



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS E TECNOLOGIA
CURSO BACHARELADO INTERDISCIPLINAR EM TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

ANAXÁGORAS LUCAS DE ARAÚJO MEDEIROS

**APLICAÇÕES DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO DIAGNÓSTICO DE
DOENÇAS CARDIOVASCULARES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA
LITERATURA**

PAU DOS FERROS - RN

2026

ANAXÁGORAS LUCAS DE ARAÚJO MEDEIROS

**APLICAÇÕES DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO DIAGNÓSTICO DE
DOENÇAS CARDIOVASCULARES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA
LITERATURA**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como requisito para a obtenção do título de Bacharel Interdisciplinar em Tecnologia da Informação.

Orientador: Reudismam Rolim de Sousa,
Prof. Dr.

PAU DOS FERROS - RN
2026

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

M488a Medeiros, Anaxágoras Lucas de Araújo.
Aplicações da inteligência artificial no diagnóstico de doenças cardiovasculares: uma revisão sistemática da literatura / Anaxágoras Lucas de Araújo Medeiros. - 2026.
64 f. : il.

Orientador: Reudismam Rolim de Sousa.
Monografia (graduação) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Curso de Tecnologia da Informação, 2026.

1. Inteligência artificial. 2. Doenças cardiovasculares. 3. Diagnóstico cardiovascular. 4. Aprendizado de máquina. 5. Aprendizado profundo. I. Sousa, Reudismam Rolim de, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Biblioteca Campus Pau dos Ferros
Bibliotecária: Erlanda Maria Lopes da Silva
CRB: 15/966

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

ANAXÁGORAS LUCAS DE ARAÚJO MEDEIROS

**APLICAÇÕES DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO DIAGNÓSTICO DE
DOENÇAS CARDIOVASCULARES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA
LITERATURA**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como requisito para a obtenção do título de Bacharel Interdisciplinar em Tecnologia da Informação.

Defendida em: **25/06/2026**.

BANCA EXAMINADORA

Reudismam Rolim de Sousa, Prof. Dr. - (UFERSA)
Presidente

José Ferdinandy Silva Chagas, Prof. Me. - (UFERSA)
Membro Examinador

Priscila Siméia de M. Teixeira, Bel. A. - (UFERSA)
Membro Examinador

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família,
pelo amor, apoio e incentivo de sempre,
que tornaram esta conquista possível.
(Presentes)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me conceder saúde, força, sabedoria e perseverança ao longo de toda esta caminhada acadêmica, permitindo que eu superasse os desafios e alcançasse mais esta importante conquista.

Aos meus pais e familiares, expresso minha profunda gratidão pelo apoio incondicional, pelos ensinamentos, pela confiança e pelo incentivo constante durante todos os anos de formação. Sem o apoio de vocês, essa trajetória não teria sido possível.

Ao meu orientador, Prof. Reudismam Rolim Sousa, agradeço pela orientação, disponibilidade, paciência e pelos valiosos ensinamentos compartilhados durante o desenvolvimento deste trabalho. Sua contribuição foi fundamental para a realização desta pesquisa.

À minha namorada, Dallyana Cecília, agradeço pelo amor, companheirismo, incentivo e compreensão durante os momentos mais desafiadores desta jornada. Seu apoio constante foi essencial para que eu mantivesse a motivação e a determinação necessárias para concluir esta etapa.

Ao meu amigo Lenilson Alves, deixo meu sincero agradecimento pela amizade, pelas palavras de incentivo e pelo apoio ao longo desta caminhada acadêmica. Sua presença e companheirismo contribuíram significativamente para tornar essa trajetória mais leve e motivadora.

A todos os professores da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), que contribuíram para minha formação acadêmica e profissional por meio de seus conhecimentos, experiências e dedicação ao ensino.

Aos amigos e colegas de curso, pela convivência, companheirismo e apoio mútuo ao longo dessa jornada, compartilhando desafios, aprendizados e conquistas.

Por fim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho e para a conclusão desta importante etapa da minha vida acadêmica.

EPÍGRAFE

“Quando for a hora certa, Eu, o Senhor, farei acontecer. **(Isaías 60:22 - Bíblia sagrada)**”

"Temos nosso próprio tempo. **(Legião Urbana, 1986).**"

RESUMO

As doenças cardiovasculares figuram entre as principais causas de mortalidade em todo o mundo, tornando fundamental o desenvolvimento de tecnologias capazes de auxiliar no diagnóstico precoce e no monitoramento dessas condições. Nesse contexto, a Inteligência Artificial (IA) tem se destacado como uma ferramenta promissora para apoiar a tomada de decisão clínica e aprimorar a precisão diagnóstica. O presente trabalho teve como objetivo realizar uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) para analisar e consolidar as evidências científicas sobre as aplicações da IA no diagnóstico de doenças cardiovasculares, identificando as principais abordagens utilizadas, seus benefícios e limitações. A pesquisa foi conduzida seguindo as diretrizes propostas por Kitchenham (2004), utilizando as bases de dados Portal de Periódicos CAPES, IEEE Xplore e ScienceDirect. Foram selecionados 22 estudos publicados entre 2022 e 2026, os quais foram submetidos a critérios de inclusão, exclusão e avaliação de qualidade. Os resultados evidenciaram o uso predominante de técnicas de *Machine Learning* e *Deep Learning*, especialmente modelos como *Convolutional Neural Networks* (CNN) e *Long Short-Term Memory* (LSTM), aplicados à análise de sinais fisiológicos, exames de imagem e dados provenientes de sensores vestíveis. Entre os principais benefícios identificados destacam-se a melhoria da precisão diagnóstica, a detecção precoce de doenças, o monitoramento contínuo de pacientes e o suporte à tomada de decisão médica. Entretanto, também foram observadas limitações relacionadas à interpretabilidade dos modelos, à dependência de bases de dados de alta qualidade e às questões de privacidade e validação clínica. Conclui-se que a IA possui elevado potencial para transformar o diagnóstico cardiovascular, embora ainda existam desafios que precisam ser superados para sua ampla adoção em ambientes clínicos.

Palavras-chave: inteligência artificial. doenças cardiovasculares. diagnóstico cardiovascular. machine learning. aprendizado profundo.

ABSTRACT

Cardiovascular diseases are among the leading causes of mortality worldwide, making the development of technologies capable of assisting in early diagnosis and monitoring of these conditions fundamental. In this context, Artificial Intelligence (AI) has stood out as a promising tool to support clinical decision-making and improve diagnostic accuracy. This study aimed to conduct a Systematic Literature Review (SLR) to analyze and consolidate the scientific evidence on the applications of AI in the diagnosis of cardiovascular diseases, identifying the main approaches used, their benefits, and limitations. The research was conducted following the guidelines proposed by Kitchenham (2004), using the databases Portal de Periódicos CAPES, IEEE Xplore, and ScienceDirect. Twenty-two studies published between 2022 and 2026 were selected and subjected to inclusion, exclusion, and quality assessment criteria. The results highlighted the predominant use of Machine Learning and Deep Learning techniques, especially models such as Convolutional Neural Networks (CNN) and Long Short-Term Memory (LSTM), applied to the analysis of physiological signals, imaging exams, and data from wearable sensors. Among the main benefits identified are improved diagnostic accuracy, early disease detection, continuous patient monitoring, and support for medical decision-making. However, limitations related to model interpretability, dependence on high-quality databases, and issues of privacy and clinical validation were also observed. It is concluded that AI has high potential to transform cardiovascular diagnosis, although challenges remain to be overcome for its widespread adoption in clinical settings.

Keywords: artificial intelligence. cardiovascular diseases. cardiovascular diagnosis. machine learning. deep learning.

LISTA DE GRÁFICO

Gráfico 1 - Características dos artigos em relação a cada critério de qualidade.....	32
Gráfico 2 - Distribuição dos estudos selecionados por ano de publicação.....	35
Gráfico 3 - Técnicas de IA mais utilizadas.....	50
Gráfico 4 - Benefícios encontrados na literatura selecionada.....	52
Gráfico 5 - Desafios e limitações identificados na literatura selecionada.....	55

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Critérios de inclusão e exclusão.....	24
Quadro 2 - Processo de seleção dos trabalhos.....	25
Quadro 3 - Avaliação da qualidade dos estudos selecionados.....	26
Quadro 4 - Protocolo de extração de dados.....	31
Quadro 5 - Técnicas de IA mais utilizadas.....	50
Quadro 6 - Benefícios do uso de IA mapeados nos estudos.....	52
Quadro 7 - Limitações e desafios práticos catalogados.....	55
Quadro A1 - Critérios de inclusão e exclusão de artigos.....	66
Quadro A2 - Protocolo de extração de dados.....	66

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	<i>Associação Brasileira de Normas Técnicas</i>
AI	Inteligência Artificial (<i>Artificial Intelligence</i>)
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CE	CrITÉrios de Exclusão
CI	CrITÉrios de Inclusão
CNN	<i>Convolutional Neural Network</i>
CQ	CrITÉrios de Qualidade
DL	<i>Deep Learning</i>
ECG	Eletrocardiograma
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
LSTM	<i>Long Short-Term Memory</i>
ML	<i>Machine Learning</i>
PPG	<i>Photoplethysmography (Fotopletismografia)</i>
QP	Questão de Pesquisa
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
XAI	<i>Explainable Artificial Intelligence</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
1.1 Problema.....	15
1.2 Objetivos.....	16
1.2.1 Objetivo geral.....	16
1.2.2 Objetivos específicos.....	17
1.3 Justificativa.....	17
1.4 Estrutura do trabalho.....	18
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	20
2.1 Revisão Sistemática da Literatura.....	20
2.2 IA Aplicada à Área da Saúde.....	20
2.3 Machine Learning e Deep Learning Aplicados à Cardiologia.....	21
2.4 Diagnóstico de Doenças Cardiovasculares com IA.....	22
2.5 Desafios, Limitações e Perspectivas da IA na Cardiologia.....	23
3 METODOLOGIA.....	24
3.1 Planejamento e Questões de Pesquisa.....	24
3.2 Protocolo da Revisão Sistemática.....	24
3.3 Estratégia de Busca e Bases de Dados.....	25
3.4 Critérios de Seleção.....	26
3.5 Condução e Seleção dos Estudos.....	27
3.6 Extração de Dados.....	33
3.7 Declaração sobre o uso de IA.....	34
4 RESULTADOS.....	36
4.1 Descrição dos Estudos Seleccionados.....	36
4.1.1 Huang et al. (2022).....	37
4.1.2 Elias et al. (2024).....	38
4.1.3 Rizwan e Sadiq (2023).....	38
4.1.4 Azami et al. (2026).....	39

4.1.5 Khera et al. (2024).....	39
4.1.6 Bayona, Wang e Xiang (2025).....	40
4.1.7 Ren et al. (2026).....	40
4.1.8 Zanardo et al. (2023).....	41
4.1.9 Idakwo (2025).....	42
4.1.10 Almansouri et al. (2024).....	42
4.1.11 Zhang et al. (2024).....	43
4.1.12 Biswas et al. (2025).....	43
4.1.13 Kelshiker et al. (2026).....	44
4.1.14 Doolub et al. (2024).....	45
4.1.15 Nakamura e Sasano (2022).....	45
4.1.16 Hossain et al. (2023).....	46
4.1.17 Utsha e Morshed (2024).....	46
4.1.18 Gaikwad e Kulkarni (2025).....	47
4.1.19 Wu e Li (2023).....	47
4.1.20 Ozsahin et al. (2024).....	48
4.1.21 Divya e Deepu (2025).....	48
4.1.22 Qiu et al. (2024).....	49
4.2 Respostas às Questões de Pesquisa.....	49
4.2.1 Abordagens de IA utilizadas para diagnóstico cardiovascular.....	50
4.2.2 Benefícios do uso da IA para o diagnóstico cardiovascular.....	51
4.2.3 Limitações do uso da IA para o diagnóstico cardiovascular.....	53
4.3 Discussão dos Resultados.....	55
4.4 Artigos Relacionados e Contribuições.....	57
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	58
5.1 Limitações e Trabalhos Futuros.....	59
REFERÊNCIAS.....	60
APÊNDICE A – PROTOCOLO DE REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA.....	63

1 INTRODUÇÃO

As doenças cardiovasculares representam uma das principais causas de mortalidade no mundo, sendo responsáveis por milhões de óbitos anualmente e configurando um dos maiores desafios da saúde pública contemporânea (Elias *et al.*, 2024; Khera *et al.*, 2024). Problemas como insuficiência cardíaca, doença arterial coronariana, fibrilação atrial, hipertensão arterial e infarto agudo do miocárdio afetam significativamente a qualidade de vida da população, além de gerarem elevados custos para os sistemas de saúde (Doolub *et al.*, 2024; Bayona; Wang; Xiang, 2025). Fatores como envelhecimento populacional, sedentarismo, alimentação inadequada e aumento da incidência de doenças crônicas têm contribuído diretamente para o crescimento contínuo dos casos de doenças cardiovasculares em escala global (Elias *et al.*, 2024; Khera *et al.*, 2024; Bayona; Wang; Xiang, 2025).

Nesse contexto, o diagnóstico precoce torna-se essencial para reduzir complicações clínicas, aumentar as chances de tratamento adequado e diminuir os índices de mortalidade associados às doenças cardíacas. Entretanto, os métodos tradicionais de diagnóstico cardiovascular frequentemente dependem da interpretação manual de exames clínicos e de imagem, exigindo elevada experiência médica e grande tempo de análise (Doolub *et al.*, 2024; Nakamura; Sasano, 2022). Além disso, a crescente quantidade de dados gerados diariamente por eletrocardiogramas, exames laboratoriais, tomografias, ecocardiogramas e dispositivos digitais torna o processo diagnóstico cada vez mais complexo (Khera *et al.*, 2024).

Diante desse cenário, a Inteligência Artificial (IA) vem ganhando destaque na área da saúde devido à sua capacidade de analisar grandes volumes de dados, identificar padrões complexos e auxiliar profissionais médicos na tomada de decisão clínica (Huang *et al.*, 2022; Bayona; Wang; Xiang, 2025). Técnicas como *Machine Learning* (ML), *Deep Learning* (DL), Redes Neurais Artificiais (RNAs) e modelos multimodais vêm sendo amplamente aplicadas na cardiologia para detecção precoce de doenças cardiovasculares, análise automatizada de exames e previsão de riscos cardíacos (Li *et al.*, 2025; Hossain *et al.*, 2023). O avanço dessas tecnologias permitiu o desenvolvimento de sistemas capazes de alcançar elevados níveis de precisão diagnóstica, muitas vezes apresentando desempenho semelhante ou superior ao de especialistas humanos em determinadas aplicações clínicas (Almansouri *et al.*, 2024; Khera *et al.*, 2024).

Além das aplicações em exames tradicionais, a IA também vem sendo integrada a sensores vestíveis, dispositivos móveis e sistemas hospitalares inteligentes, possibilitando monitoramento contínuo dos pacientes e medicina personalizada (Huang *et al.*, 2022; Utsha;

Morshed, 2024). Estudos recentes demonstram que algoritmos inteligentes conseguem auxiliar na identificação de arritmias, insuficiência cardíaca, doença arterial coronariana e outras alterações cardiovasculares por meio da análise automatizada de sinais cardíacos, imagens médicas e registros eletrônicos de saúde (Huang *et al.*, 2022; Li *et al.*, 2025). Dessa forma, a IA apresenta potencial para transformar significativamente o cuidado cardiovascular, ampliando a eficiência clínica e o acesso ao diagnóstico especializado.

Apesar dos avanços observados, ainda existem desafios importantes relacionados à utilização da IA na cardiologia. Questões envolvendo privacidade dos dados médicos, vieses algorítmicos, interpretabilidade dos modelos, necessidade de validação clínica robusta e integração das tecnologias aos ambientes hospitalares representam limitações que ainda precisam ser discutidas (Idakwo, 2025; Almansouri *et al.*, 2024). Além disso, muitos modelos de DL funcionam como “caixas-pretas”, dificultando a compreensão das decisões automatizadas e gerando preocupações relacionadas à confiabilidade clínica dos sistemas inteligentes (Gaikwad; Kulkarni, 2025; Hossain *et al.*, 2023).

