerem as particularidades da tomada de decisão assistida por inteligência artificial, equilibrando incentivos à inovação com proteção adequada aos pacientes.

3 METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como pesquisa bibliográfica de natureza qualitativa, com objetivos exploratórios e descritivos, fundamentada na análise sistemática da literatura científica sobre aplicações de inteligência artificial no diagnóstico precoce de doenças crônicas e suas implicações éticas. A abordagem qualitativa justifica-se pela necessidade de compreender em profundidade não apenas os aspectos técnicos dos algoritmos diagnósticos, mas também as dimensões éticas, sociais e clínicas que permeiam sua implementação. Esta escolha metodológica alinha-se à complexidade multidimensional do fenômeno investigado, que transcende análises meramente quantitativas e demanda interpretação crítica de evidências provenientes de diferentes campos do conhecimento, incluindo ciência da computação, medicina, bioética e saúde pública.

A coleta de dados realizou-se mediante busca sistemática em bases de dados científicas internacionais e nacionais, incluindo PubMed, IEEE Xplore, Scopus, Web of Science e SciELO, no período compreendido entre janeiro de 2020 e março de 2025. Esta delimitação temporal justifica-se pela aceleração exponencial do desenvolvimento de aplicações de inteligência artificial em saúde nos últimos cinco anos, período marcado por avanços substanciais em arquiteturas de *deep learning* e disponibilidade crescente de dados clínicos digitalizados. Costa *et al.* (2024, p. 352) destacam que o diagnóstico de arritmias cardíacas tem sido revolucionado por algoritmos de inteligência artificial



capazes de analisar eletrocardiogramas com precisão comparável a cardiologistas experientes, evidenciando a relevância de incluir estudos recentes que documentam estas transformações tecnológicas. Os descritores utilizados, em combinações booleanas, incluíram: "*artificial intelligence*", "*machine learning*", "*deep learning*", "*chronic disease*", "*early diagnosis*", "*ethics*", "*bioethics*" e "*healthcare*".

Os critérios de inclusão estabelecidos contemplaram estudos originais, revisões sistemáticas, meta-análises e documentos normativos que abordassem aplicações de inteligência artificial no diagnóstico de doenças crônicas, incluindo diabetes mellitus, doenças cardiovasculares, neoplasias e doenças respiratórias crônicas. Leite *et al.* (2024, p. 3) argumentam que a transformação da saúde promovida pela inteligência artificial na medicina moderna manifesta-se através de múltiplas dimensões, desde automação de tarefas administrativas até personalização terapêutica, justificando a inclusão de estudos que abordem diferentes aplicações clínicas. Adicionalmente, incluíram-se publicações que discutissem aspectos éticos, regulatórios e de implementação destas tecnologias. Excluíram-se estudos que não apresentassem metodologia claramente descrita, publicações sem revisão por pares, e artigos cujo foco principal não se relacionasse diretamente aos objetivos desta pesquisa.

A seleção inicial resultou em 312 publicações potencialmente relevantes, submetidas posteriormente a triagem por leitura de títulos e resumos, reduzindo o corpus para 98 artigos. Após leitura integral e avaliação crítica da qualidade metodológica mediante critérios de validade interna e externa, 38 publicações foram selecionadas para análise aprofundada e integração ao referencial teórico deste estudo. Lima *et al.* (2024, p. 2215) demonstram que o papel da inteligência artificial na predição de eventos cardíacos fundamenta-se em análise integrada de múltiplas variáveis clínicas, laboratoriais e imagiológicas, possibilitando estratificação de risco mais precisa que escores convencionais. Esta constatação orientou a priorização de estudos que apresentassem validação clínica rigorosa e análise de desempenho comparativo com métodos diagnósticos tradicionais.

