

***INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COMO TECNOLOGIA EMERGENTE
NA AVALIAÇÃO ELETROCARDIOGRÁFICA: UMA REVISÃO DE
ESCOPO***

*ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS AN EMERGING TECHNOLOGY IN
ELECTROCARDIOGRAPHIC EVALUATION: A SCOPING REVIEW*

*LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL COMO TECNOLOGÍA
EMERGENTE EN LA EVALUACIÓN ELECTROCARDIOGRÁFICA:
UNA REVISIÓN EXPLORATORIA*

Emanuele Isabel Araújo do Nascimento

Graduada em Enfermagem pelo Centro Universitário – UNIFACISA. E-mail: emanueleisabelan@gmail.com | Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2225-3992>

Josivan Soares Alves Júnior

Doutor em Enfermagem pela Universidade de Pernambuco (UPE). E-mail: josivan.junior@maisunifacisa.com.br | Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5294-3842>

Taynara de Araújo Ribeiro Tabosa

Mestre em Saúde e Sociedade pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN). E-mail: nara.ribeiroo@hotmail.com | Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2394-8147>

Thayse Mota Alves

Mestre em Enfermagem pela Universidade de Pernambuco (UPE). E-mail: thaysemotatm@gmail.com | Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9227-138X>

Débora Regina Alves Raposo

Mestranda em Saúde Pública pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). E-mail: enfdeboraraposo@gmail.com | Orcid: <https://orcid.org/0009-0006-6755-5918>

Maria Luiza Pereira Marques

Graduada em Enfermagem pelo Centro Universitário – UNIFACISA. E-mail: maria.luiza.pereira.marques@maisunifacisa.com.br | Orcid: <https://orcid.org/0009-0007-5117-3066>

Cosme Michael Santos Farias

Doutorando em Ciências da Nutrição pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). E-mail: nutricosmemichael@gmail.com | Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1101-5764>

ABSTRACT:

Introduction: Cardiovascular diseases are the leading cause of death, with acute myocardial infarction standing out, showing an increase of over 50% in hospitalizations. Electrocardiography (ECG) is the first examination performed to identify abnormalities; however, 74% of healthcare professionals fail to correctly identify more complex cardiac rhythms. **Objective:** To analyze the impact of using Artificial Intelligence as an emerging technology in the interpretation and evaluation of electrocardiographic patterns. **Methodology:** This is a scoping review following the JBI methodology and the PRISMA-ScR 2020 guidelines. The LILACS and MEDLINE platforms were searched via BVS, as well as PubMed, BDTD, and RCAAP. The initial search located 3,965 studies; after excluding duplicates and reading the title, abstract, and full text, 38 articles remained for the final sample. **Results and discussion:** Artificial Intelligence has shown effectiveness in predicting, diagnosing, and assisting in decision-making regarding cardiovascular events, improving clinical outcomes. However, it still presents challenges to be faced, such as the ethical implications of privacy and acceptance by professionals. **Final considerations:** Despite the challenges that still exist, artificial intelligence applied to electrocardiography presents itself as a promising emerging technology in clinical practice, assisting professionals and favoring the patient's clinical outcome.

KEYWORDS: Artificial Intelligence; Electrocardiogram; Cardiovascular Health.

RESUMO:

Introdução: As doenças cardiovasculares são a principal causa de morte, neste cenário se destaca o infarto agudo do miocárdio com aumento superior a 50% no número de internações. Para identificação das alterações, o eletrocardiograma é o primeiro exame realizado, porém 74% dos profissionais de saúde não conseguem identificar corretamente ritmos cardíacos mais complexos. **Objetivo:** Analisar o impacto da utilização da Inteligência Artificial como tecnologia emergente na interpretação e avaliação eletrocardiográfica. **Metodologia:** Trata-se de uma revisão de escopo seguindo metodologia do JBI e as diretrizes PRISMA-ScR 2020. Por meio das plataformas do LILACS e MEDLINE através BVS, bem como PubMed, BDTD e RCAAP. Na busca inicial foram localizados 3.965 trabalhos, após a exclusão das duplicatas, leitura do título, resumo e texto completo, restaram 38 artigos para a amostra final. **Resultados e discussão:** A Inteligência Artificial apresentou eficácia na predição, diagnóstico e auxílio na tomada de decisão de eventos cardiovasculares, melhorando o desfecho clínico. Entretanto, ainda apresenta desafios a serem enfrentados, como as implicações éticas de privacidade e aceitação dos profissionais. **Considerações finais:** Apesar de ainda existirem desafios, a inteligência artificial aplicada ao eletrocardiograma se apresenta como tecnologia emergente promissora na prática clínica, auxiliando o profissional e favorecendo o desfecho clínico do paciente.

PALAVRAS-CHAVE: Inteligência Artificial; Eletrocardiograma; Saúde Cardiovascular.

RESUMEN:

Introducción: Las enfermedades cardiovasculares son la principal causa de muerte, destacando el infarto agudo de miocardio, que muestra un aumento de más del 50% en las hospitalizaciones. La electrocardiografía (ECG) es el primer examen que se realiza para identificar anomalías; sin embargo, el 74% de los profesionales de la salud no logra identificar correctamente los ritmos cardíacos más complejos. **Objetivo:** Analizar el impacto del uso de la Inteligencia Artificial como tecnología emergente en la interpretación y evaluación de patrones electrocardiográficos. **Metodología::** Se trata de una revisión exploratoria siguiendo la metodología del JBI y las directrices PRISMA-ScR 2020. Se realizaron búsquedas en las plataformas LILACS y MEDLINE a través de BVS, así como en PubMed, BDTD y RCAAP. La búsqueda inicial localizó 3965 estudios; después de excluir duplicados y leer el título, el resumen y el texto completo, quedaron 38 artículos para la muestra final. **Resultados y discusión:** La inteligencia artificial ha demostrado su eficacia para predecir, diagnosticar y asistir en la toma de decisiones sobre eventos cardiovasculares, mejorando así los resultados clínicos. Sin embargo, aún presenta desafíos, como las implicaciones éticas de la privacidad y la aceptación por parte de los profesionales. **Consideraciones finales:** A pesar de los desafíos que aún existen, la inteligencia artificial aplicada a la electrocardiografía se presenta como una tecnología emergente prometedora en la práctica clínica, que asiste a los profesionales y favorece los resultados clínicos del paciente.