Dessa forma, torna-se relevante analisar como a IA vem sendo aplicada no diagnóstico de doenças cardiovasculares, identificando as principais abordagens utilizadas, seus benefícios e limitações. Nesse sentido, o presente trabalho propõe uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) com o objetivo de reunir e analisar estudos científicos recentes relacionados à aplicação da IA na cardiologia, contribuindo para uma compreensão mais ampla sobre o impacto dessas tecnologias no diagnóstico cardiovascular.

1.1 Problema

O avanço das tecnologias digitais na área da saúde tem proporcionado um crescimento significativo na quantidade de dados médicos produzidos diariamente (Li *et al.*, 2025; Khera *et al.*, 2024). Na cardiologia, exames como eletrocardiogramas, ecocardiografias, tomografias computadorizadas, ressonâncias magnéticas e registros clínicos eletrônicos geram um grande volume de informações que precisam ser interpretadas de maneira rápida e precisa (Elias *et al.*, 2024; Li *et al.*, 2025). Entretanto, os métodos tradicionais de análise cardiovascular ainda dependem fortemente da avaliação humana, tornando o processo diagnóstico mais demorado e suscetível a falhas relacionadas à sobrecarga clínica e à complexidade dos dados analisados (Doolub *et al.*, 2024; Nakamura; Sasano, 2022).

Além disso, muitas doenças cardiovasculares apresentam sintomas silenciosos ou sinais iniciais difíceis de serem identificados precocemente por métodos convencionais

(Almansouri *et al.*, 2024; Bayona; Wang; Xiang, 2025). Essa dificuldade pode ocasionar atrasos no diagnóstico, aumento da mortalidade e agravamento do quadro clínico dos pacientes (Elias *et al.*, 2024; Khera *et al.*, 2024). Nesse cenário, torna-se evidente a necessidade de ferramentas capazes de auxiliar profissionais da saúde na identificação precoce de alterações cardiovasculares, aumentando a precisão diagnóstica e reduzindo erros médicos (Huang *et al.*, 2022; Bayona; Wang; Xiang, 2025).

Diante dessas limitações, a IA vem sendo utilizada como alternativa para automatizar análises clínicas e identificar padrões complexos em exames cardiovasculares (Huang *et al.*, 2022; Li *et al.*, 2025). Técnicas de ML e DL têm demonstrado resultados promissores em aplicações como detecção de arritmias, previsão de insuficiência cardíaca, interpretação de exames de imagem e monitoramento contínuo de pacientes por dispositivos vestíveis (Utsha; Morshed, 2024; Hossain *et al.*, 2023). Contudo, apesar dos avanços observados, ainda existem desafios importantes relacionados à implementação dessas tecnologias em ambientes clínicos reais (Idakwo, 2025; Almansouri *et al.*, 2024).

Entre os principais desafios estão a necessidade de grandes bases de dados de alta qualidade, dificuldades relacionadas à interpretação dos algoritmos, riscos de vieses computacionais e preocupações envolvendo privacidade e segurança das informações médicas (Idakwo, 2025; Gaikwad; Kulkarni, 2025). Além disso, muitos modelos de IA ainda necessitam de validação clínica robusta antes de serem amplamente incorporados ao cuidado cardiovascular (Doolub *et al.*, 2024; Khera *et al.*, 2024).

Nesse contexto, surge a necessidade de compreender de forma mais aprofundada como a IA vem sendo aplicada no diagnóstico de doenças cardiovasculares, identificando as principais abordagens utilizadas, os benefícios proporcionados por essas tecnologias e as limitações ainda presentes em sua utilização clínica.

1.2 Objetivos

Apresentam-se a seguir o objetivo geral e os objetivos específicos que estruturam esta pesquisa voltada à aplicação da IA no diagnóstico de doenças cardiovasculares.

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo principal desta pesquisa é realizar uma RSL para analisar e consolidar as evidências científicas acerca das aplicações da IA no diagnóstico de doenças

cardiovasculares, analisando as principais abordagens computacionais utilizadas, os benefícios proporcionados por essas tecnologias e as limitações relacionadas à sua utilização no contexto clínico e hospitalar.

1.2.2 Objetivos específicos

Para alcançar o objetivo geral desta RSL, delinearam-se os seguintes objetivos específicos:

- Identificar as principais abordagens de IA aplicadas ao diagnóstico cardiovascular em estudos científicos nacionais e internacionais.
- Verificar a utilização de técnicas de ML, DL e modelos inteligentes aplicados à análise de eletrocardiogramas, exames de imagem cardíaca, registros clínicos e dispositivos vestíveis.
- Avaliar os benefícios proporcionados pela IA no diagnóstico de doenças cardiovasculares, considerando aspectos como precisão diagnóstica, detecção precoce, monitoramento contínuo e suporte à tomada de decisão médica.
- Analisar as limitações e desafios relacionados à utilização da IA na cardiologia, incluindo questões envolvendo privacidade de dados, vieses algorítmicos, interpretabilidade dos modelos e necessidade de validação clínica.
- Sintetizar as evidências científicas relacionadas ao impacto da IA na medicina cardiovascular, discutindo suas potencialidades, desafios e perspectivas futuras para aplicação em ambientes clínicos reais.

1.3 Justificativa

A crescente incidência de doenças cardiovasculares em escala mundial tem impulsionado o desenvolvimento de novas tecnologias capazes de auxiliar no diagnóstico precoce, monitoramento clínico e prevenção de complicações cardíacas (Elias *et al.*, 2024; Khera *et al.*, 2024). Nesse cenário, a IA vem se consolidando como uma das principais ferramentas tecnológicas aplicadas à área da saúde, especialmente na cardiologia, devido à sua capacidade de analisar grandes volumes de dados médicos e identificar padrões complexos com elevada precisão (Huang *et al.*, 2022; Bayona; Wang; Xiang, 2025). O avanço de técnicas como ML e DL tem possibilitado o desenvolvimento de sistemas inteligentes

capazes de auxiliar profissionais da saúde na interpretação de exames cardiovasculares, previsão de riscos cardíacos e suporte à tomada de decisão clínica (Li *et al.*, 2025; Hossain *et al.*, 2023).

Além do crescimento científico relacionado à IA aplicada à medicina cardiovascular, observa-se também um aumento significativo na utilização de dispositivos vestíveis, sensores inteligentes, registros eletrônicos de saúde e exames digitais, gerando uma enorme quantidade de dados clínicos que necessitam de processamento eficiente e automatizado (Utsha; Morshed, 2024; Huang *et al.*, 2022). Dessa forma, torna-se cada vez mais relevante compreender como essas tecnologias vêm sendo utilizadas no contexto cardiovascular e quais impactos elas apresentam na prática clínica.

A realização desta pesquisa justifica-se pela necessidade de consolidar e analisar as evidências científicas relacionadas às aplicações da IA no diagnóstico de doenças cardiovasculares, considerando que muitos estudos recentes apresentam diferentes abordagens computacionais, benefícios clínicos e limitações tecnológicas. Além disso, embora diversos trabalhos demonstrem elevados níveis de precisão diagnóstica utilizando algoritmos inteligentes, ainda existem desafios importantes relacionados à interpretabilidade dos modelos, qualidade dos dados clínicos, vieses algorítmicos, privacidade das informações médicas e necessidade de validação clínica robusta (Almansouri *et al.*, 2024; Idakwo, 2025; Gaikwad; Kulkarni, 2025).

Outro aspecto relevante desta pesquisa está relacionado à importância social e acadêmica do tema. As doenças cardiovasculares continuam sendo uma das principais causas de mortalidade mundial, tornando essencial o desenvolvimento de métodos mais rápidos, precisos e acessíveis para diagnóstico e prevenção (Elias *et al.*, 2024; Khera *et al.*, 2024). Nesse sentido, a IA apresenta potencial para contribuir significativamente com a melhoria da eficiência clínica, ampliação do acesso ao diagnóstico especializado e desenvolvimento da medicina personalizada. No âmbito acadêmico, este trabalho contribui para a organização e síntese do conhecimento científico relacionado à IA, reunindo estudos recentes nacionais e internacionais sobre o tema. Além disso, a pesquisa pode auxiliar futuros estudos voltados ao desenvolvimento de sistemas inteligentes aplicados à saúde.

1.4 Estrutura do trabalho

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos. O primeiro capítulo, a Introdução, estabelece o alicerce da pesquisa. Nele, contextualiza-se o cenário atual das doenças

cardiovasculares e do avanço da IA na área médica, define-se o problema central da investigação, apresentam-se os objetivos gerais e específicos e expõe-se a justificativa que sustenta a relevância acadêmica, científica e social do estudo.

O segundo capítulo, dedicado à Fundamentação Teórica, aprofunda-se nos conceitos essenciais para a compreensão do tema. São discutidos os fundamentos de uma RSL, os principais conceitos relacionados à IA aplicada à saúde, as técnicas de ML e DL utilizadas na cardiologia, bem como as aplicações da IA no diagnóstico cardiovascular e os desafios éticos, clínicos e tecnológicos associados ao uso dessas ferramentas em ambientes médicos.

O terceiro capítulo, Metodologia, descreve detalhadamente os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa. Apresenta-se o protocolo da RSL, fundamentado nas diretrizes de Kitchenham e Charters (2007). Além disso, são especificados os critérios de inclusão e exclusão dos estudos, as estratégias de busca utilizadas nas bases de dados científicas, o processo de seleção dos artigos e os métodos de extração e análise dos dados, assegurando o rigor metodológico, a transparência e a reprodutibilidade da pesquisa.

No quarto capítulo, Resultados, são sistematizadas as evidências científicas extraídas dos estudos selecionados. A discussão contempla as principais abordagens de IA aplicadas ao diagnóstico cardiovascular, os benefícios proporcionados por essas tecnologias e as limitações identificadas nos trabalhos analisados, respondendo diretamente às questões de pesquisa propostas neste estudo.

Por fim, o quinto capítulo, Considerações Finais, sintetiza os principais achados da pesquisa, destacando as contribuições da IA para o diagnóstico de doenças cardiovasculares, as limitações encontradas ao longo do estudo e possíveis direcionamentos para pesquisas futuras relacionadas à cardiologia digital e aos sistemas inteligentes aplicados à saúde.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, são apresentados conceitos fundamentais para a compreensão desta pesquisa. São abordados especificamente os temas: (i) Revisão Sistemática da Literatura, (ii) IA aplicada à área da saúde, (iii) *Machine Learning* e *Deep Learning* aplicados à cardiologia, (iv) diagnóstico de doenças cardiovasculares com IA e (v) desafios, limitações e perspectivas da utilização da IA no contexto cardiovascular.

2.1 Revisão Sistemática da Literatura

A Revisão Sistemática da Literatura (RSL) constitui um método científico utilizado para identificar, selecionar, avaliar e sintetizar evidências disponíveis sobre determinado tema de pesquisa de maneira organizada, transparente e reprodutível (Kitchenham; Charters, 2007). Diferentemente das revisões tradicionais, a RSL segue protocolos metodológicos previamente definidos, permitindo maior rigor científico na coleta e análise das informações presentes na literatura acadêmica (Kitchenham; Charters, 2007).

Segundo Kitchenham e Charters (2007), a RSL é amplamente utilizada em áreas relacionadas à tecnologia e computação devido à sua capacidade de reunir resultados provenientes de diferentes estudos, reduzindo vieses e proporcionando uma visão consolidada sobre o estado atual do conhecimento científico. Na área da saúde, esse método também vem sendo utilizado com frequência para analisar avanços tecnológicos, técnicas computacionais e aplicações clínicas relacionadas à IA (Zhang *et al.*, 2024; Bayona; Wang; Xiang, 2025).

Nesse contexto, a utilização da RSL neste trabalho permite identificar as principais abordagens de IA aplicadas ao diagnóstico de doenças cardiovasculares, além de possibilitar a análise dos benefícios, limitações e tendências presentes nos estudos científicos sobre o tema. Dessa forma, a RSL contribui para uma compreensão mais ampla acerca do impacto da IA na cardiologia contemporânea, garantindo maior confiabilidade e organização dos resultados obtidos.

2.2 IA Aplicada à Área da Saúde

A Inteligência Artificial (IA) refere-se ao desenvolvimento de sistemas computacionais capazes de executar tarefas que normalmente exigiriam inteligência humana, como reconhecimento de padrões, aprendizado, tomada de decisão e resolução de problemas

complexos (Bayona; Wang; Xiang, 2025; Khera *et al.*, 2024). Nas últimas décadas, o avanço da capacidade computacional e o crescimento da quantidade de dados digitais impulsionaram significativamente a utilização da IA em diferentes áreas do conhecimento, especialmente no setor da saúde (Zhang *et al.*, 2024; Elias *et al.*, 2024).

Na medicina, a IA vem sendo aplicada em atividades relacionadas ao diagnóstico clínico, análise de exames, monitoramento de pacientes, previsão de riscos e suporte à tomada de decisão médica (Khera *et al.*, 2024; Li *et al.*, 2025). Técnicas como ML, DL e Redes Neurais Artificiais (RNAs) possibilitam que sistemas computacionais identifiquem padrões complexos em grandes volumes de dados clínicos, auxiliando profissionais da saúde na detecção precoce de doenças e na definição de tratamentos mais eficientes (Hossain *et al.*, 2023; Almansouri *et al.*, 2024).

Além disso, a crescente digitalização dos serviços médicos, associada ao uso de registros eletrônicos de saúde, dispositivos vestíveis e exames digitais, ampliou ainda mais as possibilidades de aplicação da IA na medicina contemporânea (Utsha; Morshed, 2024; Huang *et al.*, 2022). Estudos demonstraram elevada precisão na análise de exames laboratoriais, imagens médicas e sinais fisiológicos, evidenciando o potencial dessas tecnologias para transformar significativamente o cuidado em saúde (Hossain *et al.*, 2023; Li *et al.*, 2025; Khera *et al.*, 2024).

2.3 *Machine Learning e Deep Learning* Aplicados à Cardiologia

O *Machine Learning* (ML) constitui uma subárea da IA voltada ao desenvolvimento de algoritmos capazes de aprender automaticamente a partir de dados, identificando padrões e realizando previsões sem necessidade de programação explícita para cada tarefa. Na cardiologia, técnicas de ML vêm sendo utilizadas para análise de exames cardiovasculares, previsão de riscos cardíacos e identificação precoce de doenças cardiovasculares (Li *et al.*, 2025; Bayona; Wang; Xiang, 2025).

Entre os algoritmos de ML empregados no diagnóstico cardiovascular, destacam-se modelos capazes de realizar tarefas de classificação, predição e reconhecimento de padrões em dados clínicos. Esses modelos conseguem analisar informações provenientes de exames clínicos e registros médicos eletrônicos, auxiliando na classificação de doenças e no suporte ao diagnóstico cardiovascular (Bayona; Wang; Xiang, 2025; Li *et al.*, 2025; Khera *et al.*, 2024; Wu; Li, 2023).

O *Deep Learning* (DL), por sua vez, representa uma evolução do ML baseada em redes neurais profundas capazes de processar grandes volumes de dados complexos. Modelos como Convolutional Neural Networks (CNN) e *Long Short-Term Memory* (LSTM) vêm sendo amplamente aplicados na análise de eletrocardiogramas, imagens cardíacas e sinais fisiológicos (Hossain *et al.*, 2023; Huang *et al.*, 2022). Estudos demonstraram elevado desempenho na identificação de arritmias, insuficiência cardíaca e doença arterial coronariana, alcançando níveis de precisão semelhantes aos de especialistas humanos em determinadas aplicações clínicas (Almansouri *et al.*, 2024; Khera *et al.*, 2024; Kelshiker *et al.*, 2026).

2.4 Diagnóstico de Doenças Cardiovasculares com IA

A utilização da IA no diagnóstico cardiovascular vem crescendo significativamente nos últimos anos devido à capacidade dos algoritmos inteligentes de processar grandes quantidades de dados clínicos com rapidez e precisão (Elias *et al.*, 2024; Khera *et al.*, 2024). Atualmente, sistemas baseados em IA vêm sendo utilizados em diferentes contextos da cardiologia, incluindo análise de eletrocardiogramas, exames de imagem cardíaca, monitoramento remoto de pacientes e previsão de riscos cardiovasculares (Li *et al.*, 2025; Bayona; Wang; Xiang, 2025).

Na análise de eletrocardiogramas (ECG), modelos de DL têm demonstrado elevada eficiência na identificação automática de arritmias cardíacas, fibrilação atrial e outras alterações elétricas do coração (Hossain *et al.*, 2023). Além disso, técnicas de IA também vêm sendo aplicadas em exames de imagem, como ecocardiografia, tomografia computadorizada e ressonância magnética cardíaca, auxiliando na detecção precoce de anormalidades estruturais e funcionais (Khera *et al.*, 2024; Li *et al.*, 2025).