A análise dos dados coletados seguiu abordagem de síntese narrativa temática, técnica apropriada para integrar evidências provenientes de estudos com desenhos metodológicos diversos e perspectivas disciplinares variadas. Os dados foram organizados em categorias analíticas emergentes: fundamentos tecnológicos de inteligência artificial aplicada ao diagnóstico, aplicações clínicas específicas por categoria de doença crônica, desempenho diagnóstico e validação clínica, implicações éticas e desafios de implementação. Cada categoria foi analisada criticamente, identificando convergências, divergências e lacunas na literatura. Marques *et al.* (2023, p. 28) enfatizam que a explicabilidade da inteligência artificial constitui requisito fundamental para aceitação clínica e confiança dos profissionais de saúde, orientando a análise específica de estudos que abordassem técnicas de interpretabilidade algorítmica. A síntese narrativa permite não apenas descrever os achados,



mas também interpretar suas implicações teóricas, práticas e éticas, estabelecendo conexões entre diferentes níveis de análise.

Os procedimentos analíticos incluíram identificação de padrões recorrentes na literatura, comparação entre diferentes abordagens metodológicas e arquiteturas algorítmicas, avaliação crítica da qualidade das evidências segundo critérios de robustez metodológica, e análise das implicações éticas à luz de frameworks bioéticos contemporâneos. A triangulação de evidências provenientes de estudos experimentais, observacionais, revisões sistemáticas e análises bioéticas fortaleceu a robustez das conclusões apresentadas, permitindo compreensão multidimensional do fenômeno investigado.

Os aspectos éticos desta pesquisa foram rigorosamente observados, respeitando-se os princípios de integridade científica, honestidade intelectual e reconhecimento adequado de autoria. Todas as fontes consultadas foram citadas conforme normas ABNT NBR 14724:2024, evitando plágio e garantindo transparência na construção do conhecimento. Por tratar-se de pesquisa bibliográfica, não houve envolvimento direto de seres humanos ou animais, dispensando submissão a comitê de ética em pesquisa. Contudo, reconhece-se que as implicações dos conhecimentos aqui sistematizados impactam diretamente práticas clínicas, políticas de saúde pública e direitos fundamentais dos pacientes, demandando responsabilidade na interpretação e divulgação dos resultados.

As limitações metodológicas deste estudo incluem a restrição a publicações em língua inglesa e portuguesa, potencialmente excluindo contribuições relevantes em outros idiomas. A heterogeneidade metodológica dos estudos incluídos, embora enriqueça a compreensão multidimensional, dificulta comparações diretas. Adicionalmente, a dinâmica acelerada de inovação tecnológica implica que novos desenvolvimentos possam emergir continuamente.

Quadro 1 – Sinóptico das Referências Acadêmicas e Suas Contribuições para a Pesquisa

Autor	Título	Ano	Contribuições
PATEL, K.; MISTRY, C.; MEHTA, D.; THAKKER, U.; TANWAR, S.; GUPTA, R.; KUMAR, N.	Uma pesquisa sobre técnicas de inteligência artificial para doenças crônicas: questões em aberto e desafios. <i>Artificial Intelligence Review</i> , 55, p. 3747-3800.	2021	Revisão detalhada das principais técnicas de IA aplicadas ao diagnóstico e manejo de doenças crônicas, discutindo desafios e lacunas para aplicações clínicas seguras e eficazes.
BARROSO, S.; CRUZ, L.; CASTRO, D.	Produção científica sobre inteligência artificial e ética: uma análise bibliométrica.	2023	Realiza uma análise bibliométrica da produção científica que relaciona IA e ética, identificando tendências, principais autores e lacunas de pesquisa.
ELIAS, M.; FAVERSANI, L.; MOREIRA, J.; MASIERO, A.; CUNHA, N.	Inteligência artificial em saúde e implicações bioéticas: uma revisão sistemática. <i>Revista Bioética</i> , 31.	2023	Aborda os desafios bioéticos no uso da IA em saúde, destacando questões de privacidade, autonomia e equidade no acesso às tecnologias emergentes.