PALABRAS CLAVE: Inteligencia Artificial; Electrocardiograma; Salud Cardiovascular.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o Brasil tem apresentado uma significativa redução nas hospitalizações por Insuficiência Cardíaca (IC), à medida que se observa um aumento anual das internações por doenças cerebrovasculares e Infarto Agudo do Miocárdio (IAM). Especificamente, o IAM registrou um aumento superior a 50% no número de internações na última década, alcançando uma média anual de aproximadamente 90 mil hospitalizações. No que se refere aos custos anuais, mais de R\$ 1 bilhão de reais são investidos pelo Sistema Único de Saúde (SUS) para realização de procedimentos cardiovasculares (Oliveira *et al.*, 2024).

Para Sattar e Chhabra (2023), as doenças cardiovasculares representam a principal causa de morte, por isso é de suma importância que os profissionais de saúde desenvolvam habilidades e conhecimentos sobre a interpretação de Eletrocardiograma (ECG) para proporcionar um atendimento preciso e ágil. Contudo, grande parte desses profissionais da saúde julgam ser complexa a interpretação avançada dos achados no ECG, o que pode resultar em erros na avaliação e, consequentemente, apresentar diagnósticos incorretos e atraso no início do tratamento adequado. Corroborando com essa dificuldade, Alalwan *et al.* (2023) apresenta em seu estudo que mais de 74% dos profissionais de saúde de um serviço médico de emergência não conseguiram identificar corretamente os ritmos cardíacos mais complexos.

A interpretação do exame, execução, avaliação dos traços alterados, conhecimento sobre a técnica, equipamento e fatores que podem interferir no exame, são imprescindíveis para uma rápida tomada de decisão e evitar maior agravo na lesão miocárdica, permitindo um prognóstico positivo e evitar danos ao paciente, como, a diminuição do risco de procedimentos que poderiam ser evitados, sequelas graves, e até a morte (Jesus *et al.*, 2021).

Nesse contexto, como a área da saúde busca inovações a cada dia, para a evolução e avanço de técnicas que otimizem o processo, se faz necessário incorporar tecnologias condizentes com o que cada serviço de saúde necessita (Salvador *et al.*, 2022). Assim, a Inteligência Artificial (IA) configura-se como um campo da ciência/engenharia da computação voltado ao desenvolvimento de sistemas computacionais capazes de resolver problemas. Para isso, manipula uma variedade de modelos e técnicas, adequados conforme a natureza dos desafios enfrentados (Sichman, 2021).

Segundo Leonel *et al.* (2024) ao considerar as limitações humanas, a análise de um grande volume de dados pode exigir um tempo significativo do profissional para formulação de conclusões estruturadas e de uma avaliação detalhada. Entretanto, essas limitações podem ser atenuadas considerando o avanço da IA, pois amplia a capacidade de processamento, e pode tornar possível a avaliação de dados diversos em um período curto.

O estudo realizado por Klumpp *et al.* (2021), analisou a aplicação dessa tecnologia no âmbito do diagnóstico de doença arterial coronária, análise de arritmia, situação fetal durante o processo de parto, doença de genética rara, suporte na decisão e gerenciamento dos recursos crônicos, prevenção e identificação de eventos adversos, monitoramento no processo de recuperação do paciente, prognóstico e reconhecimento do consumo material, logística hospitalar, desenvolvimento e avaliação, apresentando em todos esses casos situações benéficas mas também desafios da implementação da IA, evidenciando a importância de mais estudos que relacionem novas tecnologias com a prática clínica.

No mesmo artigo, os autores apontam que o algoritmo de IA auxilia o profissional na tomada de decisão, monitorar pacientes críticos, alimentar os sistemas de informação e melhorar eficácia e eficiência no tratamento. Além disso, pode contribuir no dimensionamento de recursos, elaborar relatórios de risco de infecção e planejamento terapêutico com base nos recursos disponíveis. Entretanto, para adoção desse algoritmo no meio hospitalar existem obstáculos importantes, como a aceitação e adoção dessa ferramenta pelo profissional de saúde, gestão inadequada dos dados clínicos, complexidade da IA, e ética envolvida desde a tomada de decisão até o tratamento personalizado Klumpp *et al.* (2021).

Embora seja uma ferramenta valiosa no auxílio de julgamentos e decisões, é fundamental garantir o cuidado, para que sua adoção não restrinja a autonomia dos profissionais de saúde e

pacientes. Bem como, a atenção para que a dependência excessiva da tecnologia não afete a relação entre profissional e paciente, afastando os especialistas do processo de tomada de decisão. Já que a administração da assistência não se baseia apenas nas evidências científicas, mas também leva em conta as vontades existenciais do paciente (Dib, 2024).

Considerando a crescente incorporação da Inteligência Artificial na prática clínica, torna-se importante o entendimento da sua aplicação na assistência, principalmente no contexto da saúde cardiovascular, sendo o eletrocardiograma um dos primeiros exames realizados. Por isso, é importante compreender como é a atuação da IA no processo de avaliação desse exame, para fornecer evidências que possam guiar o uso dessa tecnologia e promover avanços na qualidade dos cuidados prestados ao paciente.

Diante disso, o presente estudo segue a questão norteadora: Como a literatura descreve o impacto da utilização da Inteligência Artificial como tecnologia emergente de avaliação do exame eletrocardiográfico? Objetivando analisar, com base na literatura científica, o impacto da utilização da Inteligência Artificial como tecnologia emergente na interpretação e avaliação eletrocardiográfica, considerando suas contribuições para a prática clínica.