Outro avanço importante está relacionado ao uso de sensores vestíveis e dispositivos móveis integrados à IA. *Smartwatches*, monitores cardíacos portáteis e sistemas de monitoramento remoto permitem acompanhamento contínuo dos pacientes em tempo real, contribuindo para identificação precoce de alterações cardiovasculares e redução de complicações clínicas (Huang *et al.*, 2022; Utsha; Morshed, 2024). Dessa forma, a IA vem desempenhando papel cada vez mais relevante na cardiologia digital e na medicina personalizada.

2.5 Desafios, Limitações e Perspectivas da IA na Cardiologia

Apesar dos avanços observados, a utilização da IA na cardiologia ainda enfrenta diversos desafios relacionados à sua implementação prática em ambientes clínicos reais (Idakwo, 2025). Um dos principais problemas está associado à necessidade de grandes bases de dados de alta qualidade para o treinamento adequado dos algoritmos (Idakwo, 2025; Almansouri *et al.*, 2024). Dados incompletos, enviesados ou inconsistentes podem comprometer significativamente o desempenho dos modelos inteligentes (Idakwo, 2025; Gaikwad; Kulkarni, 2025).

Outro desafio importante refere-se à interpretabilidade dos sistemas de IA. Muitos modelos de DL funcionam como “caixas-pretas”, dificultando a compreensão das decisões produzidas pelos algoritmos e gerando preocupações relacionadas à confiabilidade clínica dessas tecnologias (Gaikwad; Kulkarni, 2025; Hossain *et al.*, 2023). Nesse contexto, abordagens de *Explainable AI* (XAI) vêm sendo desenvolvidas para aumentar a transparência e facilitar a interpretação dos resultados obtidos pelos sistemas inteligentes (Gaikwad; Kulkarni, 2025).

Além disso, questões relacionadas à privacidade e segurança dos dados médicos também representam limitações relevantes para a adoção da IA na área da saúde (Idakwo, 2025). O uso de informações clínicas sensíveis exige mecanismos robustos de proteção de dados e conformidade com regulamentações éticas e legais (Idakwo, 2025).

Mesmo diante dessas limitações, as perspectivas futuras para utilização da IA na cardiologia são promissoras (Khera *et al.*, 2024; Li *et al.*, 2025). O avanço contínuo das técnicas computacionais, associado ao crescimento da medicina digital e da análise de dados em larga escala, tende a ampliar ainda mais as aplicações da IA no diagnóstico cardiovascular, contribuindo para maior precisão clínica, medicina personalizada e melhoria da qualidade do atendimento médico (Khera *et al.*, 2024; Bayona; Wang; Xiang, 2025; Li *et al.*, 2025).

3 METODOLOGIA

Este capítulo apresenta os procedimentos metodológicos utilizados para a realização desta pesquisa. O estudo foi desenvolvido por meio de uma RSL, com o objetivo de identificar, selecionar, analisar e sintetizar evidências científicas relacionadas às aplicações da IA no diagnóstico de doenças cardiovasculares. A metodologia adotada fundamenta-se nas diretrizes propostas por Kitchenham e Charters (2007), amplamente utilizadas em pesquisas da área de Tecnologia da Informação (TI) e Computação, especialmente em estudos que envolvem levantamento, organização e análise sistemática da produção científica.

A metodologia foi organizada em etapas que envolveram o planejamento da pesquisa, definição das questões de pesquisa, elaboração das estratégias de busca, aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, seleção dos estudos relevantes e extração dos dados necessários para análise dos resultados. Além disso, buscou-se garantir rigor metodológico, transparência e reprodutibilidade durante todo o processo de condução da revisão sistemática.

3.1 Planejamento e Questões de Pesquisa

O planejamento desta RSL foi realizado com o objetivo de estruturar de forma organizada e criteriosa todas as etapas da pesquisa. Inicialmente, definiu-se o tema central da pesquisa, voltado às aplicações da IA no diagnóstico de doenças cardiovasculares. A partir disso, foram estabelecidos os objetivos da investigação e delimitado o escopo da revisão, considerando estudos recentes relacionados ao uso de técnicas de IA aplicadas à cardiologia.

Posteriormente, foram definidas as Questões de Pesquisa (QPs), apresentadas a seguir:

QP1: Quais são as abordagens de IA utilizadas para diagnóstico cardiovascular? Busca identificar os principais modelos computacionais, algoritmos aplicados à cardiologia).

QP2: Quais são os benefícios do uso de IA para o diagnóstico cardiovascular? (Investiga melhorias relacionadas ao uso da IA na área médica cardiovascular).

QP3: Quais são as limitações do uso de IA para o diagnóstico cardiovascular? Analisa dificuldades na aplicação dos modelos de IA voltados a exames cardiovasculares).

3.2 Protocolo da Revisão Sistemática

O protocolo desta Revisão Sistemática da Literatura (RSL) foi elaborado com base nas diretrizes de Kitchenham e Charters (2007), com o objetivo de garantir rigor metodológico,

transparência e reprodutibilidade durante todas as etapas da pesquisa. Inicialmente, foram definidas as questões de pesquisa, as bases de dados, a estratégia de busca, os critérios de inclusão e exclusão e os critérios de avaliação da qualidade dos estudos.

A busca foi realizada nas bases Portal de Periódicos CAPES, IEEE Xplore e ScienceDirect, utilizando a string (*Artificial Intelligence OR AI*) AND (*Cardiovascular*) AND (*Diagnos*) AND (*Health*). A aplicação dessa estratégia resultou na recuperação inicial de 2.707 estudos.

Em seguida, foi realizada uma triagem preliminar, baseada na leitura dos títulos, palavras-chave e resumos dos estudos recuperados. Nessa etapa, foram mantidos apenas os trabalhos que apresentavam relação direta com a aplicação da IA no diagnóstico de doenças cardiovasculares. Estudos que abordavam outros temas, diferentes áreas médicas ou aplicações não relacionadas ao objetivo desta pesquisa foram descartados ainda nessa fase, tornando o processo de seleção mais ágil e objetivo.

Os estudos considerados potencialmente relevantes foram então submetidos à leitura completa, seguida da aplicação dos critérios de inclusão e exclusão e da avaliação da qualidade metodológica. Ao final desse processo, foram selecionados 22 artigos científicos, que compuseram a amostra final desta Revisão Sistemática da Literatura.

O protocolo completo detalhado, contendo todos os passos operacionais desta pesquisa, encontra-se disponível no Apêndice A deste trabalho.

3.3 Estratégia de Busca e Bases de Dados

A coleta de dados desta RSL foi realizada em bases de dados científicas internacionais reconhecidas nas áreas de TI, IA, Computação e Ciências da Saúde. As bases selecionadas foram: Portal de Periódicos CAPES, IEEE Xplore e ScienceDirect. A escolha dessas plataformas ocorreu devido à relevância acadêmica, abrangência multidisciplinar e volume de publicações científicas relacionadas à IA aplicada à área médica.

Para a construção da estratégia de busca, foram utilizados operadores booleanos (AND e OR), combinando termos de controle relacionados à IA, ao diagnóstico cardiovascular e à saúde. O objetivo dessa estratégia foi maximizar a recuperação de estudos científicos relevantes e reduzir a ocorrência de trabalhos fora do escopo da pesquisa. Para a recuperação dos artigos, foi estruturada a seguinte string de busca padrão: (*Artificial Intelligence OR AI*) AND (*Cardiovascular*) AND (*Diagnos**) AND (*Health*).

A operacionalização das buscas ocorreu de forma manual e independente em cada uma das três bases de dados selecionadas. No Portal de Periódicos CAPES, a string foi aplicada utilizando o campo de busca avançada com escopo voltado simultaneamente para "título" e "resumo". No IEEE Xplore, utilizou-se a ferramenta Command Search, aplicando a sintaxe padrão e filtrando os resultados apenas para periódicos (Journals) e conferências (Conferences). Na base ScienceDirect, a busca foi refinada restringindo os termos de controle ao campo Title, abstract, keywords e limitando o tipo de documento a Research articles e Review articles.

O recorte temporal definido para todas as plataformas compreendeu de forma estrita o período entre os anos de 2022 e 2026. A escolha desse intervalo justifica-se pela necessidade de priorizar estudos recentes e contemporâneos. Esse período contempla os avanços tecnológicos mais disruptivos na medicina digital, na computação de borda, na explicabilidade e na automação de processos diagnósticos baseados em IA. Como critério final de refinamento em lote nas bases, todos os estudos selecionados foram restritos ao idioma inglês, evidenciando o caráter de inserção internacional das pesquisas relacionadas à aplicação da IA no diagnóstico de doenças cardiovasculares.

3.4 Critérios de Seleção

Para garantir a qualidade, relevância e consistência científica dos estudos incluídos nesta RSL, foram estabelecidos Critérios de Inclusão (CI) e Critérios de Exclusão (CE). Os trabalhos identificados nas bases de dados foram inicialmente submetidos a uma triagem preliminar por meio da leitura dos títulos, resumos e palavras-chave. Posteriormente, os estudos considerados potencialmente relevantes passaram por uma leitura completa, permitindo verificar sua adequação aos objetivos desta pesquisa.

Os critérios definidos tiveram como finalidade selecionar estudos diretamente relacionados às aplicações da IA no diagnóstico de doenças cardiovasculares, priorizando trabalhos recentes, metodologicamente consistentes e alinhados às QPs desta RSL. O Quadro 1 apresenta os critérios de inclusão e exclusão adotados.

Quadro 1 - Critérios de inclusão e exclusão

Critérios de Inclusão (CI)	Critérios de Exclusão (CE)
CI1 - Artigos científicos completos relacionados à aplicação da IA no diagnóstico de doenças cardiovasculares.	CE1 - Estudos que não abordavam diretamente IA aplicada ao diagnóstico cardiovascular.
CI2 - Trabalhos publicados entre os anos de 2022 e 2026, redigidos no idioma inglês.	CE2 - Publicações sem revisão por pares, artigos de opinião, resumos simples, editoriais ou trabalhos sem caráter científico.
CI3 - Estudos que utilizavam técnicas de IA, ML, DL ou modelos computacionais aplicados à cardiologia.	CE3 - Estudos duplicados entre as bases de dados pesquisadas.
CI4 - Pesquisas envolvendo diagnóstico, predição, monitoramento ou análise cardiovascular utilizando IA.	CE4 - Trabalhos sem acesso ao texto completo ou com acesso restrito que impedisse a leitura integral.

Fonte: Autoria própria (2026).

3.5 Condução e Seleção dos Estudos

A aplicação da string de busca nas bases de dados selecionadas resultou na recuperação inicial de 2.707 (dois mil setecentos e sete) registros científicos. Após a realização das buscas, os estudos identificados foram submetidos a um processo de triagem estruturado, composto pela leitura dos títulos, palavras-chave e resumos, com o objetivo de verificar sua aderência ao tema da pesquisa. Nessa etapa, foram mantidos apenas os estudos que apresentavam relação direta com a aplicação da IA no diagnóstico de doenças cardiovasculares, enquanto os trabalhos que não atendiam ao escopo da revisão foram descartados.

Os estudos considerados potencialmente relevantes foram então submetidos à leitura integral, permitindo a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão previamente definidos. Durante essa etapa, foram excluídos artigos que não abordavam diretamente o diagnóstico cardiovascular utilizando IA, estudos duplicados entre as bases de dados pesquisadas, publicações sem revisão por pares, trabalhos sem acesso ao texto completo e pesquisas que não apresentavam aplicação clínica relevante para os objetivos desta revisão.

Ao final do processo de seleção, os estudos remanescentes foram submetidos à avaliação da qualidade metodológica e à extração dos dados necessários para a análise qualitativa dos resultados. Após todas as etapas de filtragem, foram selecionados 22 artigos

científicos, que compuseram o corpus final desta Revisão Sistemática da Literatura. A distribuição quantitativa do processo de seleção dos estudos é apresentada no Quadro 2.

Como forma de garantir a transparência, a rastreabilidade e a reprodutibilidade desta Revisão Sistemática da Literatura, foi elaborada uma planilha de controle contendo o mapeamento dos 22 artigos selecionados, acompanhado do resumo estruturado e das respostas detalhadas para as três Questões de Pesquisa estabelecidas neste estudo. A planilha de consolidação dos dados está disponível em:

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1m5D_OJnlmyNHfhlxlpKJ7_oVKeX-1J4uCnZd2wQr9XOs/edit?usp=sharing

Quadro 2 – Processo de seleção dos trabalhos

Base de Dados	Quantidade Inicial	Excluídos	Aceitos
Portal CAPES	1514	1501	12
IEEE Xplore	997	993	4
ScienceDirect	196	190	6
TOTAL	2707	2684	22

Fonte: Autoria própria (2026).

Após a seleção final com base nos critérios de inclusão e exclusão, os 22 artigos selecionados foram submetidos a uma avaliação detalhada de qualidade metodológica e relevância científica. Essa etapa teve como objetivo assegurar que as evidências utilizadas nesta revisão fossem cientificamente robustas, metodologicamente consistentes e alinhadas aos objetivos da pesquisa.

Para esta RSL, foram definidos cinco Critérios de Qualidade (CQ), focados na clareza metodológica, pertinência temática e profundidade das discussões. Cada estudo foi avaliado com base nos seguintes critérios:

- **CQ1: O objetivo da pesquisa está claramente definido e alinhado ao contexto cardiovascular?** Verifica se o estudo delimita adequadamente o escopo da investigação, abordando aplicações de IA relacionadas ao diagnóstico, monitoramento ou predição de doenças cardiovasculares.

- **CQ2: A metodologia utilizada é adequada e descrita com rigor?** Avalia se os procedimentos metodológicos, modelos computacionais, bases de dados médicas, métricas de desempenho e métodos de validação são apresentados de forma clara, transparente e replicável.

● **CQ3: Os resultados respondem diretamente a pelo menos uma das Questões de Pesquisa desta revisão?** Analisa se o estudo fornece contribuições relacionadas às abordagens de IA utilizadas, aos benefícios clínicos observados ou às limitações identificadas nos sistemas inteligentes aplicados à cardiologia.

● **CQ4: O estudo discute limitações, interpretabilidade ou desafios relacionados à IA?** Verifica se o artigo aborda aspectos como explicabilidade dos modelos, vieses algorítmicos, privacidade de dados, dificuldades clínicas ou limitações computacionais associadas à IA.

● **CQ5: As conclusões são fundamentadas nos dados apresentados e discutem limitações?** Verifica a coerência entre os resultados obtidos e as conclusões, bem como a honestidade intelectual ao apontar limitações do estudo (*e.g.*, tamanho reduzido das bases de dados, limitações clínicas, vieses algorítmicos ou dificuldades de validação dos modelos em ambientes médicos reais).

Cada estudo foi lido na íntegra e confrontado com os 5 CQs estabelecidos no protocolo. No Quadro 3, mostra-se como cada artigo fornece respostas aos critérios de qualidade com “Sim”, “Não” ou “Pouco”.