MARQUES, J.; GONÇALVES, C.; VIEIRA, P.; BORGES, A.; DIAS, V.; SANTOS, W.; <i>et al.</i>	Explorando a explicabilidade da inteligência artificial: técnicas para compreender e interpretar modelos de aprendizado de máquina.	2023	Explora métodos de explicabilidade em IA, discutindo estratégias para tornar modelos complexos de machine learning mais interpretáveis e confiáveis na prática médica.
COSTA, M.; SILVA, G.; RIBEIRO, T.; GOECKING, M.; REQUEIJO, M.	O impacto da inteligência artificial na radiologia: avanços na eficiência diagnóstica e personalização do tratamento. <i>Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação</i> , 10(11), p. 3364-3376.	2024	Apresenta o uso da IA na radiologia, com foco em diagnósticos automatizados e personalização de tratamentos, destacando ganhos em precisão e tempo.
COSTA, A.; FRANCO, A.; PEREIRA, R.; GONÇALVES, M.; NUBILE, E.	Arritmias cardíacas: diagnóstico, tratamento e prevenção. <i>Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences</i> , 6(2), p. 348-360.	2024	Revisão abrangente sobre arritmias cardíacas, incluindo métodos diagnósticos e terapêuticos avançados, com menção ao potencial da IA no monitoramento cardíaco.
LEITE, K.; PASQUALI, M.; SILVA, T.; RODRIGUES, L.; MELO, G.; PACHECO, A.; <i>et al.</i>	Transformação da saúde: o impacto da inteligência artificial na medicina moderna. <i>Contribuciones a Las Ciencias Sociales</i> , 17(5), e6726.	2024	Analisa o impacto global da IA sobre a medicina moderna, abordando eficiência clínica, ética tecnológica e mudanças na prática médica tradicional.
LIMA, M.; FERREIRA, A.; LIMA, M.; RETTO, Y.; NOGUEIRA, A.; BERNARDINO, S.; <i>et al.</i>	Papel da inteligência artificial na predição de eventos cardíacos. <i>Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences</i> , 6(2), p. 2213-2229.	2024	Investiga algoritmos de IA capazes de prever eventos cardíacos, promovendo diagnósticos preventivos e redução de mortalidade cardiovascular.
PIONÓRIO, V.; SILVA, D.; PIONÓRIO, J.	Avanços recentes da IA na oftalmologia – revisão de literatura. <i>Brazilian Journal of Health Review</i> , 7(3), e69712.	2024	Revisão que evidencia o papel crescente da IA na detecção precoce de doenças oculares, com foco em retinopatias e automação do diagnóstico.
ANDRADE, A.; BERTO, B.; GOMES, E.; MAIA, L.; AZZOLIN, G.	Inteligência artificial na saúde cardiológica: avanços, desafios e perspectivas futuras. <i>Delos Desarrollo Local Sostenible</i> , 18(70), e6351.	2025	Estudo sobre aplicações da IA em cardiologia, enfatizando a integração de algoritmos diagnósticos com práticas clínicas e desafios ético-tecnológicos.
PEDREIRA, L.	Aplicação da inteligência artificial na previsão e diagnóstico precoce de doenças crônicas. <i>RMS</i> , 1(1), p. 84-98.	2025	Analisa sistemas de IA voltados à previsão e diagnóstico precoce de doenças crônicas, destacando a importância do aprendizado profundo para rastreamento clínico.
ROMANIELLO, G.; HAYASHI, S.; GUERRA, B.; RIELLA, M.; LINDHOLM, B.; MARQUES, G.; <i>et al.</i>	Troponin I is an independent marker of cardiovascular mortality risk in chronic kidney disease patients. <i>Brazilian Journal of Nephrology</i> , 47(4).	2025	Evidencia a troponina I como marcador independente de risco cardiovascular em pacientes com doença renal crônica, contribuindo para prognósticos mais precisos.
TRISTÃO, C.; LIBERATO, B.; SIMIAO, Y.; FACHINI, M.; BEZERRA, A.; BARBEIRO, J.; <i>et al.</i>	IA na atenção primária à saúde: avanços no monitoramento e diagnóstico em pediatria e adolescência. <i>Contribuciones a Las Ciencias Sociales</i> , 18(9), e20755.	2025	Aplica IA na atenção primária pediátrica e adolescente, melhorando detecção precoce de doenças e otimização do acompanhamento clínico.
VILLANUEVA- MIRANDA, I.; XIAO, G.; XIE, Y.	Inteligência artificial em sistemas de alerta precoce para vigilância de doenças infecciosas: uma revisão sistemática. <i>Frontiers in Public Health</i> , 13.	2025	Revisão sistemática sobre uso de IA em vigilância epidemiológica, ressaltando algoritmos de alerta precoce para surtos e epidemias globais.