De forma mais específica, busca avaliar, a partir de estudos disponíveis, a eficiência e acurácia da análise de eletrocardiogramas realizada por sistemas de Inteligência Artificial. Examinar de que forma a utilização da Inteligência Artificial na avaliação eletrocardiográfica influencia os desfechos clínicos e apoia a tomada de decisão dos profissionais de saúde. E identificar as implicações éticas e operacionais do uso da Inteligência Artificial na prática clínica e no processo de trabalho.

METODOLOGIA

A revisão de escopo se apresenta com maior credibilidade e maior utilização em casos de estudos em campos emergentes, por apresentar um método robusto. Assim, tal ferramenta mostra-se eficaz, principalmente, na busca de informações disponíveis e responder lacunas no conhecimento sobre determinados temas, para então permitir a incorporação na prática clínica (Silva *et al.*, 2024).

Por tanto, este estudo é uma pesquisa bibliográfica de abordagem qualitativa e descritiva, com o objetivo de mapear e sintetizar como as evidências descrevem na literatura o impacto da utilização da Inteligência Artificial como tecnologia emergente na avaliação eletrocardiográfica. O protocolo da pesquisa foi registrado no Open Science Framework (OSF), com o projeto DOI: 10.17605/OSF.IO/KB3Z2.

O desenvolvimento do estudo foi de acordo com a metodologia recomendada pelo modelo The Joanna Briggs Institute (JBI) e das diretrizes do checklist Preferred Reporting Items

for Systematic Reviews and Meta-Analyses for Scoping Reviews (PRISMA-ScR) 2020. Foi utilizado o Rayyan Systematic Review, para facilitar o processo de seleção das publicações.

A pesquisa foi realizada através da base de dados científicas eletrônicas. O período de coleta de dados foi em setembro e outubro de 2025, por meio das plataformas do LILACS (Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde) e MEDLINE (Literatura Internacional em Ciências da Saúde) através da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), bem como a biblioteca PubMed, a plataforma Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e Repositórios Científicos de Acesso Aberto de Portugal (RCAAP).

Assim, tem como objeto de estudo as publicações científicas que descrevem a aplicação de ferramentas de Inteligência Artificial na análise de exames eletrocardiográficos. A amostra foi composta pelos estudos que estiveram em acordo com os critérios de elegibilidade. Portanto, foram incluídos os diversos tipos de publicações, como dissertações, artigos e editoriais, que abordassem o tema e disponíveis na íntegra nas bases de dados selecionadas. Não houve limitação no recorte temporal e idioma. Foram excluídos os trabalhos que apresentaram texto completo indisponível, duplicatas, e trabalhos que não estavam de acordo com o mnemônico PCC. Os mesmos critérios foram utilizados para a seleção na literatura cinzenta e base branca.

A pesquisa foi guiada pelo mnemônico PCC, sendo: (P) População – pacientes submetidos à avaliação eletrocardiográfica; (C) Conceito – utilização de Inteligência Artificial na interpretação e análise do eletrocardiograma; (C) Contexto – assistência à saúde, com ênfase na prática clínica, diagnóstico e tomada de decisão no contexto cardiovascular. A partir dessas informações, foram escolhidos os descritores e operador booleano, no Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e no Medical Subject Headings (MeSH). Ressalta-se que a utilização dos termos em MeSH ou DeCS em cada base, foi de acordo com a indexação de cada plataforma, mantendo os mesmos descritores e operador booleano. Com a combinação final descrita no Quadro 1.

Quadro 1: Mapeamento das combinações de busca em cada plataforma.

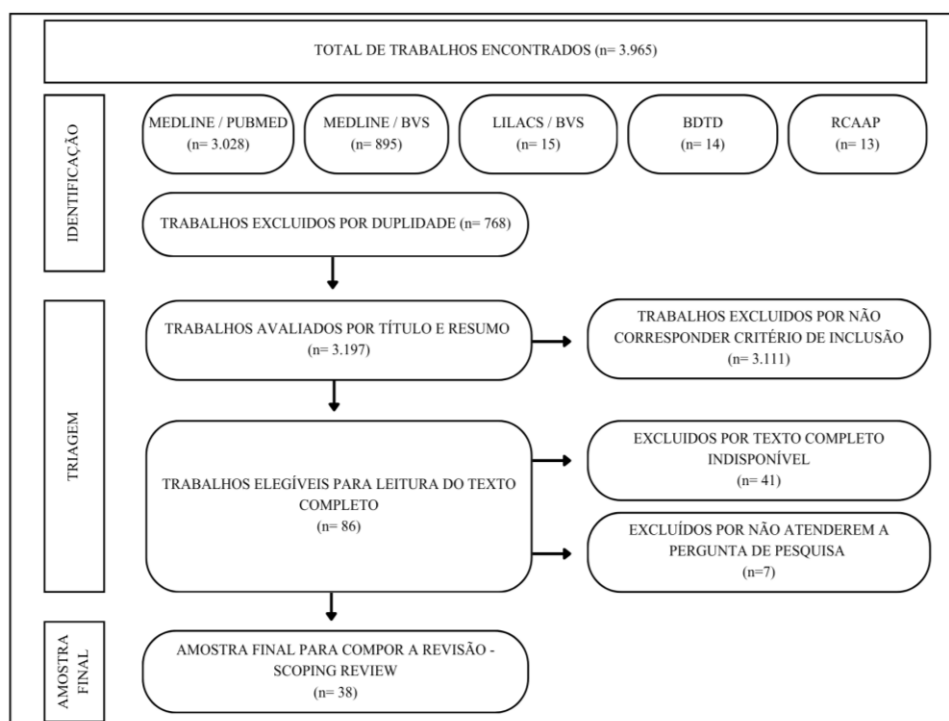
BASE DE DADOS/BIBLIOTECA	ESTRATÉGIA DE BUSCA	TOTAL DE PUBLICAÇÕES ENCONTRADAS
MEDLINE/PUBMED	“Electrocardiography[MeSH Terms]” OR “ECG[MeSH Terms]” AND “Artificial Intelligence[MeSH Terms]”	3.028
LILACS/BVS	“Eletrocardiografia” OU “ECG”E “Inteligência Artificial”	15
MEDLINE/BVS	“Eletrocardiografia” OU “ECG”E “Inteligência Artificial”	895