Quadro 3 – Avaliação da Qualidade dos Estudos Seleccionados

ID	Estudo (Autor/Ano)	Título	CQ1	CQ2	CQ3	CQ4	CQ5
1	Huang et al. (2022)	<i>Applying Artificial Intelligence to Wearable Sensor Data to Diagnose and Predict Cardiovascular Disease: A Review</i>	Sim	Sim	Sim	Pouco	Sim
2	Elias et al. (2024)	<i>Artificial Intelligence for Cardiovascular Care—Part 1: Advances: JACC Review Topic of the Week</i>	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
3	Rizwan e Sadiq (2023)	<i>The Use of AI in Diagnosing Diseases and Providing Management Plans: A Consultation on Cardiovascular Disorders With ChatGPT</i>	Sim	Sim	Sim	Pouco	Sim

(Continua)

Quadro 3 – Avaliação da Qualidade dos Estudos Seleccionados

(Continuação)

4	Azami et al. (2026)	<i>The role of artificial intelligence in early detection and risk prediction of ischemic heart disease</i>	Sim	Sim	Sim	Pouco	Sim
5	Khera et al. (2024)	<i>Transforming Cardiovascular Care With Artificial Intelligence: From Discovery to Practice: JACC State-of-the-Art Review</i>	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
6	Bayona, Wang e Xiang (2025)	<i>Artificial Intelligence in Cardiovascular Prognosis and Diagnosis: A Review</i>	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
7	Ren et al. (2026)	<i>Artificial intelligence techniques for cardiovascular disease diagnosis via X-ray sensor-based coronary angiography: A bibliometric and systematic review</i>	Sim	Sim	Sim	Pouco	Sim
8	Zanardo et al. (2023)	<i>Improving Diagnosis of Cardiovascular Diseases by Artificial Intelligence in Electrocardiography</i>	Sim	Sim	Sim	Pouco	Sim
9	Idakwo, (2025)	<i>From Diagnosis to Management: Unveiling the Challenges of Artificial Intelligence Solutions in Cardiovascular Healthcare</i>	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
10	Almansouri et al. (2024)	<i>Early Diagnosis of Cardiovascular Diseases in the Era of Artificial Intelligence: An In-Depth Review</i>	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
11	Zhang et al. (2024)	<i>Artificial Intelligence Applied in Cardiovascular Disease: A Bibliometric and Visual Analysis</i>	Sim	Sim	Sim	Pouco	Sim
12	Biswas et al. (2025)	<i>Artificial Intelligence for Cardiovascular Care in Action: From Learning to Implementation in Health Systems</i>	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
13	Kelshiker et al., 2026	<i>Triple Cardiovascular Disease Detection with an Artificial Intelligence-enabled Stethoscope (TRICORDER) in the UK: A Cluster-randomised Controlled Implementation Trial</i>	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

(Continua)

Quadro 3 – Avaliação da Qualidade dos Estudos Seleccionados

(Conclusão)

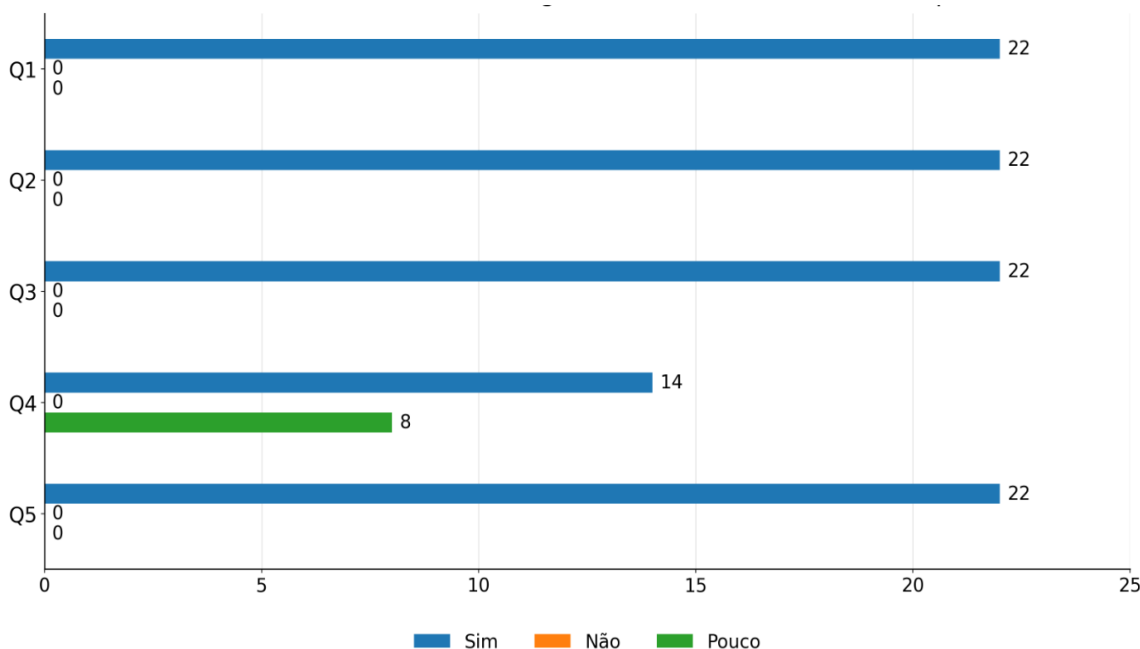
14	Doolub et al. (2024)	<i>Revolutionising Acute Cardiac Care With Artificial Intelligence: Opportunities and Challenges</i>	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
15	Nakamura e Sasano (2022)	<i>Artificial Intelligence and Cardiology: Current Status and Perspective</i>	Sim	Sim	Sim	Pouco	Sim
16	Hossain et al. (2023)	<i>Cardiovascular Disease Identification Using a Hybrid CNN-LSTM Model With Explainable AI</i>	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
17	Utsha Morshed (2024)	<i>CardioHelp: A Smartphone Application for Beat-by-Beat ECG Signal Analysis for Real-Time Cardiac Disease Detection Using Edge-Computing AI Classifiers</i>	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
18	Gaikwad e Kulkarni (2025)	<i>Enhancing Cardiovascular Disease Diagnostics Through Explainable Artificial Intelligence: A Review</i>	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
19	Wu e Li (2023)	<i>The Application of AI System in CHD Diagnosis</i>	Sim	Sim	Sim	Pouco	Sim
20	Ozsahin et al. (2024)	<i>Implementation of Artificial Intelligence Models for Enhanced Cardiovascular Disease Prediction and Risk Assessments</i>	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
21	Divya e Deepu (2025)	<i>Eyeing the Risk: AI for Early Cardiovascular Disease Prediction via Retinal Imaging with Interpretable Region Clustering</i>	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
22	Qiu et al. (2024)	<i>Federated Abnormal Heart Sound Detection with Weak to No Labels</i>	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Fonte: Autoria própria (2026).

A aplicação destes critérios permitiu não apenas validar a inclusão dos 22 artigos no *corpus* final, mas também classificar o nível de evidência científica disponível, assegurando

que a discussão dos resultados nos capítulos subsequentes seja fundamentada em dados científicos sólidos, recentes e verificáveis. O resultado dessa avaliação, que confirma a consistência metodológica e a relevância dos estudos selecionados nesta RSL, é apresentado no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Características dos artigos em relação a cada critério de qualidade



Fonte: Autoria própria (2026).

3.5.1 Análise dos Resultados de Qualidade

A avaliação de qualidade seguiu uma abordagem quantitativa discreta para garantir que a amostra final apresentasse elevado rigor metodológico. Para cada um dos 5 Critérios de Qualidade (CQ1 a CQ5) estabelecidos, atribuiu-se uma métrica de valoração baseada em três níveis de aderência: o valor de 1,0 ponto foi concedido caso o estudo atendesse plenamente ao critério ("Sim"); 0,5 ponto caso atendesse apenas de forma parcial ou superficial ("Pouco"); e 0,0 pontos caso o critério não fosse identificado ("Não"). Estabeleceu-se uma régua de corte com nota mínima acumulada de 3,5 pontos para validação e inclusão do estudo no corpus final.

A síntese da avaliação de qualidade, consolidada no Gráfico 1, evidencia que o corpus desta RSL apresenta elevado rigor metodológico e forte alinhamento com os objetivos propostos nesta pesquisa. Todos os 22 artigos selecionados superaram com folga a nota mínima de corte, concentrando-se nas faixas de 4,5 e 5,0 pontos, o que chancela a alta

confiabilidade científica das evidências mapeadas. A distribuição dos resultados obtidos a partir dos Critérios de Qualidade (CQ) possibilitou as seguintes observações:

- **Rigor Metodológico e Consistência Científica (CQ2 e CQ5):** Os 22 artigos selecionados atenderam plenamente aos critérios relacionados à descrição dos procedimentos metodológicos, utilização de métricas de desempenho e coerência entre resultados e conclusões. Isso demonstra que as evidências utilizadas nesta RSL são cientificamente consistentes, transparentes e replicáveis.
- **Pertinência Temática e Contribuição às Questões de Pesquisa (CQ1 e CQ3):** Os estudos selecionados apresentaram elevado alinhamento com os objetivos desta pesquisa, abordando diretamente aplicações da IA no diagnóstico, monitoramento ou predição de doenças cardiovasculares. Além disso, os artigos forneceram contribuições relevantes acerca das principais técnicas computacionais utilizadas, dos benefícios clínicos proporcionados pela IA e dos desafios relacionados à implementação dessas tecnologias em ambientes médicos.
- **Discussão sobre Interpretabilidade e Limitações da IA (CQ4):** Este critério apresentou maior heterogeneidade entre os estudos analisados. Observou-se que 14 artigos discutiram de forma aprofundada questões relacionadas à interpretabilidade dos modelos, XAI, vieses algorítmicos e limitações clínicas da IA. Entretanto, 8 estudos abordaram essas questões de maneira superficial, sendo classificados como “Pouco”. Esse resultado evidencia que parte significativa da literatura ainda concentra maior atenção no desempenho dos modelos computacionais do que na transparência e explicabilidade das decisões automatizadas.

Essa análise demonstra que, embora a utilização da IA na cardiologia apresente avanços expressivos relacionados à precisão diagnóstica e à automação clínica, ainda existem lacunas importantes relacionadas à interpretabilidade dos algoritmos, validação clínica em larga escala e segurança na aplicação prática dessas tecnologias em ambientes hospitalares.

3.6 Extração de Dados

Concluída a etapa de avaliação da qualidade, procedeu-se à fase de Extração de Dados (EXT). O objetivo desta etapa foi sistematizar as informações relevantes dos 22 artigos selecionados, organizando as evidências de modo a facilitar a análise comparativa dos estudos e a resposta às QPs desta RSL.

Para padronizar a coleta das informações, foram definidos campos específicos de extração, conforme detalhado no Quadro 4. Esses campos foram estruturados com o objetivo de capturar tanto informações bibliométricas, permitindo situar os estudos no contexto científico atual, quanto dados técnicos e clínicos relacionados às aplicações da IA no diagnóstico de doenças cardiovasculares.

Quadro 4 – Protocolo de Extração de Dados

Código	Dado a ser Extraído	Justificativa
EXT01	Título, autores e ano de publicação	Identificação e análise temporal da produção científica.
EXT02	País/região do estudo	Mapeamento da abrangência global das pesquisas relacionadas à IA aplicada à cardiologia.
EXT03	Técnica de IA utilizada	Identificação dos principais modelos computacionais empregados nos estudos (e.g., ML, DL, CNN, LSTM, XAI).
EXT04	Tipo de aplicação cardiovascular	Dados sobre diagnóstico, monitoramento, predição ou detecção de doenças cardiovasculares.
EXT05	Benefícios clínicos observados	Evidências relacionadas à precisão diagnóstica, detecção precoce, automação e suporte à decisão médica.
EXT06	Limitações e desafios identificados	Informações sobre interpretabilidade, vieses algorítmicos, qualidade dos dados, privacidade e validação clínica dos modelos.

Fonte: Autoria própria (2026).

Para operacionalizar esta etapa e otimizar o tratamento das informações, utilizou-se uma planilha eletrônica estruturada, na qual cada artigo foi catalogado individualmente. Esse procedimento permitiu o cruzamento dos dados extraídos, facilitando a organização das evidências científicas e garantindo maior rastreabilidade das informações analisadas ao longo da pesquisa.

Dessa forma, o percurso metodológico adotado assegura que a discussão dos resultados, apresentada no capítulo seguinte, não se limite a uma descrição superficial dos estudos selecionados.

3.7 Declaração sobre o uso de IA

Durante o desenvolvimento deste trabalho, foi utilizada a ferramenta de IA Generativa Gemini (Google) exclusivamente como recurso de apoio à redação e à organização das

informações. A ferramenta foi empregada para auxiliar na revisão gramatical e textual, no aprimoramento da clareza da escrita e na elaboração dos gráficos utilizados para apresentação dos resultados da pesquisa.

Ressalta-se que todas as etapas científicas da Revisão Sistemática da Literatura, incluindo a definição das questões de pesquisa, elaboração do protocolo, definição da estratégia de busca, seleção dos estudos, extração dos dados, construção das tabelas, análise dos resultados e elaboração das conclusões, foram conduzidas pelo autor. Dessa forma, o Gemini foi utilizado apenas como ferramenta de apoio, sem participação na interpretação dos resultados, na análise crítica das evidências científicas ou na formulação das conclusões da pesquisa.

4 RESULTADOS

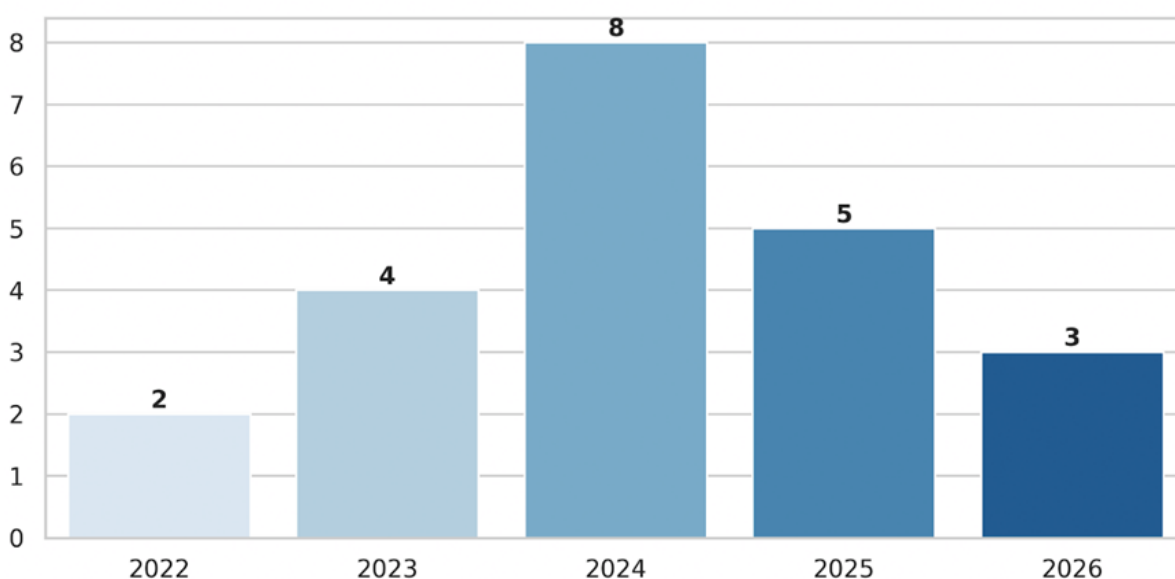
A análise dos 22 estudos selecionados permitiu identificar as principais aplicações da IA no diagnóstico de doenças cardiovasculares.

4.1 Descrição dos Estudos Selecionados

Nesta seção, são apresentados os 22 estudos selecionados para compor esta RSL. Para cada trabalho, são descritos o contexto da pesquisa, o problema investigado, a solução proposta e os principais resultados obtidos, permitindo uma compreensão geral sobre a temática em estudo.

Para complementar essa caracterização inicial, o gráfico 2 apresenta a distribuição quantitativa das publicações mapeadas ao longo do recorte temporal estabelecido (2022 a 2026), evidenciando a evolução cronológica do interesse acadêmico sobre o tema.

Gráfico 2 – Distribuição dos estudos selecionados por ano de publicação



Fonte: Autoria própria (2026).

A análise dos dados cronológicos revela uma tendência de crescimento e consolidação das pesquisas voltadas à IA na cardiologia, com um volume expressivo de publicações concentrado nos anos mais recentes. Esse comportamento reflete a aceleração do desenvolvimento de novos algoritmos e o amadurecimento das discussões sobre a aplicação prática de modelos preditivos em ambiente clínico.

A seguir, apresenta-se a descrição individualizada e detalhada de cada um dos 22 estudos que compõem a amostra final:

4.1.1 Huang *et al.* (2022)

Huang *et al.* (2022) investigaram a área da saúde digital e IA aplicada à cardiologia. O estudo aborda o uso de sensores vestíveis, como *smartwatches*, pulseiras inteligentes e dispositivos de monitoramento cardíaco, integrados a técnicas de IA para auxiliar no diagnóstico e previsão de doenças cardiovasculares. O trabalho destaca que as doenças cardiovasculares continuam sendo uma das principais causas de mortalidade mundial, aumentando o interesse em tecnologias capazes de realizar monitoramento contínuo e diagnóstico precoce. O artigo busca resolver o problema da dificuldade de diagnóstico precoce e monitoramento contínuo de doenças cardiovasculares. Métodos tradicionais muitas vezes dependem de análises manuais de sinais clínicos, como eletrocardiogramas (ECG), o que pode demandar tempo e aumentar o risco de falhas humanas. Além disso, a grande quantidade de dados gerados por sensores vestíveis exige métodos automatizados e inteligentes capazes de interpretar essas informações de forma eficiente e precisa.