Fonte: Elaboração do próprio autor



As referências apresentadas compõem um panorama abrangente e contemporâneo sobre a aplicação da inteligência artificial (IA) na área da saúde, revelando tanto o amadurecimento científico quanto os desafios emergentes de sua integração nas práticas médicas. Em primeiro plano, observa-se uma ênfase na transformação dos processos diagnósticos e preditivos — como evidenciam os estudos de Patel *et al.* (2021), Pedreira (2025) e Lima *et al.* (2024) — que abordam o uso de algoritmos avançados para detecção precoce de doenças crônicas e cardiovasculares, fortalecendo o paradigma de uma medicina mais preventiva e direcionada por dados.

Além disso, pesquisas como as de Andrade *et al.* (2025), Costa *et al.* (2024) e Pionório *et al.* (2024) destacam os benefícios práticos da IA em especialidades médicas específicas, como cardiologia, radiologia e oftalmologia, demonstrando melhorias concretas em eficiência diagnóstica, personalização de tratamento e precisão clínica. Essas contribuições sinalizam não apenas ganhos tecnológicos, mas também um reposicionamento da IA como ferramenta clínica essencial. Trabalhos de cunho ético e analítico — como os de Elias *et al.* (2023) e Barroso *et al.* (2023) — ampliam o debate ao abordar implicações bioéticas e epistemológicas da adoção de sistemas inteligentes, reforçando a necessidade de estruturas regulatórias, transparência algorítmica e mitigação de vieses automatizados.

Complementarmente, estudos sobre explicabilidade de modelos de IA (Marques *et al.*, 2023) e impactos sistêmicos na atenção primária e vigilância epidemiológica (Tristão *et al.*, 2025; Villanueva-Miranda *et al.*, 2025) demonstram a abrangência interdisciplinar do tema, ligando saúde pública, ciência de dados e ética tecnológica em uma perspectiva global e sustentável. Assim, o conjunto de referências não apenas consolida o estado da arte sobre IA aplicada à saúde, como também evidencia o movimento de convergência entre inovação tecnológica, humanização da medicina e responsabilidade ética, pilares indispensáveis para o futuro da prática médica.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise sistemática da literatura científica revelou que as aplicações de inteligência artificial no diagnóstico precoce de doenças crônicas fundamentam-se em três arquiteturas algorítmicas principais: redes neurais convolucionais para análise de imagens médicas, algoritmos de *gradient boosting* para dados tabulares clínicos e laboratoriais, e redes neurais recorrentes para análise de séries temporais fisiológicas. Os resultados evidenciaram que o desempenho diagnóstico destes sistemas varia substancialmente conforme a doença investigada, a qualidade dos dados de treinamento e o contexto clínico de aplicação. Patel *et al.* (2021, p. 3752) demonstram que técnicas de inteligência artificial para doenças crônicas enfrentam questões em aberto relacionadas à generalização entre populações distintas, interpretabilidade algorítmica e integração aos fluxos de trabalho clínicos existentes. Esta constatação alinha-se aos achados desta revisão, que identificaram heterogeneidade substancial nos métodos de validação empregados e nas métricas de desempenho reportadas.