BDTD	“Eletrocardiografia” OU “ECG”E “Inteligência Artificial”	14
RCAAP	“Eletrocardiografia” OU “ECG”E “Inteligência Artificial”	13

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Após a seleção das combinações de busca e aplicação em cada plataforma, todos os trabalhos, foram exportados para o software Rayyan, que permitiu a remoção das duplicatas e o processo de triagem e seleção dos estudos. A seleção foi conduzida em pares, sem a ocorrência de discordância dos revisores. Inicialmente, realizou-se a leitura dos títulos e dos resumos, para identificar os estudo que abordavam o tema. Em seguida, a leitura do texto completo, resultando na amostra final dos trabalhos incluídos nesta revisão. Como pode ser observado no Fluxograma 1.

Fluxograma 1: processo de seleção dos estudos.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Considerando que a revisão de escopo utiliza de documentos publicados nas bases de dados e bibliotecas, este estudo não foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP). Durante a pesquisa foram respeitados os princípios éticos da referência dos dados utilizados, veracidade científica e integridade acadêmica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os estudos selecionados foram publicações feitas até a primeira semana de setembro de 2025, sem a adição de estudos posteriores. Com o agrupamento dos trabalhos que estavam disponíveis em cada uma das plataformas, foi realizada a transferência dos 3.965 estudos encontrados para o software Rayyan. Inicialmente, foram avaliadas as duplicatas, resultando na exclusão de 768 trabalhos.

Posteriormente, realizou-se a triagem dos títulos e resumos, com a exclusão de 3.111 estudos, por não atender o objetivo desta revisão, abordando outros temas, como fisiologia cardíaca, conceitos da interpretação do ECG e avaliação do ECG por outras tecnologias, como internet das coisas. Resultando em 86 trabalhos para a leitura completa. Nessa etapa, os artigos excluídos (7) não atendiam a pergunta norteadora, por descrever o desenvolvimento e aprimoramento da IA envolvendo mais a engenharia do desenvolvimento e não abordando a associação com a clínica, e 41 não apresentam o texto completo disponível, impedindo a análise desses estudos, mesmo quando apresentavam em seu resumo informações relevantes.

Por fim, após a aplicação de todos os critérios de elegibilidade, 38 artigos foram incluídos na amostra final desta revisão, considerando que respondiam à questão norteadora e, consequentemente, estavam relacionados ao mnemônico PCC do presente estudo.

Com a última etapa concluída, a amostra final foi descrita na planilha do Microsoft Office Excel®, com os seguintes dados: código, base de dados/periódico, autor e ano de publicação, método, título, objetivo e principais resultados, permitindo a organização dos dados para melhor visualização e compreensão dos dados que vão compor esta revisão de escopo. Conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2: Descrição dos principais achados dos estudos selecionados.

CÓDIGO	BASE DE DADOS/ BIBLIOTECA	TÍTULO	AUTOR/ ANO/ MÉTODO	OBJETIVO	PRINCIPAIS ACHADOS
A1	MEDLINE/ PUBMED	An electrocardiogram-based AI algorithm for early detection of pulmonary hypertension	DuBrock <i>et al.</i> , 2024. Coorte retrospectivo	Desenvolver e validar externamente um algoritmo de inteligência artificial que pudesse servir como ferramenta de triagem de HP, com base na análise de um ECG padrão de 12 derivações.	A IA foi capaz de identificar HP com precisão. Apresentou detecção de HP de até 5 anos antes do diagnóstico.
A2	MEDLINE/ PUBMED	Artificial intelligence-based ECG analysis: current	Haverkamp; Strodtzoff;	Estado atual da análise de ECG baseada em IA, estudos atuais sobre a aplicação prática dessas	Pode solucionar fraquezas dos diagnósticos, precisão diagnóstica, detecção

		status and future perspectives—Part 2	Israel, 2022. Revisão narrativa	novas tecnologias e potenciais perspectivas futuras para sua aplicação.	de doenças cardíológicas e não cardíológicas.
A3	MEDLINE/ PUBMED	Artificial Intelligence-Based Electrocardiographic Biomarker for Outcome Prediction in Patients With Acute Heart Failure: Prospective Cohort Study	Cho <i>et al.</i> , 2024. Coorte prospectivo	Examinamos a utilidade de um algoritmo de inteligência artificial (IA) que analisa eletrocardiogramas (ECGs) impressos para previsão de resultados em pacientes com IC aguda.	Pode servir como novo biomarcador para pacientes com IC aguda. e apresentou valor preditivo nos pacientes com IC aguda.
A4	MEDLINE/ PUBMED	Artificial intelligence-driven electrocardiography: Innovations in hypertrophic cardiomyopathy management	Ordine <i>et al.</i> , 2025. Revisão narrativa	Explorar o cenário atual de aplicações de IA na análise de ECG para HCM, com foco nos avanços em metodologias de IA e sua implementação específica no tratamento de HCM.	IA pode ser ferramenta de diagnóstico, triagem e avaliação da progressão da doença e da resposta terapêutica.
A5	MEDLINE/ PUBMED	Artificial Intelligence ECG Analysis in Patients with Short QT Syndrome to Predict Life-Threatening Arrhythmic Events	Pasero <i>et al.</i> , 2023. Coorte retrospectivo	Analisar ECGs de pacientes com SQTs com o auxílio de diferentes sistemas de inteligência artificial para avaliar sua capacidade de discriminar entre indivíduos com e sem eventos arritmicos documentados.	A IA pode ajudar na estratificação de risco em pacientes com SQTs, auxiliando na tomada de decisão clínica e consequentemente reduzir morte.
A6	MEDLINE/ PUBMED	Artificial Intelligence ECG to Detect Left Ventricular Dysfunction in COVID-19: A Case Series	Attia <i>et al.</i> , 2020. Relato de caso	Buscamos revisar a experiência clínica com um eletrocardiograma de inteligência artificial (ECG de IA) para rastrear disfunção ventricular em pacientes com COVID-19 documentada.	Identificar a disfunção do VE, melhorando os cuidados clínicos, evitar ecocardiografia desnecessária e detectar a disfunção ventricular independente da doença causadora.
A7	MEDLINE/ PUBMED	Artificial intelligence electrocardiogram as a novel screening tool to detect a newly abnormal left ventricular ejection fraction	Jacobs <i>et al.</i> , 2024. Coorte retrospectivo	Comparar as características dos clínicos de “grandes adotantes” e “baixos adotantes” de um algoritmo de eletrocardiograma (ECG) habilitado por inteligência artificial	Pode detectar função cardíaca anormal, permitindo o rápido reconhecimento e triagem adequada para conclusão da investigação e da terapêutica.