A solução proposta pelo artigo consiste na utilização de modelos de IA, especialmente técnicas de ML e DL, aplicadas aos dados coletados por sensores vestíveis. O estudo apresenta diversos algoritmos utilizados para analisar sinais fisiológicos, como ECG, frequência cardíaca e fotopletismografia (PPG), permitindo detectar arritmias, insuficiência cardíaca, fibrilação atrial e infarto do miocárdio. O artigo também descreve a integração dessas tecnologias com dispositivos de monitoramento contínuo para fornecer diagnósticos mais rápidos e previsões de riscos cardiovasculares. Os resultados apresentados demonstram que os modelos de IA possuem desempenho superior aos métodos estatísticos tradicionais na previsão de eventos cardiovasculares. O artigo destaca que algoritmos de DL, especialmente CNN e LSTM, apresentaram alta precisão na identificação de doenças cardíacas por meio de sinais coletados em sensores vestíveis. Além disso, a integração entre IA e dispositivos vestíveis mostrou potencial para monitoramento contínuo, diagnóstico precoce e redução da mortalidade associada às doenças cardiovasculares. Entretanto, o estudo ressalta que ainda existem desafios relacionados à precisão dos sensores, necessidade de grandes bases de dados e validação clínica em ambientes reais.

4.1.2 Elias *et al.* (2024)

Elias *et al.* (2024) investigaram os avanços recentes da IA aplicados ao cuidado cardiovascular, abordando diferentes tecnologias que vêm transformando o diagnóstico, a estratificação de risco e o tratamento de doenças cardíacas. O estudo está inserido no contexto da medicina digital e da cardiologia de precisão, destacando o crescente volume de dados clínicos produzidos por prontuários eletrônicos, exames de imagem e dispositivos de monitoramento. Os autores apontam que a complexidade desses dados e a necessidade de decisões clínicas mais rápidas e precisas representam desafios importantes para os métodos tradicionais de análise.

Como solução, o artigo apresenta diversas aplicações de IA, incluindo técnicas de ML e DL capazes de processar grandes volumes de informações clínicas e identificar padrões associados a doenças cardiovasculares. Os resultados demonstram que essas tecnologias podem contribuir significativamente para o diagnóstico precoce, a previsão de eventos cardiovasculares e a personalização dos tratamentos. Além disso, os autores destacam que a IA tem potencial para auxiliar profissionais de saúde na tomada de decisão clínica, melhorando a eficiência dos cuidados prestados aos pacientes. Entretanto, o estudo ressalta que desafios relacionados à transparência dos algoritmos, à qualidade dos dados e à integração dessas ferramentas na prática clínica ainda precisam ser superados para garantir sua adoção em larga escala.

4.1.3 Rizwan e Sadiq (2023)

Rizwan e Sadiq (2023) investigaram a utilização da IA no diagnóstico de doenças e na elaboração de planos de tratamento, com foco específico nos distúrbios cardiovasculares. O estudo está inserido no contexto da aplicação de modelos de linguagem baseados em IA na área da saúde, analisando o potencial do ChatGPT como ferramenta de apoio à prática médica. Os autores destacam que o aumento da incidência das doenças cardiovasculares e a necessidade de diagnósticos mais rápidos e precisos tornam essencial o desenvolvimento de tecnologias capazes de auxiliar profissionais de saúde na análise de informações clínicas.

Como solução, o artigo avaliou a capacidade do ChatGPT em fornecer diagnósticos preliminares e sugestões de manejo clínico para diferentes condições cardiovasculares. Os resultados demonstraram que a ferramenta foi capaz de gerar respostas coerentes e informações relevantes sobre sintomas, fatores de risco e possíveis condutas terapêuticas.

Além disso, o estudo evidenciou o potencial da IA como instrumento de suporte à tomada de decisão médica e à educação em saúde. Entretanto, os autores ressaltam que essas tecnologias não devem substituir a avaliação realizada por profissionais qualificados, destacando limitações relacionadas à confiabilidade das respostas, à atualização das informações e à necessidade de validação clínica antes da utilização em ambientes assistenciais.

4.1.4 Azami *et al.* (2026)

Azami *et al.* (2026) investigaram a contribuição da IA para a detecção precoce e a predição de risco da doença cardíaca isquêmica. O estudo está inserido no contexto da saúde digital e da medicina preditiva, destacando que a doença cardíaca isquêmica permanece entre as principais causas de morbidade e mortalidade em nível mundial, tornando fundamental o desenvolvimento de ferramentas capazes de identificar precocemente indivíduos em risco. Os autores apontam que os métodos tradicionais de diagnóstico podem apresentar limitações relacionadas ao tempo de análise, à complexidade dos dados clínicos e à dificuldade de prever eventos cardiovasculares futuros com elevada precisão.

Como solução, o estudo apresenta aplicações de técnicas de Machine Learning e Deep Learning na análise de eletrocardiogramas, exames de imagem cardíaca, biomarcadores e registros eletrônicos de saúde. Os resultados demonstraram que os modelos de IA são capazes de identificar padrões complexos associados ao desenvolvimento da doença, contribuindo para diagnósticos mais rápidos e previsões de risco mais precisas. Além disso, os autores destacam que essas tecnologias possuem potencial para auxiliar profissionais de saúde na estratificação de risco, na tomada de decisões clínicas personalizadas e na implementação de estratégias preventivas mais eficazes. Entretanto, o artigo ressalta a necessidade de bases de dados robustas, validação clínica dos modelos, redução de vieses algorítmicos e atenção às questões éticas relacionadas à privacidade e à segurança dos dados dos pacientes.

4.1.5 Khera *et al.* (2024)

Khera *et al.* (2024) investigaram o papel da IA na transformação dos cuidados cardiovasculares, abordando sua evolução desde a descoberta científica até a aplicação prática em ambientes clínicos. O estudo está inserido no contexto da cardiologia digital e da medicina baseada em dados, destacando que o aumento da disponibilidade de informações provenientes de exames, prontuários eletrônicos e dispositivos de monitoramento cria oportunidades para o desenvolvimento de soluções mais eficientes para o diagnóstico e tratamento das doenças

cardiovasculares. Os autores apontam que a interpretação manual desses grandes volumes de dados representa um desafio significativo para os profissionais de saúde.

Como solução, o artigo apresenta diferentes aplicações de IA, incluindo técnicas de ML e DL utilizadas para análise de imagens médicas, estratificação de risco cardiovascular, previsão de eventos clínicos e suporte à decisão médica. Os resultados demonstram que essas tecnologias podem aumentar a precisão diagnóstica, acelerar a identificação de pacientes em risco e contribuir para tratamentos mais personalizados. Além disso, os autores destacam que a integração da IA à prática clínica possui potencial para melhorar a qualidade da assistência cardiovascular. Entretanto, o estudo ressalta desafios relacionados à validação dos modelos, à interoperabilidade dos sistemas e à necessidade de garantir transparência e confiabilidade nas decisões automatizadas.

4.1.6 Bayona, Wang e Xiang (2025)

Bayona, Wang e Xiang (2025) investigaram o uso da IA na predição e no diagnóstico de doenças cardiovasculares, realizando uma revisão das principais tecnologias e aplicações desenvolvidas na área. O estudo está inserido no contexto da saúde digital e da cardiologia de precisão, destacando a crescente adoção de métodos computacionais capazes de analisar grandes volumes de dados clínicos para apoiar o diagnóstico médico. Os autores observam que as doenças cardiovasculares permanecem entre as principais causas de mortalidade mundial, tornando necessária a busca por soluções que possibilitem diagnósticos mais rápidos e precisos.

Como solução, o artigo apresenta diversas abordagens de IA, incluindo algoritmos de ML e DL aplicados à análise de exames de imagem, sinais fisiológicos e registros clínicos. Os resultados demonstram que essas técnicas podem melhorar a capacidade de identificar fatores de risco, prever eventos cardiovasculares e detectar doenças em estágios iniciais. Além disso, os autores destacam que a IA contribui para a personalização dos cuidados médicos e para o aprimoramento da tomada de decisão clínica. Contudo, o estudo ressalta a necessidade de bases de dados diversificadas, validação dos modelos em diferentes populações e maior transparência dos algoritmos utilizados.

4.1.7 Ren *et al.* (2026)

Ren *et al.* (2026) investigaram a aplicação de técnicas de IA no diagnóstico de doenças cardiovasculares por meio da angiografia coronariana baseada em raios X. O estudo foi desenvolvido como uma revisão sistemática e bibliométrica, buscando mapear as principais tendências de pesquisa, os métodos utilizados e o desempenho dos algoritmos de IA empregados na cardiologia diagnóstica. Os autores destacam que as doenças cardiovasculares permanecem como a principal causa de mortalidade mundial e que a interpretação convencional dos exames angiográficos depende fortemente da experiência dos especialistas.

Como solução, o artigo analisou 123 estudos publicados entre 2010 e 2025, identificando o uso predominante de técnicas de ML e DP, especialmente CNN, CNN-LSTM, XGBoost e Random Forest. Os resultados demonstraram elevado desempenho desses modelos na detecção de infarto agudo do miocárdio, cardiomiopatia isquêmica e angina instável, com valores de AUC variando de 0,724 a 0,997. Além disso, o estudo evidenciou que a IA pode aumentar a precisão diagnóstica, reduzir o tempo de análise dos exames e auxiliar na tomada de decisão clínica. Entretanto, os autores ressaltam desafios relacionados à heterogeneidade dos conjuntos de dados, à necessidade de validação multicêntrica, à interpretabilidade dos modelos e à integração segura dessas tecnologias aos sistemas de saúde.

4.1.8 Zanardo *et al.* (2023)

Zanardo *et al.* (2023) investigaram a aplicação da IA no aprimoramento do diagnóstico de doenças cardiovasculares por meio da eletrocardiografia. O estudo está inserido no contexto da cardiologia digital, destacando a importância do eletrocardiograma como ferramenta fundamental para a identificação precoce de alterações cardíacas e para a redução da mortalidade associada às doenças cardiovasculares.

Como solução, os autores realizaram uma revisão da literatura sobre a utilização da IA na interpretação de eletrocardiogramas e no apoio ao diagnóstico cardiovascular. Os resultados demonstraram que algoritmos de aprendizado profundo são capazes de identificar arritmias, insuficiência cardíaca e outras anormalidades cardíacas com elevada precisão, em alguns casos alcançando desempenho semelhante ou superior ao de especialistas humanos. Além disso, o estudo destaca aplicações relacionadas ao monitoramento remoto de pacientes, análise de imagens médicas e personalização dos tratamentos.

Entretanto, os autores ressaltam que a implementação dessas tecnologias ainda enfrenta desafios relacionados à privacidade dos dados, transparência dos algoritmos,

aspectos éticos, vieses computacionais e necessidade de supervisão humana. O estudo conclui que a IA possui grande potencial para transformar a prática cardiológica, contribuindo para diagnósticos mais precisos, intervenções precoces e melhoria da qualidade da assistência em saúde.

4.1.9 Idakwo (2025)

Idakwo (2025) investigou os desafios relacionados à implementação de soluções baseadas em IA no contexto da saúde cardiovascular. O estudo está inserido no cenário da transformação digital da medicina, destacando o crescente interesse na utilização de sistemas inteligentes para apoiar o diagnóstico, o monitoramento e o gerenciamento de doenças cardiovasculares. O autor ressalta que, embora a IA apresente grande potencial para melhorar a qualidade da assistência médica, sua adoção em ambientes clínicos ainda enfrenta diversas barreiras técnicas, organizacionais e regulatórias.

Como solução, o artigo discute estratégias para promover a integração segura e eficiente da IA aos sistemas de saúde, abordando aspectos relacionados à governança de dados, transparência dos algoritmos, validação clínica e conformidade regulatória. Os resultados evidenciam que a IA pode contribuir significativamente para a melhoria dos processos diagnósticos, otimização da tomada de decisão médica e personalização dos cuidados cardiovasculares. Entretanto, o estudo destaca que desafios relacionados à qualidade dos dados, privacidade das informações dos pacientes, interpretabilidade dos modelos e infraestrutura tecnológica ainda representam obstáculos importantes para a implementação dessas soluções em larga escala. O autor conclui que o avanço da IA na cardiologia depende do desenvolvimento de modelos mais transparentes, da realização de validações clínicas robustas e do fortalecimento das políticas de segurança e proteção de dados na área da saúde.

4.1.10 Almansouri *et al.* (2024)

Almansouri *et al.* (2024) investigaram o papel da IA no diagnóstico precoce de doenças cardiovasculares, analisando como diferentes tecnologias podem contribuir para a identificação antecipada de condições cardíacas. O estudo está inserido no contexto da medicina preventiva e da cardiologia digital, destacando a necessidade de ferramentas capazes de detectar sinais precoces de doenças antes do surgimento de complicações graves. Os

autores apontam que o diagnóstico tardio continua sendo um dos principais desafios para a redução da mortalidade cardiovascular.

Como solução, o artigo apresenta uma revisão aprofundada das aplicações de IA na análise de dados clínicos, exames laboratoriais e imagens médicas. Os resultados demonstraram que algoritmos de ML e DL podem alcançar altos níveis de precisão na identificação de doenças cardiovasculares e na estratificação de risco dos pacientes. Além disso, os autores destacam que essas tecnologias possuem potencial para otimizar o trabalho dos profissionais de saúde e ampliar as oportunidades de intervenção precoce. Entretanto, o estudo enfatiza a necessidade de melhorar a transparência dos modelos e garantir sua validação em ambientes clínicos reais.

4.1.11 Zhang *et al.* (2024)

Zhang *et al.* (2024) investigaram a evolução das pesquisas relacionadas à aplicação da IA em doenças cardiovasculares por meio de uma análise bibliométrica e visual da literatura científica. O estudo está inserido no contexto da avaliação da produção acadêmica na área, buscando identificar tendências, áreas de maior interesse e perspectivas futuras para o desenvolvimento da IA na cardiologia. Os autores destacam o crescimento expressivo do número de publicações nos últimos anos, refletindo o aumento da relevância desse tema na comunidade científica.

Como solução, o artigo utilizou técnicas bibliométricas para analisar publicações, redes de colaboração científica e principais temas abordados na literatura. Os resultados demonstraram que ML, DL, diagnóstico por imagem e medicina personalizada estão entre os tópicos mais investigados pelos pesquisadores. Além disso, os autores identificaram um crescimento contínuo das pesquisas voltadas à aplicação clínica da IA em cardiologia. O estudo conclui que a área apresenta grande potencial de expansão, embora ainda existam desafios relacionados à integração das tecnologias na prática médica e à validação dos resultados obtidos pelos algoritmos.

4.1.12 Biswas *et al.* (2025)

Biswas *et al.* (2025) investigaram a aplicação da IA no cuidado cardiovascular, enfatizando a integração dessas tecnologias aos sistemas de saúde e sua utilização na prática clínica. O estudo está inserido no contexto da transformação digital da cardiologia,

destacando o potencial da IA para auxiliar profissionais de saúde no diagnóstico, monitoramento e gerenciamento de doenças cardiovasculares por meio da análise de grandes volumes de dados clínicos.

Como solução, os autores apresentam diferentes aplicações da IA na cardiologia, incluindo a análise automatizada de eletrocardiogramas, exames de imagem cardíaca, registros eletrônicos de saúde e dispositivos vestíveis. O trabalho também discute o uso de técnicas avançadas, como aprendizado profundo, processamento de linguagem natural e modelos multimodais para apoiar a tomada de decisão clínica e identificar precocemente fatores de risco cardiovasculares. Os resultados demonstraram que a IA possui potencial para aumentar a precisão diagnóstica, otimizar processos assistenciais e contribuir para estratégias de cuidado mais personalizadas. Além disso, os autores destacam que a implementação dessas tecnologias pode melhorar a eficiência dos sistemas de saúde e ampliar o acesso a ferramentas avançadas de apoio clínico. Entretanto, o estudo ressalta desafios relacionados à interoperabilidade dos sistemas, privacidade dos dados, vieses algorítmicos, explicabilidade dos modelos e necessidade de validação clínica antes da adoção em larga escala.