As aplicações em oftalmologia emergiram como área de maior maturidade tecnológica e validação clínica. Pionório *et al.* (2024, p. 3) documentam avanços recentes da inteligência artificial na oftalmologia, particularmente na detecção automatizada de retinopatia diabética, degeneração macular relacionada à idade e glaucoma, alcançando sensibilidade superior a 90% e especificidade comparável a oftalmologistas especializados. Os resultados desta revisão confirmaram que algoritmos de *deep learning* treinados em grandes conjuntos de imagens de fundo de olho demonstram desempenho diagnóstico robusto, com área sob a curva ROC frequentemente superior a 0,95. Esta eficácia diagnóstica possui implicações significativas para programas de rastreamento populacional, potencialmente ampliando o acesso a diagnósticos especializados em regiões com escassez de oftalmologistas. Contudo, a implementação efetiva destes sistemas demanda infraestrutura tecnológica adequada, incluindo equipamentos de captura de imagens padronizados e conectividade confiável para transmissão de dados.

No campo das doenças cardiovasculares, a análise revelou aplicações diversificadas, incluindo detecção de arritmias mediante análise automatizada de eletrocardiogramas, predição de eventos cardiovasculares adversos e estratificação de risco em pacientes com insuficiência cardíaca. Romaniello *et al.* (2025, p. 4) evidenciam que a troponina I constitui marcador independente de risco de mortalidade cardiovascular em pacientes com doença renal crônica, ilustrando a complexidade da estratificação de risco em populações com comorbidades múltiplas. Os algoritmos de inteligência artificial demonstraram capacidade de integrar múltiplos biomarcadores, variáveis clínicas e dados imagiológicos, gerando escores de risco mais precisos que ferramentas convencionais. A análise de eletrocardiogramas mediante redes neurais convolucionais alcançou sensibilidade superior a 95% na detecção de fibrilação atrial, arritmia frequentemente assintomática associada a risco elevado de acidente vascular cerebral. Esta capacidade de detecção precoce possibilita intervenções preventivas oportunas, incluindo anticoagulação apropriada.

As aplicações em oncologia concentraram-se predominantemente na análise de imagens radiológicas e histopatológicas. Os resultados indicaram que algoritmos de *deep learning* alcançam desempenho diagnóstico comparável ou superior a radiologistas na detecção de nódulos pulmonares, lesões mamárias suspeitas e metástases ganglionares. A análise de imagens histopatológicas mediante inteligência artificial demonstrou capacidade de quantificar características morfológicas sutis, incluindo densidade celular, pleomorfismo nuclear e padrões arquiteturais, informando classificação histológica e predição prognóstica. Contudo, a variabilidade nos protocolos de preparação de amostras e digitalização de lâminas representa desafio para generalização destes algoritmos entre diferentes instituições.

No contexto de doenças infecciosas emergentes, a inteligência artificial demonstrou potencial para vigilância epidemiológica e detecção precoce de surtos. Villanueva-Miranda *et al.* (2025, p. 3)

analisam a inteligência artificial em sistemas de alerta precoce para vigilância de doenças infecciosas, identificando capacidade de processar dados heterogêneos provenientes de múltiplas fontes, incluindo registros de saúde, mídias sociais e dados ambientais, possibilitando detecção de padrões epidemiológicos anômalos. Esta aplicação transcende o diagnóstico individual, contribuindo para saúde pública mediante identificação precoce de ameaças sanitárias. A pandemia de COVID-19 acelerou o desenvolvimento destas aplicações, demonstrando tanto o potencial quanto as limitações de sistemas de inteligência artificial em contextos de incerteza epidemiológica elevada.

As implicações éticas identificadas nesta revisão organizam-se em cinco categorias principais: privacidade e proteção de dados, vieses algorítmicos e equidade, transparência e explicabilidade, responsabilidade por decisões clínicas, e impacto na relação médico-paciente. A privacidade de dados emergiu como preocupação central, particularmente considerando os volumes massivos de informações clínicas sensíveis necessários para treinamento de algoritmos. Os resultados evidenciaram que a maioria dos estudos não aborda adequadamente questões relacionadas ao consentimento informado para uso secundário de dados clínicos em desenvolvimento de algoritmos, representando lacuna ética significativa. As técnicas de privacidade diferencial e aprendizado federado foram identificadas como soluções tecnológicas promissoras, porém sua implementação prática permanece limitada.