		after anthracycline-based cancer therapy		(IA) que alertava para possível fração de ejeção (FE) ventricular esquerda baixa e a eficácia subsequente na detecção de pacientes com FE baixa.	
A8	MEDLINE/ PUBMED	Artificial Intelligence-Enabled ECG Algorithm to Identify Patients With Left Ventricular Systolic Dysfunction Presenting to the Emergency Department With Dyspnea	Adedinsewo <i>et al.</i> , 2020. Coorte retrospectivo	Avaliar a acurácia de um ECG com inteligência artificial para identificar pacientes com dispneia e disfunção sistólica do ventrículo esquerdo (DSVE).	Auxiliou na detecção rápida de DSVE nos pacientes que apresentam DE com dispneia aguda, também pode identificar indivíduos com risco de reinternações por IC.
A9	MEDLINE/ BVS	Artificial intelligence enabled ECG screening for left ventricular systolic dysfunction: a systematic review	Bjerkén <i>et al.</i> , 2023. Revisão sistemática	Revisar a literatura atualizada para delinear o potencial e as ressalvas do uso da eletrocardiografia com inteligência artificial (AIeECG) como uma ferramenta de rastreio oportunista para DSVE.	Pode rastrear DSVE, detecta LVSD com alta precisão diagnóstica, pode prever eventos futuros de HF ou LVSD.
A10	MEDLINE/ PUBMED	Clinician Adoption of an Artificial Intelligence Algorithm to Detect Left Ventricular Systolic Dysfunction in Primary Care	Rushlow <i>et al.</i> , 2022. Análise secundária de dados de um ensaio clínico	Comparar as características dos clínicos de “grandes adotantes” e “baixos adotantes” de um algoritmo de eletrocardiograma (ECG) habilitado por inteligência artificial (IA) que alertava para possível fração de ejeção (FE) ventricular esquerda baixa e a eficácia subsequente na detecção de pacientes com FE baixa.	O uso da IA no ECG aumenta probabilidade de detectar baixa FE
A11	MEDLINE/ PUBMED	Comprehensive clinical application analysis of artificial intelligence-enabled electrocardiograms for screening multiple	Lin <i>et al.</i> , 2024. Coorte retrospectivo	Desenvolver cinco modelos de aprendizado profundo (DLMs) para identificar estenose aórtica, regurgitação aórtica, regurgitação pulmonar, regurgitação tricúspide e regurgitação mitral.	Auxiliou na detecção de doenças valvulares e possibilita a triagem oportunista.

		valvular heart diseases			
A12	MEDLINE/ PUBMED	Artificial intelligence-enhanced electrocardiography for accurate diagnosis and management of cardiovascular diseases	Muzammil <i>et al.</i> , 2024. Revisão narrativa	Discutir o potencial de algoritmos de ECG aprimorados por IA para diagnóstico e tratamento das doenças cardiovasculares.	Permite o diagnóstico e previsão de doenças. Pode aumentar a capacidade humana e melhora o desempenho geral.
A13	MEDLINE/ PUBMED	Artificial intelligence-enhanced electrocardiography in cardiovascular disease management	Siontis <i>et al.</i> , 2021. Revisão narrativa	Avaliar como a inteligência artificial atua no tratamento das doenças cardiovasculares, com ênfase nas aplicações atuais, limitações e perspectivas futuras.	No smartwatch permite a detecção de FA. Pode ser classificar o ritmo cardíaco melhor do que os especialistas.
A14	MEDLINE/ PUBMED	Use of artificial intelligence-powered ECG to differentiate between cardiac and pulmonary pathologies in patients with acute dyspnoea in the emergency department	Jang <i>et al.</i> , 2024. Transversal retrospectivo	Investigar se nossa análise de ECG com inteligência artificial (IA) distingue de forma confiável as causas da dispneia e avaliar seu potencial como ferramenta de triagem clínica para comparar processos convencionais de diagnóstico de insuficiência cardíaca usando peptídeos natriuréticos.	Apresentou alta precisão, principalmente na predição. Mostrou indicativo de dispneia com origem cardíaca nos casos em que a origem era pulmonar.
A15	MEDLINE/ PUBMED	Progression of Calcific Aortic Stenosis Detected by Artificial Intelligence Electrocardiogram	Harmon; Malik; Nishimura, 2022. Relato de caso	Descrever que a Inteligência Artificial aplicada ao ECG pode detectar sinais precoces da progressão da Estenose Aórtica Calcificada.	Resultados positivos precisam ser avaliados com o exame clínico para evitar outros testes desnecessários. Pode auxiliar decisão de realização de exames de imagem cardíaca antes da piora crítica do paciente.
A16	MEDLINE/ PUBMED	Detection of Left Atrial Myopathy Using Artificial Intelligence-Enabled Electrocardiography	Verbrugge <i>et al.</i> , 2021. Coorte retrospectivo	Investigamos se a probabilidade de remodelamento do AE, disfunção do AE, alterações hemodinâmicas e risco de FA incidente poderiam ser identificados a partir de um único eletrocardiograma	Identifica o paciente com maior miopatia do AE e hemodinâmica anormal. E Identificação precoce de miopatia no AE com risco aumentado de FA, hipertensão pulmonar e insuficiência cardíaca.