4.1.13 Kelshiker *et al.* (2026)

Os pesquisadores do projeto Kelshiker *et al.* (2026) investigaram o uso de um estetoscópio habilitado por IA para a detecção simultânea de múltiplas doenças cardiovasculares em ambientes clínicos do Reino Unido. O estudo está inserido no contexto da inovação tecnológica aplicada ao diagnóstico cardiovascular, buscando solucionar limitações associadas aos métodos convencionais de triagem, que muitas vezes dependem da disponibilidade de especialistas e de exames complementares mais complexos. Os autores destacam a necessidade de ferramentas acessíveis que permitam identificar precocemente pacientes com risco cardiovascular elevado.

Como solução, foi desenvolvido um sistema baseado em IA capaz de analisar sons cardíacos coletados por um estetoscópio inteligente e identificar diferentes condições cardiovasculares. Os resultados demonstraram que a tecnologia apresentou desempenho promissor na detecção de doenças cardíacas, contribuindo para diagnósticos mais rápidos e eficientes. Além disso, o estudo evidenciou o potencial da IA para ampliar o acesso ao diagnóstico cardiovascular em diferentes contextos clínicos. Entretanto, os autores ressaltam a necessidade de estudos adicionais para validar a tecnologia em populações mais amplas e diversificadas.

4.1.14 Doolub *et al.* (2024)

Doolub *et al.* (2024) analisaram as oportunidades e os desafios da aplicação da IA nos cuidados cardíacos agudos, com foco na utilização dessas tecnologias para apoiar diagnósticos rápidos e decisões clínicas em situações críticas. O estudo destaca que doenças cardiovasculares agudas exigem intervenções imediatas e que atrasos na identificação dos pacientes podem resultar em agravamento do quadro clínico e aumento da mortalidade. Os autores observam que o grande volume de dados gerados em hospitais representa um desafio para os métodos tradicionais de análise.

Como solução, o artigo discute a implementação de sistemas de IA capazes de analisar dados clínicos em tempo real, auxiliando na detecção precoce de eventos cardiovasculares e na priorização do atendimento aos pacientes. Os resultados indicam que essas tecnologias possuem potencial para melhorar a eficiência dos serviços de saúde, reduzir o tempo de resposta e apoiar a tomada de decisão médica. Além disso, os autores destacam benefícios relacionados à otimização dos recursos hospitalares. Contudo, o estudo enfatiza a necessidade de garantir confiabilidade, segurança e validação clínica antes da adoção ampla dessas ferramentas.

4.1.15 Nakamura e Sasano (2022)

Nakamura e Sasano (2022) investigaram o estado atual e as perspectivas futuras da IA na cardiologia, analisando como essas tecnologias vêm sendo incorporadas ao diagnóstico e ao tratamento das doenças cardiovasculares. O estudo está inserido no contexto da transformação digital da medicina, destacando o crescimento das pesquisas voltadas para o uso de algoritmos inteligentes na interpretação de exames e na análise de dados clínicos. Os autores ressaltam que a complexidade crescente das informações médicas exige ferramentas capazes de auxiliar os profissionais de saúde na tomada de decisões.

Como solução, o artigo apresenta uma revisão das principais aplicações da IA na cardiologia, incluindo análise de imagens, interpretação de eletrocardiogramas e predição de riscos cardiovasculares. Os resultados demonstram que os algoritmos apresentam desempenho promissor em diversas tarefas clínicas, contribuindo para diagnósticos mais precisos e tratamentos mais eficientes. Além disso, os autores destacam o potencial dessas tecnologias para promover avanços significativos na medicina personalizada. Entretanto, o estudo aponta

desafios relacionados à transparência dos algoritmos, à regulamentação e à integração das soluções na prática clínica cotidiana.

4.1.16 Hossain *et al.* (2023)

Hossain *et al.* (2023) investigaram a identificação de doenças cardiovasculares por meio de um modelo híbrido baseado em Convolutional Neural Networks (CNN) e LSTM, incorporando técnicas de XAI. O estudo está inserido no contexto da aplicação de DL na saúde, destacando a necessidade de modelos capazes de analisar sinais cardiovasculares com elevada precisão e, ao mesmo tempo, fornecer explicações sobre suas decisões. Os autores apontam que muitos sistemas de IA apresentam elevada acurácia, mas operam como "caixas-pretas", dificultando sua adoção em ambientes clínicos.

Como solução, os autores desenvolveram um modelo híbrido CNN-LSTM capaz de processar dados cardiovasculares e identificar padrões associados a diferentes doenças cardíacas. Além disso, foram incorporadas técnicas de XAI para tornar os resultados mais interpretáveis pelos profissionais de saúde. Os resultados demonstraram que o modelo apresentou elevado desempenho na identificação de doenças cardiovasculares, combinando precisão diagnóstica e maior transparência nas decisões. O estudo conclui que a integração entre DL e XAI pode aumentar a confiança dos profissionais na utilização dessas tecnologias em aplicações clínicas.

4.1.17 Utsha e Morshed (2024)

Utsha e Morshed (2024) investigaram o desenvolvimento do CardioHelp, uma aplicação móvel destinada à análise batimento a batimento de sinais de ECG para detecção em tempo real de doenças cardíacas. O estudo está inserido no contexto da saúde móvel e da computação de borda, destacando a necessidade de soluções acessíveis que permitam monitoramento contínuo e diagnóstico rápido de condições cardiovasculares. Os autores ressaltam que o aumento das doenças cardíacas exige ferramentas capazes de fornecer suporte clínico fora dos ambientes hospitalares tradicionais.

Como solução, foi desenvolvida uma aplicação para *smartphones* que utiliza classificadores baseados em IA executados por meio de computação de borda (*edge computing*). Essa abordagem permite processar os dados localmente, reduzindo o tempo de resposta e a dependência de servidores externos. Os resultados demonstraram que o sistema

foi capaz de detectar anormalidades cardíacas em tempo real com desempenho satisfatório, favorecendo o monitoramento contínuo dos pacientes. Além disso, os autores destacam que a solução possui potencial para ampliar o acesso ao diagnóstico cardiovascular, especialmente em regiões com recursos limitados.

4.1.18 Gaikwad e Kulkarni (2025)

Gaikwad e Kulkarni (2025) investigaram o papel da XAI no aprimoramento do diagnóstico de doenças cardiovasculares. O estudo está inserido no contexto da transparência dos sistemas inteligentes aplicados à saúde, destacando que a falta de interpretabilidade dos algoritmos representa uma das principais barreiras para sua adoção clínica. Os autores argumentam que profissionais de saúde precisam compreender os fatores que influenciam as decisões dos modelos para confiar em seus resultados.

Como solução, o artigo apresenta uma revisão das principais abordagens de XAI aplicadas ao diagnóstico cardiovascular, analisando métodos capazes de tornar os modelos mais compreensíveis para médicos e pesquisadores. Os resultados demonstraram que as técnicas de XAI contribuem para aumentar a transparência, a confiabilidade e a aceitação dos sistemas inteligentes na prática clínica. Além disso, os autores destacam que a interpretabilidade dos modelos pode facilitar a identificação de erros e vieses algorítmicos. Entretanto, o estudo ressalta que ainda existem desafios relacionados ao equilíbrio entre desempenho preditivo e explicabilidade.

4.1.19 Wu e Li (2023)

Wu e Li (2023) investigaram a aplicação de sistemas de IA no diagnóstico de Doença Cardíaca Coronariana (CHD). O estudo está inserido no contexto da utilização de tecnologias computacionais para apoiar o diagnóstico médico, destacando que a identificação precoce dessa condição é fundamental para reduzir complicações e melhorar a qualidade de vida dos pacientes. Os autores observam que os métodos diagnósticos convencionais podem demandar tempo e depender fortemente da experiência dos especialistas.

Como solução, o artigo apresenta a utilização de algoritmos de IA para analisar informações clínicas relacionadas à CHD. Os resultados demonstraram que os sistemas inteligentes podem auxiliar na identificação de pacientes com maior risco de desenvolver a doença, contribuindo para diagnósticos mais rápidos e precisos. Além disso, os autores

destacam o potencial dessas tecnologias para apoiar profissionais de saúde na tomada de decisões clínicas. Contudo, o estudo ressalta a necessidade de aprimorar os modelos e validar seus resultados em diferentes contextos clínicos antes de sua ampla implementação.

4.1.20 Ozsahin *et al.* (2024)

Ozsahin *et al.* (2024) investigaram a implementação de modelos de IA voltados para a predição e avaliação de risco de doenças cardiovasculares. O estudo está inserido no contexto da medicina preditiva e da análise de dados em saúde, destacando a importância de identificar precocemente indivíduos com maior probabilidade de desenvolver problemas cardíacos. Os autores ressaltam que as doenças cardiovasculares continuam sendo uma das principais causas de mortalidade mundial, tornando essencial o desenvolvimento de ferramentas capazes de auxiliar profissionais de saúde na prevenção e no acompanhamento dos pacientes.

Como solução, o artigo apresenta diferentes modelos de IA aplicados à análise de dados clínicos e fatores de risco cardiovasculares. Os resultados demonstraram que essas tecnologias possuem elevada capacidade de identificar padrões associados ao desenvolvimento de doenças cardíacas e de auxiliar na estratificação de risco dos pacientes. Além disso, os autores destacam que a utilização desses modelos pode contribuir para diagnósticos mais precoces e intervenções preventivas mais eficazes. Entretanto, o estudo aponta a necessidade de validação dos algoritmos em diferentes populações para garantir maior confiabilidade e aplicabilidade clínica.

4.1.21 Divya e Deepu (2025)

Divya e Deepu (2025) investigaram a utilização da IA para a predição precoce de doenças cardiovasculares por meio da análise de imagens da retina. O estudo está inserido no contexto da visão computacional aplicada à saúde, destacando que alterações vasculares observadas na retina podem fornecer informações importantes sobre a saúde cardiovascular dos indivíduos. Os autores apontam que métodos tradicionais de avaliação de risco cardiovascular podem demandar exames complementares mais complexos e invasivos.

Como solução, o artigo propõe um modelo baseado em IA capaz de analisar imagens retinianas utilizando técnicas interpretáveis de agrupamento de regiões relevantes. Os resultados demonstraram que a abordagem foi eficiente na identificação de padrões associados ao risco cardiovascular, permitindo a detecção precoce de possíveis alterações

relacionadas a doenças cardíacas. Além disso, os autores destacam que a interpretabilidade do modelo favorece a compreensão dos resultados pelos profissionais de saúde. O estudo conclui que a análise automatizada de imagens da retina representa uma alternativa promissora para a triagem cardiovascular não invasiva.

4.1.22 Qiu *et al.* (2024)

Qiu *et al.* (2024) investigaram a aplicação da Aprendizagem Federada (*Federated Learning* – FL) na detecção de sons cardíacos anormais para auxiliar o diagnóstico precoce de doenças cardiovasculares. O estudo está inserido no contexto da saúde digital e da IA aplicada à cardiologia, destacando que os dados médicos frequentemente permanecem distribuídos entre diferentes instituições de saúde, dificultando o compartilhamento de informações devido a questões de privacidade e segurança. Os autores ressaltam que a análise automática de sons cardíacos representa uma alternativa não invasiva e acessível para a identificação precoce de alterações cardiovasculares.

Como solução, o artigo propõe um modelo de Aprendizagem Federada semissupervisionada baseado em *Vertical SecureBoost* e *Positive-Unlabeled Learning* (PU *Learning*), permitindo o treinamento colaborativo de modelos sem a necessidade de compartilhamento direto dos dados clínicos. Os resultados demonstraram que o modelo alcançou aproximadamente 84% de acurácia na detecção de sons cardíacos anormais, desempenho comparável ao de abordagens supervisionadas tradicionais. Além disso, os autores destacam que a estratégia contribui para a preservação da privacidade dos pacientes e para a redução dos efeitos dos chamados “silos de dados” na área da saúde. Entretanto, o estudo aponta limitações relacionadas à disponibilidade de dados rotulados, à complexidade dos modelos federados e à necessidade de validações adicionais em bases de dados mais amplas.

4.2 Respostas às Questões de Pesquisa

A síntese dos resultados permite responder objetivamente às questões formuladas na metodologia:

4.2.1 Abordagens de IA utilizadas para diagnóstico cardiovascular

A análise dos estudos selecionados permitiu identificar diversas abordagens de IA aplicadas ao diagnóstico de doenças cardiovasculares. As técnicas mais frequentes foram ML e DL, empregadas na análise de sinais fisiológicos, exames de imagem, registros clínicos e dados provenientes de sensores vestíveis.

Entre os modelos mais utilizados destacam-se as CNN e LSTM, aplicadas principalmente à interpretação de eletrocardiogramas, monitoramento cardíaco e identificação de padrões associados a doenças cardiovasculares. Também foram identificadas abordagens mais recentes, como XAI, Computação de Borda e Aprendizado Federado (Federated Learning), desenvolvidas para aumentar a transparência dos modelos, possibilitar diagnósticos em tempo real e preservar a privacidade dos dados dos pacientes.

Como forma de sintetizar os dados quantitativos extraídos da literatura, o quadro 5 apresenta a frequência absoluta com que cada abordagem foi mapeada no corpus da pesquisa, evidenciando o predomínio das arquiteturas tradicionais de aprendizado de máquina e aprendizado profundo.

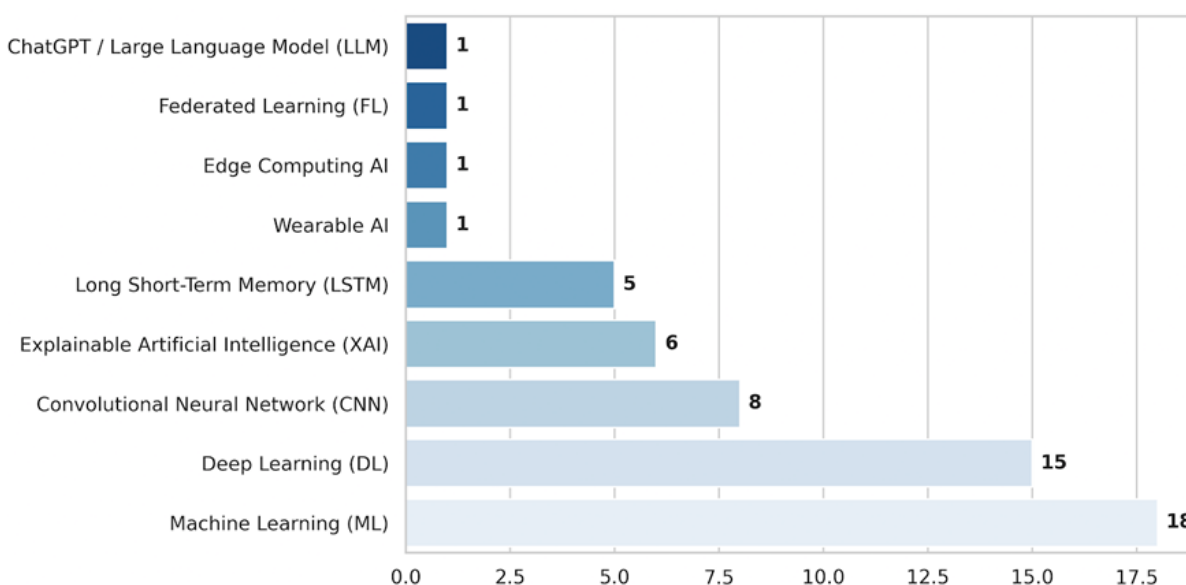
Quadro 5 – Técnicas de IA mais utilizadas

Técnica de IA	Frequência de Ocorrência nos Estudos
<i>Machine Learning</i> (ML)	18
<i>Deep Learning</i> (DL)	15
<i>Convolutional Neural Network</i> (CNN)	8
<i>Explainable Artificial Intelligence</i> (XAI)	6
<i>Long Short-Term Memory</i> (LSTM)	5
ChatGPT / <i>Large Language Model</i> (LLM)	1
<i>Federated Learning</i> (FL)	1
<i>Edge Computing</i> AI	1
<i>Wearable</i> AI	1

Fonte: Autoria própria (2026).

A distribuição volumétrica e a comparação proporcional entre essas diferentes metodologias de IA podem ser visualizadas graficamente no Gráfico 3, ordenadas de forma decrescente para facilitar a identificação das tendências tecnológicas da área.