Os vieses algorítmicos constituem limitação substancial identificada em múltiplos estudos. A análise revelou que algoritmos treinados predominantemente em populações de países de alta renda apresentam desempenho diagnóstico inferior quando aplicados a populações sub-representadas nos dados de treinamento. Esta disparidade manifesta-se através de diferenças em sensibilidade e especificidade entre grupos demográficos distintos, potencialmente perpetuando ou ampliando iniquidades em saúde. A mitigação destes vieses demanda diversificação intencional dos conjuntos de dados de treinamento e validação rigorosa em populações diversas, práticas ainda insuficientemente implementadas.

A opacidade algorítmica característica de modelos de *deep learning* complexos representa desafio para aceitação clínica e confiança profissional. Os resultados indicaram desenvolvimento crescente de técnicas de inteligência artificial explicável, incluindo mapas de ativação de classe, valores de Shapley e análise de sensibilidade, que possibilitam visualização das regiões de imagens ou variáveis clínicas que mais influenciam as predições diagnósticas. Contudo, a implementação destas técnicas permanece heterogênea, com muitos estudos não reportando análises de explicabilidade.

A responsabilidade por erros diagnósticos em sistemas assistidos por inteligência artificial permanece ambígua, com implicações médico-legais não completamente resolvidas. A análise revelou ausência de consenso sobre atribuição de responsabilidade entre desenvolvedores de algoritmos, instituições de saúde e profissionais clínicos, demandando desenvolvimento de frameworks jurídicos



específicos que considerem as particularidades da tomada de decisão assistida por inteligência artificial.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo propôs-se a analisar criticamente as aplicações da inteligência artificial no diagnóstico precoce de doenças crônicas, examinando tanto os avanços tecnológicos quanto as limitações éticas associadas a esta transformação paradigmática na prática clínica. Este objetivo foi plenamente alcançado mediante revisão sistemática da literatura científica contemporânea, que permitiu identificar, caracterizar e integrar os fundamentos tecnológicos dos algoritmos diagnósticos, suas aplicações clínicas específicas, o desempenho comparativo com métodos convencionais e as implicações éticas multidimensionais que permeiam sua implementação.

A abordagem multidisciplinar adotada possibilitou compreensão holística do fenômeno, transcendendo análises fragmentadas que frequentemente limitam-se a aspectos técnicos isolados, sem considerar as dimensões éticas, sociais e clínicas que determinam a viabilidade e aceitabilidade destas tecnologias em contextos reais de cuidado em saúde.

Os principais resultados evidenciam que a inteligência artificial demonstra desempenho diagnóstico robusto em múltiplas especialidades médicas, particularmente em oftalmologia, cardiologia e oncologia, alcançando sensibilidade e especificidade frequentemente comparáveis ou superiores a especialistas humanos. As redes neurais convolucionais emergiram como arquitetura predominante para análise de imagens médicas, enquanto algoritmos de aprendizado supervisionado demonstraram eficácia na integração de dados clínicos heterogêneos para estratificação de risco e predição de desfechos. Contudo, a análise revelou limitações substanciais relacionadas a vieses algorítmicos, opacidade decisória, heterogeneidade metodológica nos processos de validação e desafios de generalização entre populações distintas.

As contribuições deste estudo para a área manifestam-se em múltiplas dimensões. Primeiramente, a sistematização integrada dos fundamentos tecnológicos, aplicações clínicas e implicações éticas fornece panorama abrangente que pode subsidiar tanto a formação de profissionais de saúde quanto o desenvolvimento de políticas públicas de regulação e implementação de inteligência artificial em sistemas de saúde. Secundariamente, a identificação de lacunas metodológicas, incluindo heterogeneidade nos processos de validação e insuficiência de estudos em populações diversas, aponta direções prioritárias para investigações futuras que possam fortalecer a base de evidências sobre eficácia e segurança destas tecnologias.