				(ECG) de 12 derivações, utilizando uma nova análise de ECG com inteligência artificial (IA).	
A17	MEDLINE/ PUBMED	Artificial intelligence-enhanced electrocardiography for early assessment of coronavirus disease 2019 severity	Baek <i>et al.</i> , 2023. Coorte retrospectivo	Avaliar se a IA utilizando ECGs iniciais de 12 derivações poderia auxiliar na previsão precoce da gravidade da COVID-19.	Apresentou precisão razoável, permite a identificação e triagem do paciente que pode desenvolver doenças graves a críticas, pode ajudar na tomada de decisão.
A18	MEDLINE/ PUBMED	Mortality risk stratification using artificial intelligence-augmented electrocardiogram in cardiac intensive care unit patients	Jentzer <i>et al.</i> , 2021. Coorte retrospectivo	Avaliar a capacidade do algoritmo de AI-ECG de prever mortalidade em pacientes de UTIC e determinar se essa previsão de mortalidade foi afetada pela presença de DSVE no ETT.	Pode identificar DSVE, e risco elevado de morte durante hospitalização e após a alta. Pode encontrar achados no ECG que não são tão visto ao olho humano.
A19	MEDLINE/ PUBMED	Detection of Right and Left Ventricular Dysfunction in Pediatric Patients Using Artificial Intelligence-Enabled ECGs	Anjewierden <i>et al.</i> , 2024. Coorte retrospectivo	Desenvolver novos algoritmos de ECG com inteligência artificial para a detecção de DSVE e DSRV em pacientes pediátricos.	Pode detectar DSVE e DSRV na pediatria. Pacientes com resultado falso-positivo apresentaram risco de desenvolver baixa FEVE. Pode indicar a realização de ecocardiogramas desnecessários.
A20	MEDLINE/ PUBMED	Artificial intelligence for direct-to-physician reporting of ambulatory electrocardiography	Johnson <i>et al.</i> , 2025. Prospectivo multicêntrico	Relatar o desempenho do DeepRhythmAI em comparação com a análise de dados de ECG ambulatorial por técnicos, incluindo taxas absolutas de detecção de falsos negativos e falsos positivos tanto para o modelo de IA quanto para os técnicos de ECG.	Pode substituir a interpretação de ECG ambulatoriais por técnicos, apresentando maior sensibilidade para arritmias críticas e detecção de falsos positivos. Exclusivo para ECG ambulatorial
A21	MEDLINE/ PUBMED	Artificial intelligence enabled interpretation of ECG images to predict	Shaffer <i>et al.</i> , 2024. Coorte retrospectivo	Avaliar a precisão preditiva e as implicações clínicas de um modelo de eletrocardiografia habilitado por IA para	O risco de FA descrito pela IA foi preditor independente de outros fatores analisados. FA predita pelo IA-ECG pode ser um marcador

		hematopoietic cell transplantation toxicity		predição de FA aplicado em uma população bem definida submetida a tratamento intensivo para malignidade hematológica.	indireto de doenças cardiovasculares.
A22	MEDLINE/ PUBMED	Meta-Analysis of the Performance of AI-Driven ECG Interpretation in the Diagnosis of Valvular Heart Diseases	Singh <i>et al.</i> , 2023. Meta-análise	Avaliar a eficácia dos algoritmos de inteligência artificial aplicados à interpretação de eletrocardiogramas na detecção precoce das doenças valvares cardíacas.	IA tem potencial no rastreamento de DVHs, mas a diagnosticar doença é limitada. Fatores externos podem influenciar da IA. Pode colaborar no julgamento clínico.
A23	MEDLINE/ PUBMED	Utility of an Artificial Intelligence Enabled Electrocardiogram for Risk Assessment in Liver Transplant Candidates	Zaver <i>et al.</i> , 2023. Coorte retrospectivo	Avaliar o desempenho de um algoritmo de IA-ECG na previsão de fatores cardíacos, como disfunção sistólica ventricular esquerda assintomática ou potencial para desenvolvimento de fibrilação atrial (FA) pós-operatória em coortes de pacientes com doença hepática terminal em avaliação para transplante ou recebendo um transplante de fígado.	Pode prever a incidência de FA futura, alertar sobre doença subclínica ou disfunção sistólica ventricular esquerda. No pré-transplante pode oferecer informações adicionais para identificar pacientes que necessitam de monitoramento mais próximo do coração.
A24	MEDLINE/ PUBMED	Artificial intelligence for prediction of atrial fibrillation in the stroke unit: a retrospective derivation validation cohort study	Schoels <i>et al.</i> , 2025. Coorte retrospectivo	Desenvolver um modelo de aprendizado de máquina para prever FA em pacientes com acidente vascular cerebral isquêmico agudo ou ataque isquêmico transitório.	Pode prever FA após o AVC, além disso, os pacientes são avaliados automaticamente e continuamente para evitar risco de FA.
A25	MEDLINE/ PUBMED	Robust Artificial Intelligence Tool for Atrial Fibrillation Diagnosis: Novel Development Approach Incorporating Both Atrial Electrograms and Surface ECG and Evaluation by	Zhang <i>et al.</i> , 2024. Coorte prospectivo	Fornecer uma plataforma robusta de banco de dados de ECG com anotação de FA para posterior desenvolvimento de IA, utilizando registros de eletrogramas atriais pós-operatórios e traçados de ECG para auxiliar na anotação real de FA em pacientes submetidos a cirurgia cardíaca. Posteriormente, realizar	Pode permitir reconhecimento precoce da FA, intervenções precoces, facilita o acompanhamento. Pode reduzir o tempo de internação e custo do tratamento, devido precisão na interpretação.