Gráfico 3 – Técnicas de IA mais utilizadas



Fonte: Autoria própria (2026).

Observa-se que Machine Learning e Deep Learning foram as abordagens mais empregadas nos estudos analisados. Entre as arquiteturas de Deep Learning, destacam-se as Convolutional Neural Networks (CNN) e as Long Short-Term Memory (LSTM), utilizadas principalmente para análise de eletrocardiogramas, sinais fisiológicos e exames de imagem. Tecnologias emergentes, como Explainable Artificial Intelligence (XAI), Federated Learning e Edge Computing, também foram identificadas, embora ainda apareçam em menor quantidade.

Desta forma, tanto os dados tabulares quanto os estatísticos demonstram que a combinação de diferentes técnicas de IA tem ampliado significativamente as possibilidades de diagnóstico, monitoramento e predição de doenças cardiovasculares, permitindo que abordagens emergentes comecem a mitigar gargalos históricos de caixa-preta e infraestrutura.

4.2.2 Benefícios do uso da IA para o diagnóstico cardiovascular

Os estudos analisados evidenciam que a IA oferece benefícios relevantes para a cardiologia, especialmente no aumento da precisão diagnóstica e na identificação precoce de doenças cardiovasculares. Os algoritmos avaliados demonstraram capacidade de detectar padrões complexos em grandes volumes de dados clínicos, contribuindo para diagnósticos mais rápidos e eficientes.

Outro benefício frequentemente relatado foi o monitoramento contínuo dos pacientes por meio de sensores vestíveis e dispositivos inteligentes, possibilitando o acompanhamento em tempo real de parâmetros cardiovasculares. Além disso, os sistemas de IA atuam como ferramentas de apoio à tomada de decisão clínica, auxiliando profissionais de saúde na interpretação de exames e na avaliação de riscos.

Como forma de sintetizar os dados quantitativos extraídos da literatura, o Quadro 6 apresenta a frequência absoluta com que cada impacto positivo foi mapeado no corpus da pesquisa, destacando o forte direcionamento dos estudos para a otimização da acurácia e detecção em estágios iniciais.

Quadro 6 – Benefícios do uso de IA mapeados nos estudos

Benefício Clínico Mapeado	Frequência de Ocorrência nos Estudos
Maior precisão diagnóstica	18
Diagnóstico precoce	16
Apoio à decisão clínica	15
Automação da análise	12
Predição de riscos	11

(Continua)

Quadro 6 – Benefícios do uso de IA mapeados nos estudos

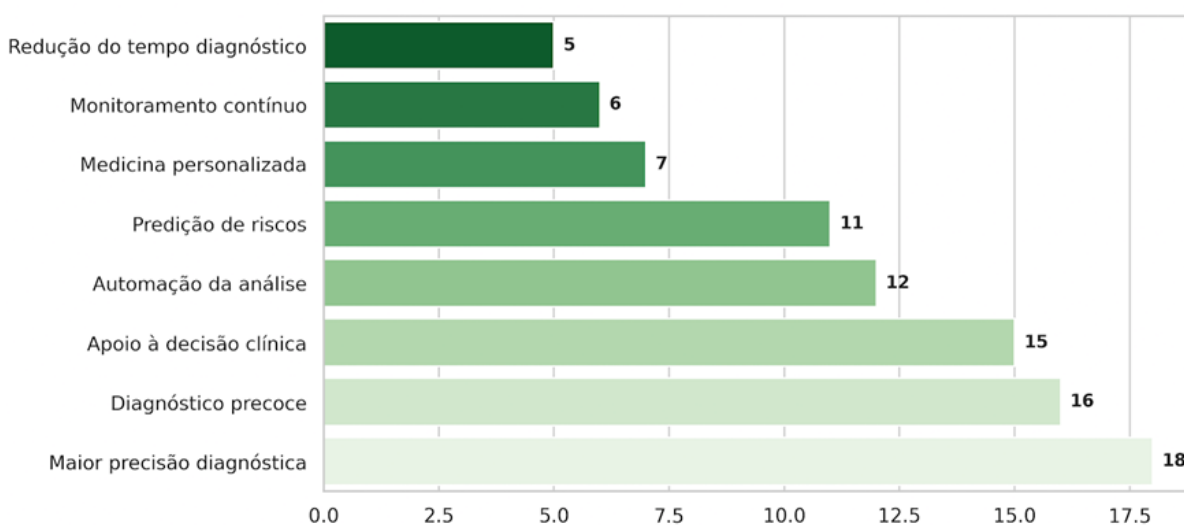
(Conclusão)

Medicina personalizada	7
Monitoramento contínuo	6
Redução do tempo diagnóstico	5

Fonte: Autoria própria (2026).

A distribuição volumétrica e a comparação proporcional entre esses diferentes benefícios podem ser visualizadas graficamente no Gráfico 4, ordenada de forma decrescente para facilitar a identificação das principais potencialidades apontadas pelos autores.

Gráfico 4 – Benefícios encontrados na literatura selecionada

**Fonte:** Autoria própria (2026).

Portanto, tanto os dados tabulares quanto os estatísticos demonstram que os principais benefícios identificados foram a melhoria da precisão diagnóstica, a detecção precoce de doenças, o monitoramento contínuo e o suporte à tomada de decisão médica. Essa consolidação visual evidencia como os modelos inteligentes trazem ganhos tangíveis de eficiência e segurança para a rotina assistencial cardiológica.

4.2.3 Limitações do uso da IA para o diagnóstico cardiovascular

Apesar dos avanços observados, a literatura também aponta limitações importantes para a aplicação da IA na cardiologia. A principal delas está relacionada à interpretabilidade dos modelos, especialmente aqueles baseados em DL, que frequentemente operam como sistemas de "caixa-preta", dificultando a compreensão de suas decisões pelos profissionais de saúde.

Os estudos também destacam a dependência de bases de dados amplas e de alta qualidade para o treinamento dos algoritmos. Problemas relacionados à disponibilidade, padronização e representatividade dos dados podem comprometer o desempenho dos modelos e limitar sua aplicação em diferentes populações.

Além disso, questões envolvendo privacidade, segurança das informações dos pacientes e necessidade de validação clínica continuam sendo desafios relevantes. Como forma de sintetizar os dados quantitativos extraídos da literatura, o Quadro 7 apresenta a frequência absoluta com que cada barreira e desafio prático foi mapeado no corpus da pesquisa.

Quadro 7 – Limitações e desafios práticos catalogados

Limitação / Desafio Identificado	Frequência de Ocorrência nos Estudos
Qualidade/disponibilidade dos dados	17
Necessidade de validação clínica	15
Baixa interpretabilidade (caixa-preta)	10
Viés algorítmico	8

(Continua)

Quadro 7 – Limitações e desafios práticos catalogados

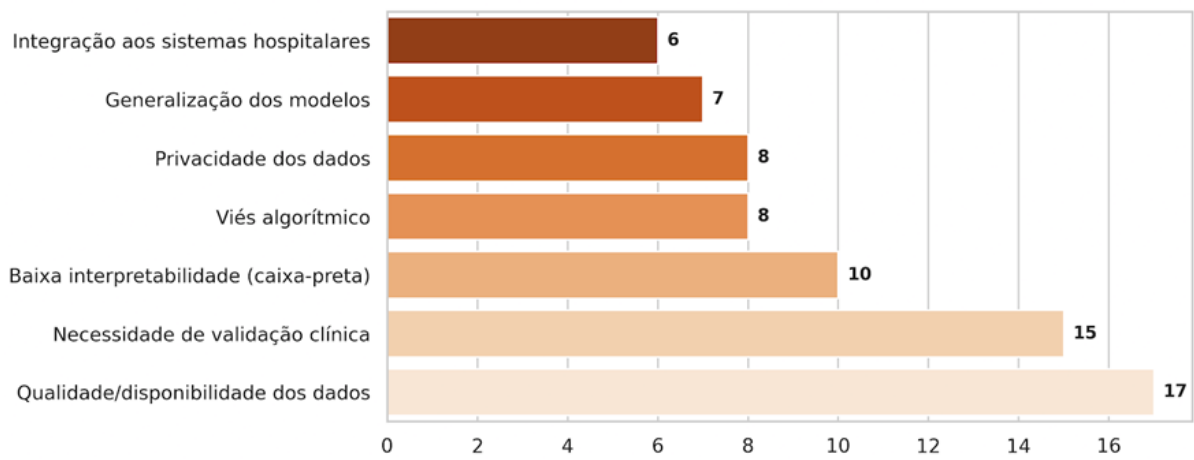
(Conclusão)

Privacidade dos dados	8
Generalização dos modelos	7
Integração aos sistemas hospitalares	6

Fonte: Autoria própria (2026).

A distribuição volumétrica e a comparação proporcional entre esses diferentes desafios e barreiras operacionais podem ser visualizadas graficamente no Gráfico 5, ordenada de forma decrescente.

Gráfico 5 – Desafios e limitações identificados na literatura selecionada



Fonte: Autoria própria (2026).

A análise dos dados estatísticos revela que a indisponibilidade e a falta de padronização dos dados brutos em saúde representam o principal gargalo para a consolidação de modelos preditivos eficientes. Adicionalmente, a escassez de validações clínicas robustas em ambiente real e a opacidade dos algoritmos de caixa-preta (black box) evidenciam que a literatura acadêmica ainda enfrenta forte resistência para converter a acurácia matemática em aplicações hospitalares práticas e seguras.

Dessa forma, embora a IA apresente grande potencial para o diagnóstico cardiovascular, sua implementação em larga escala e a respectiva aceitação por parte da comunidade médica ainda dependem estritamente da superação dessas limitações técnicas, regulatórias e operacionais.

4.3 Discussão dos Resultados

Os estudos analisados nesta Revisão Sistemática da Literatura (RSL) apresentam resultados convergentes com pesquisas recentes que investigam a aplicação da IA na cardiologia. De modo geral, a literatura evidencia que técnicas de Machine Learning (ML) e Deep Learning (DL) têm sido amplamente utilizadas para auxiliar no diagnóstico, monitoramento e predição de doenças cardiovasculares, apresentando resultados promissores em diferentes contextos clínicos.

É importante destacar que o conjunto final de estudos analisados foi obtido a partir de um processo sistemático de seleção. Inicialmente, a aplicação da string de busca nas bases de dados resultou em um total de 2.707 registros científicos. Em seguida, foi realizada uma triagem estruturada, composta pela remoção de duplicatas e pela análise de critérios de inclusão e exclusão definidos previamente no protocolo da revisão.

Posteriormente, os estudos passaram por etapas sucessivas de filtragem, incluindo a leitura de títulos, resumos e palavras-chave, seguida da leitura na íntegra dos trabalhos potencialmente elegíveis. Esse processo permitiu refinar o corpus final da pesquisa, garantindo que apenas estudos diretamente relacionados ao objetivo desta RSL fossem incluídos na análise.

Entre os trabalhos relacionados, destacam-se as revisões conduzidas por Huang et al. (2022) e Bayona, Wang e Xiang (2025), que também identificaram a crescente utilização de algoritmos inteligentes para análise de sinais fisiológicos, exames de imagem e registros clínicos. Os resultados dessas pesquisas corroboram os achados desta revisão, especialmente no que se refere ao aumento da precisão diagnóstica e ao potencial da IA para apoiar a tomada de decisão médica.

Da mesma forma, estudos como os de Khera et al. (2024) e Nakamura e Sasano (2022) destacam a importância da integração entre IA e cardiologia de precisão, reforçando a capacidade dessas tecnologias de contribuir para diagnósticos mais rápidos e tratamentos personalizados. Além disso, pesquisas mais recentes têm enfatizado temas como XAI (Explainable Artificial Intelligence), Computação de Borda e Aprendizado Federado,

evidenciando uma preocupação crescente com transparência, privacidade e segurança dos dados dos pacientes.

Portanto, os trabalhos relacionados analisados demonstram que os resultados obtidos neste estudo estão alinhados às principais tendências observadas na literatura científica atual, reforçando o potencial da IA como ferramenta estratégica para o diagnóstico e a gestão de doenças cardiovasculares.

4.4 Artigos Relacionados e Contribuições

Para validar o posicionamento e o ineditismo desta Revisão Sistemática da Literatura (RSL), os resultados obtidos foram confrontados com revisões correlatas presentes no estado da arte, mapeando semelhanças e explicitando a contribuição científica deste trabalho no cenário acadêmico atual.

O estudo conduzido por Huang *et al.* (2022) realizou um levantamento focado estritamente na aplicação de IA sobre dados de sensores vestíveis (wearables) para o cenário cardiovascular. Embora apresente forte convergência com os achados desta RSL no que tange à alta acurácia dos modelos CNN e LSTM, a nossa pesquisa diferencia-se e expande esse escopo ao integrar dados multimodais hospitalares e clínicos tradicionais, não se limitando ao ecossistema de dispositivos móveis.

Por outro lado, a revisão de autoria de Bayona, Wang e Xiang (2025) concentrou seus esforços analíticos na avaliação do desempenho bruto de algoritmos preditivos clássicos baseados em prontuários eletrônicos. O presente trabalho avança em relação a essa abordagem ao mapear de forma aprofundada o impacto de tecnologias emergentes de infraestrutura e governança de dados — como a Computação de Borda (Edge Computing) e o Aprendizado Federado (Federated Learning) —, discutindo como essas arquiteturas mitigam os desafios práticos de privacidade e segurança médica em tempo real.

Portanto, a principal contribuição desta pesquisa reside na consolidação de um panorama holístico e contemporâneo da cardiologia digital. Em vez de focar em uma única vertente tecnológica ou clínica, este estudo correlaciona a eficácia diagnóstica bruta das técnicas de Machine Learning e Deep Learning com os seus gargalos estruturais de explicabilidade (XAI), oferecendo à comunidade científica uma base metodologicamente robusta para o direcionamento de implementações práticas em ambientes hospitalares reais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi proposta uma investigação das aplicações da IA no diagnóstico de doenças cardiovasculares, identificando as principais abordagens utilizadas, os benefícios proporcionados por essas tecnologias e as limitações ainda presentes em sua utilização. Para isso, foram analisados 22 estudos científicos selecionados nas bases Portal de Periódicos CAPES, IEEE Xplore e ScienceDirect, abrangendo publicações recentes relacionadas à aplicação da IA na cardiologia.

Os resultados demonstraram que técnicas como ML, DL, CNN, LSTM, XAI, Computação de Borda e Aprendizado Federado vêm sendo amplamente empregadas no diagnóstico ou na predição de doenças cardiovasculares. Essas abordagens possibilitam a análise de grandes volumes de dados clínicos, exames de imagem, sinais fisiológicos e informações provenientes de sensores vestíveis, contribuindo para diagnósticos mais precisos e eficientes.

Além disso, os estudos evidenciaram benefícios importantes associados à utilização da IA, incluindo a detecção precoce de doenças cardiovasculares, o monitoramento contínuo dos pacientes, o suporte à tomada de decisão clínica e o desenvolvimento de estratégias de medicina personalizada. Tais avanços demonstram o potencial dessas tecnologias para melhorar a qualidade da assistência médica e contribuir para a redução dos impactos causados pelas doenças cardiovasculares na população.

Por outro lado, a literatura também revelou desafios relevantes relacionados à interpretabilidade dos modelos, à dependência de bases de dados robustas e representativas, à privacidade das informações dos pacientes e à necessidade de validação clínica antes da implementação em larga escala. Esses fatores demonstram que, embora os resultados sejam promissores, ainda existem barreiras que precisam ser superadas para garantir a utilização segura e confiável dessas tecnologias nos ambientes de saúde.

Dessa forma, conclui-se que a IA possui papel cada vez mais relevante na cardiologia moderna, apresentando potencial para transformar significativamente os processos de diagnóstico, monitoramento e predição de doenças cardiovasculares. Os achados desta pesquisa contribuem para ampliar a compreensão sobre o estado atual da área e reforçam a importância do desenvolvimento contínuo de soluções inteligentes voltadas para a saúde cardiovascular.

5.1 Limitações e Trabalhos Futuros

Embora esta pesquisa tenha permitido identificar importantes contribuições da IA para o diagnóstico de doenças cardiovasculares, algumas limitações devem ser consideradas. A primeira refere-se ao número de estudos analisados, uma vez que a revisão foi conduzida com base em 22 trabalhos selecionados a partir dos critérios estabelecidos nesta pesquisa. Além disso, a busca foi realizada em três bases de dados específicas, Portal de Periódicos CAPES, IEEE Xplore e ScienceDirect, podendo haver estudos relevantes indexados em outras fontes não contempladas nesta revisão.