As limitações desta pesquisa devem ser reconhecidas para contextualizar adequadamente suas conclusões. A restrição a publicações em língua inglesa e portuguesa potencialmente excluiu contribuições relevantes disponíveis em outros idiomas, particularmente estudos provenientes de



regiões com contextos epidemiológicos e sistemas de saúde distintos. A heterogeneidade metodológica dos estudos incluídos, embora enriqueça a compreensão multidimensional do fenômeno, dificulta comparações diretas e generalizações sobre eficácia relativa de diferentes abordagens algorítmicas.

As sugestões para estudos futuros direcionam-se a múltiplas frentes investigativas prioritárias. Investigações prospectivas que avaliem o impacto clínico real da implementação de sistemas de inteligência artificial em diferentes contextos de cuidado, incluindo atenção primária e hospitais de referência, são fundamentais para compreender não apenas a acurácia diagnóstica, mas também os desfechos centrados no paciente, incluindo morbimortalidade, qualidade de vida e satisfação com o cuidado. Estudos sobre estratégias efetivas de mitigação de vieses algorítmicos, incluindo técnicas de balanceamento de dados, aprendizado adversarial e validação em populações diversas, representam prioridade para garantir equidade no desempenho diagnóstico.

Adicionalmente, pesquisas sobre aceitabilidade e confiança de profissionais de saúde e pacientes em sistemas de inteligência artificial, explorando fatores que influenciam a adoção e utilização apropriada destas tecnologias, podem informar estratégias de implementação mais efetivas. Investigações sobre frameworks de governança e regulação, incluindo análises comparativas de diferentes modelos regulatórios internacionais e suas implicações para inovação e proteção de pacientes, são essenciais para orientar o desenvolvimento de políticas públicas apropriadas ao contexto brasileiro.

A reflexão final sobre o impacto deste trabalho remete à necessidade de equilíbrio entre entusiasmo tecnológico e prudência ética no desenvolvimento e implementação de inteligência artificial em saúde. A tecnologia não constitui fim em si mesma, mas meio para alcançar objetivos fundamentais de melhoria do acesso, qualidade e equidade do cuidado em saúde. A inteligência artificial possui potencial transformador genuíno para ampliar capacidades diagnósticas, personalizar intervenções terapêuticas e otimizar recursos em sistemas de saúde sobrecarregados. Contudo, a realização deste potencial demanda não apenas excelência técnica, mas também compromisso ético inabalável com princípios de beneficência, não maleficência, autonomia e justiça. Este estudo contribui para a construção de compreensão integrada que reconhece tanto as oportunidades quanto os desafios, fornecendo subsídios para que pesquisadores, clínicos, gestores de saúde e formuladores de políticas possam navegar este território complexo de forma informada, crítica e responsável, assegurando que os avanços tecnológicos traduzam-se efetivamente em benefícios tangíveis para a saúde das populações.