		Head-to-Head Comparison With Hospital-Based Physician ECG Readers		uma avaliação de desempenho da plataforma de IA quando aplicada apenas ao ECG em um grupo de teste separado de pacientes após cirurgia cardíaca operatória.	
A26	MEDLINE/ PUBMED	Unlocking Hidden Risks: Harnessing Artificial Intelligence (AI) to Detect Subclinical Conditions from an Electrocardiogram (ECG)	Posan; Richie, 2024. Revisão narrativa	Discutir com base na literatura como a inteligência artificial aplicada ao eletrocardiograma pode identificar condições subclínicas.	A interpretação do ECG pela IA permite a diagnóstico, triagem e predição de doenças. Pode estratificar o risco de desenvolvimento de doenças cardíacas em uma população.
A27	MEDLINE/ PUBMED	Evaluating GPT-4's role in critical patient management in emergency departments	Yiğit <i>et al.</i> , 2025. Experimental de validação diagnóstica com casos simulados	Investigar a eficácia do GPT-4 na interpretação de ECGs e no gerenciamento do atendimento a pacientes em ambientes de emergência.	Apresenta precisão a depender da complexidade do caso. No momento, o GPT-4 só é capaz de analisar textos, impedindo a boa interpretação de padrões visuais.
A28	MEDLINE/ PUBMED	Interpreting Wide-Complex Tachycardia With the Use of Artificial Intelligence	Chow <i>et al.</i> , 2024. Coorte retrospectivo	Desenvolver um algoritmo de IA para interpretar ECGs com WCT e comparar sua precisão com a de cardiologistas.	Superou a velocidade e precisão dos cardiologistas não EP, facilitando a agilidade em iniciar a terapia.
A29	MEDLINE/ PUBMED	Artificial Intelligence-Enabled Model for Early Detection of Left Ventricular Hypertrophy and Mortality Prediction in Young to Middle-Aged Adults	Liu <i>et al.</i> , 2022. Coorte retrospectivo	Desenvolver um modelo baseado em inteligência artificial (IA) para detecção precoce e estratificação de risco de HVE utilizando ECGs de 12 derivações.	Bom desempenho na triagem, predição da HVE, mortalidade cardiovascular e total. Permite identificar e tratar HVE em idade de ouro, revertendo a progressão e prevenindo consequências adversas.
A30	MEDLINE/ PUBMED	An artificial intelligence-enabled ECG algorithm for identifying ventricular premature contraction	Chang <i>et al.</i> , 2022. Observacional retrospectivo	Identificar pacientes com CVP durante ritmo sinusal normal (RSN) usando inteligência artificial (IA) e leitura de ECG baseada em aprendizado de máquina.	É uma ferramenta de interpretação que pode se assemelhar a interpretação humana do ECG. Tem desempenho satisfatório para predição de VPC.

		during sinus rhythm			
A31	MEDLINE/ PUBMED	Deep learning model to detect significant aortic regurgitation using electrocardiography	Sawano <i>et al.</i> , 2022. Coorte retrospectivo	Desenvolver e validar um algoritmo baseado em aprendizado profundo para a detecção de RA usando ECG de 12 derivações	Apresenta potencial promissor na interpretação. A IA reconheceu a RA e foi possível identificar quais pontos do ECG levaram a esse diagnóstico
A32	MEDLINE/ PUBMED	Detecting Paroxysmal Atrial Fibrillation From an Electrocardiogram in Sinus Rhythm: External Validation of the AI Approach	Gruwez <i>et al.</i> , 2023. Observacional retrospectivo	Validar de forma independente a abordagem de uso de inteligência artificial (IA) para identificar FA paroxística subjacente a partir de um ECG de 12 derivações em ritmo sinusal (RS).	A onda P foi identificada pela IA como a parte que determina o risco de desenvolver FA paroxística subjacente. Pode melhorar o desfecho clínico e auxiliar na prevenção do AVC com anticoagulação oral.
A33	MEDLINE/ PUBMED	Artificial Intelligence-Enabled Electrocardiogram for Atrial Fibrillation Identifies Cognitive Decline Risk and Cerebral Infarcts	Weil <i>et al.</i> , 2022. Coorte retrospectivo	Investigar se a avaliação do risco de fibrilação atrial (FA) por AI-ECG prevê declínio cognitivo e infartos cerebrais.	IA-ECG pode ser preditivo de FA e detectar marcadores de doença cardíaca que pode estar associado a doença cerebrovascular em pequenos vasos.
A34	MEDLINE/ PUBMED	Application of artificial intelligence to the electrocardiogram	Attia <i>et al.</i> , 2021. Revisão narrativa	Descreve o contexto matemático por trás dos algoritmos de IA supervisionada e discute algoritmos selecionados de triagem cardíaca de ECG de IA.	A IA aplicada ao ECG padrão permite uma triagem diagnóstica que pode permitir monitoramento e avaliação da resposta terapêutica.
A35	MEDLINE/ PUBMED	Predictive Value of Artificial Intelligence-Enabled Electrocardiography in Patients With Takotsubo Cardiomyopathy	Kanaji <i>et al.</i> , 2024. Coorte retrospectivo	Investigar o valor prognóstico de nossos algoritmos de IA-ECG desenvolvidos e validados em pacientes com TC.	Apresenta eficácia preditiva de MACE, e doenças cardíacas. Pode identificar disfunção do miocárdio não transitória subjacente e padrões subjacentes associados ao desfecho em paciente com CT.
A36	MEDLINE/ PUBMED	Use of Artificial Intelligence Applied to Electrocardiogram for Diagnosis of Left Ventricular	Júnior <i>et al.</i> , 2025. Transversal	Avaliar o desempenho de um algoritmo de inteligência artificial (IA) aplicado ao ECG na detecção de IC e comparar ao poder preditivo das alterações	Pode diagnosticar precocemente o IC, auxiliando no tratamento e reduzindo mortalidade e morbidade por DCVs.