Outra limitação desta pesquisa refere-se à própria natureza dos estudos analisados. Como os artigos apresentam diferentes metodologias, conjuntos de dados e contextos de aplicação, torna-se difícil realizar comparações diretas entre os resultados obtidos. Além disso, parte das pesquisas ainda se encontra em estágio experimental, o que limita a generalização dos resultados para ambientes clínicos reais.

Como trabalhos futuros, recomenda-se a ampliação desta RSL por meio da inclusão de novas bases de dados científicas e de publicações mais recentes, acompanhando a rápida evolução da IA aplicada à saúde. Sugere-se também a realização de estudos voltados à implementação e avaliação prática de sistemas inteligentes em ambientes clínicos reais, bem como pesquisas relacionadas à XAI, privacidade de dados, Aprendizado Federado e integração entre dispositivos vestíveis e sistemas hospitalares. Essas investigações poderão contribuir para o aprimoramento das tecnologias existentes e para uma adoção mais segura, transparente e eficiente da IA no diagnóstico de doenças cardiovasculares.

REFERÊNCIAS

- ALMANSOURI, Naiela E. et al. Early Diagnosis of Cardiovascular Diseases in the Era of Artificial Intelligence: An In-Depth Review. *Cureus*, v. 16, n. 3, e55869, 2024. DOI: <https://doi.org/10.7759/cureus.55869>. Disponível em: <https://www.cureus.com/articles/236353-early-diagnosis-of-cardiovascular-diseases-in-the-era-of-artificial-intelligence-an-in-depth-review#!/>. Acesso em: 03 jun. 2026.
- AZAMI, Pouria; KOJURI, Javad; RAZEGHIAN-JAHROMI, Iman. The role of artificial intelligence in early detection and risk prediction of ischemic heart disease. **Annals of Medicine & Surgery**, v. 88, p. 2585-2598, 2026. DOI: <https://doi.org/10.1097/MS9.0000000000004812>. Disponível em: https://journals.lww.com/annals-of-medicine-and-surgery/fulltext/2026/04000/the_role_of_artificial_intelligence_in_early.17.aspx. Acesso em: 7 jun. 2026.
- BAYONA, Alexandra V.; WANG, Jun; XIANG, Yisha. Artificial intelligence in cardiovascular prognosis and diagnosis: a review. **Exploration of Medicine**, v. 6, 2025, e1001347. DOI: <https://doi.org/10.37349/emed.2025.1001347>. Disponível em: <https://www.explorationpub.com/Journals/em/Article/1001347>. Acesso em: 6 jun. 2026.
- BISWAS, Dhruva et al. Artificial Intelligence for Cardiovascular Care in Action: From Learning to Implementation in Health Systems. *JACC: Advances*, v. 4, n. 11, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jacadv.2025.102307>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772963X25007367?via%3Dihub>. Acesso em: 09 jun. 2026.
- DIVYA, H. N.; DEEPU, R. Eyeing the risk: AI for early cardiovascular disease prediction via retinal imaging with interpretable region clustering. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMMUNICATION, COMPUTER AND INFORMATION TECHNOLOGY (ic3it), 2025. **Anais [...]**. IEEE, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1109/IC3IT66137.2025.11341433>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/11341433/>. Acesso em: 6 jun. 2026.
- DOOLUB, Gemina et al. Revolutionising acute cardiac care with artificial intelligence: opportunities and challenges. *Canadian Journal of Cardiology*, v. 40, n. 10, p. 1813–1827, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2024.06.011>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0828282X24004434>. Acesso em: 6 jun. 2026.
- ELIAS, Pierre et al. Artificial intelligence for cardiovascular care—part 1: advances: JACC Review Topic of the Week. *Journal of the American College of Cardiology*, v. 83, n. 24, p. 2472–2486, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2024.03.400>. Disponível em: <https://www.jacc.org/doi/10.1016/j.jacc.2024.03.400>. Acesso em: 6 jun. 2026.
- GAIKWAD, Anuja Krishna; KULKARNI, Nilima. Enhancing cardiovascular disease diagnostics through explainable artificial intelligence: A REVIEW. IN: 3RD INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTATIONAL INTELLIGENCE AND NETWORK SYSTEMS, 2025. **Anais [...]**. IEEE, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1109/CINS67018.2025.11411948>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/11411948>. Acesso em: 6 jun. 2026.

HOSSAIN, Md Maruf et al. Cardiovascular disease identification using a hybrid CNN-LSTM model with explainable artificial intelligence. *Informatics in Medicine Unlocked*, v. 43, p. 101370, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.imu.2023.101370>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352914823002162?via%3Dihub>. Acesso em: 6 jun. 2026.

HUANG, Jian-Dong et al. Applying artificial intelligence to wearable sensor data to diagnose and predict cardiovascular disease: a review. *Sensors*, v. 22, n. 20, p. 8002, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/s22208002>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1424-8220/22/20/8002>. Acesso em: 6 jun. 2026.

IDAKWO, Valentine. From diagnosis to management: unveiling the challenges of artificial intelligence solutions in cardiovascular healthcare. **BMC Digital Health**, v. 3, n. 54, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1186/s44247-025-00187-z>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1186/s44247-025-00187-z>. Acesso em: 6 jun. 2026.

KELSHIKER, Mihir A. et al. Triple cardiovascular disease detection with an artificial intelligence-enabled stethoscope (TRICORDER) in the UK: a cluster-randomised controlled implementation trial. *The Lancet*, v. 407, n. 10529, p. 704–715, 2026. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(25\)02156-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(25)02156-7). Disponível em: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(25\)02156-7/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(25)02156-7/fulltext). Acesso em: 6 jun. 2026.

KHERA, Rohan et al. Transforming cardiovascular care with artificial intelligence: from discovery to practice: JACC State-of-the-Art Review. *Journal of the American College of Cardiology*, v. 84, n. 1, p. 97–114, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2024.05.003>. Disponível em: <https://www.jacc.org/doi/10.1016/j.jacc.2024.05.003>. Acesso em: 6 jun. 2026.

NAKAMURA, Tomofumi; SASANO, Tetsuo. Artificial intelligence and cardiology: current status and perspective. **Journal of Cardiology**, v. 79, n. 3, p. 326–333, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jjcc.2021.11.017>. Disponível em: [https://www.journal-of-cardiology.com/article/S0914-5087\(21\)00336-1/fulltext](https://www.journal-of-cardiology.com/article/S0914-5087(21)00336-1/fulltext). Acesso em: 6 jun. 2026.

OZSAHIN, Dilber Uzun et al. Implementation of artificial intelligence models for enhanced cardiovascular disease prediction and risk assessments. In: *Advances in Science and Engineering Technology International Conferences*, 2024. Anais [...]. IEEE, 2024. p. 1–6. DOI: <https://doi.org/10.1109/ASET60340.2024.10708687>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10708687>. Acesso em: 6 jun. 2026.

QIU, Wanyong et al. Federated Abnormal Heart Sound Detection with Weak to No Labels. *Cyborg and Bionic Systems*, v. 5, Article 0152, 2024. DOI: <https://doi.org/10.34133/cbsystems.0152>. Disponível em: <https://spj.science.org/doi/10.34133/cbsystems.0152>. Acesso em: 7 jun. 2026.

REN, Hao et al. Artificial intelligence techniques for cardiovascular disease diagnosis via X-ray sensor-based coronary angiography: a bibliometric and systematic review. *Digital Health*, v. 12, 2026. DOI: <https://doi.org/10.1177/20552076261417142>. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/20552076261417142>. Acesso em: 7 jun. 2026.

RIZWAN, Ayesha; SADIQ, Tahira. The use of AI in diagnosing diseases and providing management plans: a consultation on cardiovascular disorders with ChatGPT. **Cureus**, v. 15, n. 8, e43106, 2023. DOI: <https://doi.org/10.7759/cureus.43106>. Disponível em: <https://www.cureus.com/articles/174346-the-use-of-ai-in-diagnosing-diseases-and-providing-management-plans-a-consultation-on-cardiovascular-disorders-with-chatgpt#!/>. Acesso em: 6 jun. 2026.

UTSHA, Ucchwas Talukder; MORSHED, Bashir I. CardioHelp: a smartphone application for beat-by-beat ECG signal analysis for real-time cardiac disease detection using edge-computing AI classifiers. **Smart Health**, v. 31, p. 100446, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.smhl.2024.100446>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352648324000011?via%3Dihub>. Acesso em: 6 jun. 2026.

WU, Ningxia; LI, Fei. The application of AI system in CHD diagnosis. In: International Seminar on Computer Science and Engineering Technology, 2023. **Anais [...]**. IEEE, 2023. p. 344-347. DOI: <https://doi.org/10.1109/SCSET58950.2023.00082>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10266409>. Acesso em: 6 jun. 2026.

ZANARDO , Gian Carlos; COIMBRA , Juliano Rodrigues; SILVA, Douglas Fernandes. Improving diagnosis of cardiovascular diseases by artificial intelligence in electrocardiography. **Revista CPAQV - Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida** , [S. l.], v. 17, n. 2, p. 11, 2025. DOI: 10.36692/V17N2-52R. Disponível em: <https://revista.cpaqv.org/index.php/CPAQV/article/view/2821>. Acesso em: 9 jun. 2026.

ZHANG, Jirong et al. Artificial intelligence applied in cardiovascular disease: a bibliometric and visual analysis. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, v. 11, p. 1323918, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3389/fcvm.2024.1323918>. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/cardiovascular-medicine/articles/10.3389/fcvm.2024.1323918>. Acesso em: 6 jun. 2026.

APÊNDICE A – PROTOCOLO DE REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

A1 Componentes do Protocolo

Este documento apresenta o Protocolo de Revisão Sistemática da Literatura (RSL) elaborado para guiar a execução da pesquisa intitulada "Aplicações da Inteligência Artificial no Diagnóstico de Doenças Cardiovasculares: Uma Revisão Sistemática da Literatura". O objetivo deste protocolo é definir, de forma sistemática, todas as etapas da Revisão Sistemática da Literatura, buscando minimizar vieses, garantir transparência metodológica e possibilitar a reprodutibilidade da pesquisa.

A2 Questões de Pesquisa

O escopo da revisão foi delimitado para responder de forma concreta e mensurável às seguintes questões de investigação:

- QP1: Quais são as abordagens de IA utilizadas para diagnóstico cardiovascular?
- QP2: Quais são os benefícios do uso de IA para o diagnóstico cardiovascular?
- QP3: Quais são as limitações do uso de IA para o diagnóstico cardiovascular?

A3 Fontes e Bases de Dados Científicas

As buscas foram conduzidas em três bases de dados científicas de relevância internacional na área de IA aplicada à saúde.

1. Portal de Periódicos CAPES (Foco em periódicos revisados por pares)
2. IEEE Xplore Digital Library (Foco em engenharia biomédica e computação aplicada)
3. ScienceDirect (Elsevier) (Foco em literatura médica e IA)

A4 Estratégia de Busca e Sintaxe da *String*

A string de busca foi construída utilizando operadores booleanos (*AND* e *OR*) para associar termos de controle baseados nas três dimensões da pesquisa: IA, Cardiologia e Diagnóstico/Saúde.

- Sintaxe Padrão: *(Artificial Intelligence OR AI) AND (Cardiovascular) AND (Diagnos*) AND (Health)*

A4.1 Adaptações e Filtros por Base de Dados

- Portal de Periódicos CAPES: Busca avançada aplicada nos campos de título e resumo. Filtro temporal ativado para o período de 2022 a 2026. Idioma: Inglês.
- IEEE Xplore: Execução via *Command Search*. Filtro de tipo de documento para *Journals* e *Conferences*. Filtro temporal: 2022–2026.
- ScienceDirect: Busca restrita ao campo *Title, abstract, keywords*. Filtro aplicado para *Research articles* e *Review articles*.

A5 Critérios de Seleção (Inclusão e Exclusão)

Para a triagem e refinamento dos resultados brutos obtidos nas buscas, foram aplicados de forma rígida os critérios estabelecidos no Quadro A1.

Quadro A1 – Critérios de inclusão e exclusão de artigos.

Critérios de Inclusão (CI)	Critérios de Exclusão (CE)
CI1 - Artigos científicos completos e revisados por pares diretamente relacionados à aplicação da IA no diagnóstico de doenças cardiovasculares.	CE1 - Estudos que abordam IA, mas não são aplicados ao contexto ou diagnóstico cardiovascular.
CI2 - Trabalhos publicados estritamente entre os anos de 2022 e 2026, redigidos no idioma inglês.	CE2 - Publicações de literatura cinzenta, sem revisão por pares, relatórios técnicos comerciais, artigos de opinião, resumos simples ou editoriais.
CI3 - Estudos que descrevem detalhadamente técnicas de Machine Learning, Deep Learning ou modelos computacionais na cardiologia.	CE3 - Estudos duplicados entre as bases de dados pesquisadas (mantendo-se apenas a primeira ocorrência indexada).
CI4 - Pesquisas envolvendo predição de risco, monitoramento inteligente, triagem precoce ou análise automatizada de exames cardiovasculares.	CE4 - Trabalhos com indisponibilidade de acesso ao texto completo ou protegidos por barreiras de assinatura/paywall que impeçam a leitura integral.

Fonte: Autoria própria (2026).

A6 Critérios de Avaliação de Qualidade

Amostras selecionadas na leitura integral foram submetidas a um *checklist* de qualidade baseado em 5 perguntas-chave, pontuadas de forma discreta para compor o índice de confiança metodológica:

- CQ1: O objetivo da pesquisa está claramente definido e alinhado ao contexto cardiovascular?
- CQ2: A metodologia utilizada é adequada e descrita com rigor? (Explicitação de métricas como AUC, acurácia, bases de dados públicas/privadas).
- CQ3: Os resultados respondem diretamente a pelo menos uma das Questões de Pesquisa desta revisão?
- CQ4: O estudo discute limitações, interpretabilidade (caixa-preta) ou desafios práticos da IA?
- CQ5: As conclusões são devidamente fundamentadas nos dados empíricos apresentados pelo próprio autor?

Métrica de Valoração: Sim = 1,0 ponto; Pouco (Parcialmente) = 0,5 ponto; Não = 0,0 pontos. Apenas artigos com nota acumulada igual ou superior a 3,5 pontos foram validados para o corpus final.

A7 Protocolo de Extração de Dados

Para a coleta sistemática e posterior tabulação estatística das evidências, utilizou-se o seguinte formulário padrão de mapeamento de dados (Quadro A2):

Quadro A2 – Protocolo de extração de dados.

Código do Campo	Dado-alvo a ser extraído	Objetivo Analítico da Extração
EXT01	Título do artigo, autores e ano de publicação.	Identificação bibliométrica e análise temporal da produção científica.
EXT02	País e região das instituições dos autores.	Mapeamento geográfico do desenvolvimento tecnológico global na área.

(Continua)

Quadro A2 – Protocolo de extração de dados.

(Conclusão)

EXT03	Técnicas e algoritmos específicos de IA empregados.	Categorização computacional (ML, DL, CNN, LSTM, XAI, Computação de Borda).
EXT04	Tipo de aplicação e exames cardíacos focados.	Mapeamento clínico (ECG, imagens, retina, sinais acústicos, sensores vestíveis).
EXT05	Benefícios obtidos com o uso do sistema computacional.	Mensuração do impacto positivo na acurácia, diagnóstico precoce e triagem.
EXT06	Limitações práticas, computacionais ou éticas relatadas.	Catologação de falhas, falta de explicabilidade, viés ou escassez de dados.

Fonte: Autoria própria (2026).

A8 Reprodutibilidade e Auditoria da Pesquisa

Como mecanismo adicional de validação, transparência e reprodutibilidade, a matriz de consolidação dos dados extraídos encontra-se disponível publicamente para consulta e verificação de pesquisadores terceiros por meio do endereço eletrônico permanente. O documento apresenta o resumo estruturado dos 22 artigos selecionados, acompanhado das respectivas respostas mapeadas para as três Questões de Pesquisa (QP1, QP2 e QP3) estabelecidas neste estudo:

- Link de Acesso Direto:

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1m5D_OJnlmyNHfhxlpKJ7_oVKeX-1J4uCnZd2wQr9XOs/edit?usp=sharing