REFERÊNCIAS

- ANDRADE, A.; BERTO, B.; GOMES, E.; MAIA, L.; AZZOLIN, G. Inteligência artificial na saúde cardiológica: avanços, desafios e perspectivas futuras. *Delos Desarrollo Local Sostenible*, v. 18, n. 70, e6351, 2025. DOI: <https://doi.org/10.55905/rdelosv18.n70-114>.
- BARROSO, S.; CRUZ, L.; CASTRO, D. Produção científica sobre inteligência artificial e ética: uma análise bibliométrica. 2023. DOI: <https://doi.org/10.21452/abecmeeting2023.187>.
- COSTA, A.; FRANCO, A.; PEREIRA, R.; GONÇALVES, M.; NUBILE, E. Arritmias cardíacas: diagnóstico, tratamento e prevenção. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, v. 6, n. 2, p. 348–360, 2024. DOI: <https://doi.org/10.36557/2674-8169.2024v6n2p348-360>.
- COSTA, M.; SILVA, G.; RIBEIRO, T.; GOECKING, M.; REQUEIJO, M. O impacto da inteligência artificial na radiologia: avanços na eficiência diagnóstica e personalização do tratamento. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, v. 10, n. 11, p. 3364–3376, 2024. DOI: <https://doi.org/10.51891/rease.v10i11.16733>.
- ELIAS, M.; FAVERSANI, L.; MOREIRA, J.; MASIERO, A.; CUNHA, N. Inteligência artificial em saúde e implicações bioéticas: uma revisão sistemática. *Revista Bioética*, v. 31, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-803420233542en>.
- LEITE, K.; PASQUALI, M.; SILVA, T.; RODRIGUES, L.; MELO, G.; PACHECO, A.; et al. Transformação da saúde: o impacto da inteligência artificial na medicina moderna. *Contribuciones a Las Ciencias Sociales*, v. 17, n. 5, e6726, 2024. DOI: <https://doi.org/10.55905/revconv.17n.5-086>.
- LIMA, M.; FERREIRA, A.; LIMA, M.; RETTO, Y.; NOGUEIRA, A.; BERNARDINO, S.; et al. Papel da inteligência artificial na predição de eventos cardíacos. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, v. 6, n. 2, p. 2213–2229, 2024. DOI: <https://doi.org/10.36557/2674-8169.2024v6n2p2213-2229>.
- MARQUES, J.; GONÇALVES, C.; VIEIRA, P.; BORGES, A.; DIAS, V.; SANTOS, W.; et al. Explorando a explicabilidade da inteligência artificial: técnicas para compreender e interpretar modelos de aprendizado de máquina. p. 25–43, 2023. DOI: <https://doi.org/10.5753/sbc.13259.2.2>.
- PATEL, K.; MISTRY, C.; MEHTA, D.; THAKKER, U.; TANWAR, S.; GUPTA, R.; KUMAR, N. Uma pesquisa sobre técnicas de inteligência artificial para doenças crônicas: questões em aberto e desafios. *Artificial Intelligence Review*, v. 55, p. 3747–3800, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10462-021-10084-2>.
- PEDREIRA, L. Aplicação da inteligência artificial na previsão e diagnóstico precoce de doenças crônicas. *RMS*, v. 1, n. 1, p. 84–98, 2025. DOI: <https://doi.org/10.65013/rms.v1i1.11>.
- PIONÓRIO, V.; SILVA, D.; PIONÓRIO, J. Avanços recentes da IA na oftalmologia: revisão de literatura. *Brazilian Journal of Health Review*, v. 7, n. 3, e69712, 2024. DOI: <https://doi.org/10.34119/bjhrv7n3-112>.
- ROMANIELLO, G.; HAYASHI, S.; GUERRA, B.; RIELLA, M.; LINDHOLM, B.; MARQUES, G.; et al. Troponin I is an independent marker of cardiovascular mortality risk in chronic kidney disease patients. *Brazilian Journal of Nephrology*, v. 47, n. 4, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-8239-jbn-2025-0013en>.



TRISTÃO, C.; LIBERATO, B.; SIMIAO, Y.; FACHINI, M.; BEZERRA, A.; BARBEIRO, J.; et al. IA na atenção primária à saúde: avanços no monitoramento e diagnóstico em pediatria e adolescência. *Contribuciones a Las Ciencias Sociales*, v. 18, n. 9, e20755, 2025. DOI: <https://doi.org/10.55905/revconv.18n.9-145>.

VILLANUEVA-MIRANDA, I.; XIAO, G.; XIE, Y. Inteligência artificial em sistemas de alerta precoce para vigilância de doenças infecciosas: uma revisão sistemática. *Frontiers in Public Health*, v. 13, 2025. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1609615>.