		Systolic Dysfunction		eletrocardiográficas maiores (AME).	
A37	MEDLINE/ PUBMED	Artificial Intelligence-Augmented Electrocardiogram Detection of Left Ventricular Systolic Dysfunction in the General Population	Kashou <i>et al.</i> , 2021. Coorte prospectivo	Validar um algoritmo de eletrocardiograma aumentado por inteligência artificial (AI-ECG) para a detecção de disfunção sistólica ventricular esquerda (DSVE) pré-clínica em uma grande coorte baseada na comunidade.	Pode ser usado clinicamente nos ambientes não clínicos. Triagem econômica e precisa. Pode identificar LVSD.
A38	MEDLINE/ PUBMED	Artificial intelligence algorithm for detecting myocardial infarction using six-lead electrocardiography	Cho <i>et al.</i> , 2020. Coorte retrospectivo	Desenvolver e validar um ADL para detectar IM usando um ECG de 12 e 6 derivações.	Demonstrou bom desempenho na detecção de IM em ECGs de 6 e 12 derivações. Poderia superar o diagnóstico dos cardiologistas em relação a doença cardíaca valvar e hipertrofia ventricular esquerda.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Na análise dos estudos, houve a comparação entre o profissional e a IA, destacando os pontos positivos e negativos em relação a avaliação do eletrocardiograma. Os principais achados foram descritos na Figura 1, considerando as informações que mais foram observadas nos estudos, como sensibilidade e tempo para diagnóstico, detecção precoce, julgamento clínico, risco de erro, aprendizado e funcionamento em larga escala. Assim torna-se evidente a IA como um meio para realização de triagem mais rápida e com detecção de sinais complexos, e o profissional como integrador do cuidado, compreendendo não apenas os sinais do ECG, mas também as outras variáveis. Dessa forma, observa-se que a integração de ambos, pode aprimorar a avaliação.

Figura 1: Comparação entre a IA e o profissional de saúde.

Inteligência Artificial	Profissional de Saúde
1. Detecta alterações sutis e subclínicas não perceptíveis visualmente.	1. Pode falhar em alterações visualmente discretas.
2. Necessita ser adicionados outros dados clínicos para reduzir falsos positivos.	2. Realiza interpretação integrada ao contexto do paciente e os sinais clínicos.
3. Fornece suporte, mas não define conduta sozinho.	3. Orienta decisões e tratamentos individualizados.
4. Automatizada, de baixo custo e acessível em locais com poucos recursos.	4. Limitada pela disponibilidade de especialistas e tempo clínico.
5. Aprende e melhora com novos dados.	5. Evolui com experiência e atualização profissional.
6. Rápido e automatizado, permitindo triagem imediata.	6. Requer análise manual e correlação clínica.
7. Pode apresentar falsos positivos e viés de base de dados.	7. Suscetível à interpretação subjetiva e fadiga.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Aplicações da Inteligência Artificial no diagnóstico, predição e triagem cardiovascular a partir do ECG

A avaliação do exame eletrocardiográfico com a Inteligência Artificial tem se mostrado uma tecnologia promissora para o diagnóstico, predição e triagem de doenças cardiovasculares, permitindo identificar alterações sutis e subclínicas, muitas vezes imperceptíveis à análise humana. Conforme DuBrock *et al.* (2024), Ordine *et al.* (2025) e Haverkamp, Strodthoff e Israel (2022) destacam que o principal objetivo da IA-ECG é otimizar o diagnóstico e detectar condições como cardiomiopatia hipertrófica (CMH), hipertensão pulmonar (HP) mesmo em casos sem alterações visuais evidentes no traçado, arritmias, prolapso da válvula mitral (PVM), amiloidose cardíaca (AC), estenose aórtica (EA) e disfunção ventricular esquerda (DVE).

Adedinsewo *et al.* (2020) reforça que o IA-ECG pode aumentar a precisão diagnóstica e documentar a condição clínica do paciente. Cho *et al.* (2024) afirma que essa tecnologia pode servir para estratificação de risco da insuficiência cardíaca crônica (IC) em locais com recursos limitados. Lin *et al.* (2024) observaram a detecção precoce de estenoses e regurgitações valvares múltiplas e destacam que as previsões positivas permitem a identificação de alterações valvares no início do quadro.

Verbrugge *et al.* (2021) descreve que o IA-ECG permite identificar fibrilação atrial (FA) paroxística, miopatia atrial esquerda, regurgitações valvares e anormalidades hemodinâmicas em repouso e sob esforço. Além disso, Baek *et al.* (2023) indica que a IA foi eficaz até mesmo na estratificação da gravidade do COVID-19. A aplicabilidade clínica estende-se também à

população pediátrica, conforme Anjewierden *et al.* (2024), que identificaram disfunção ventricular em diferentes níveis de complexidade. Chang *et al.* (2022) comprovou que o algoritmo pode detectar contrações ventriculares prematuras (CVP), mesmo em traçados aparentemente normais. Kashou *et al.* (2021) e Cho *et al.* (2020) reforçam que a tecnologia é capaz de detectar em pacientes assintomáticos.

Outros autores, como Muzammil *et al.* (2024), Posan e Richie (2024), Attia *et al.* (2021) e Siontis *et al.* (2021), confirmam que a IA-ECG possibilita o diagnóstico de doenças cardíacas em estágios iniciais, diferenciando padrões fisiológicos e patológicos. Jacobs *et al.* (2024), Rushlow *et al.* (2022), Kanaji *et al.* (2024) e Attia *et al.* (2020) ainda destacam que a tecnologia permite avaliar a fração de ejeção e detectar disfunções ventriculares independentemente da doença de base, auxiliando no manejo clínico precoce.

Em relação à predição, o modelo de IA foi capaz de identificar subgrupos de HP em estágio precoce, DVE e FA (Gruwez *et al.*, 2023; DuBrock *et al.*, 2024; Haverkamp; Strodthoff; Israel, 2022). Nesse contexto, Lin *et al.* (2024) ressalta a importância da previsão para o gerenciamento ativo de doenças valvares, e não apenas com finalidade de diagnóstico, sendo o resultado positivo um indicativo de encaminhamento para ecocardiografia. Além de detectar anormalidades subclínicas, metabólicas ou estruturais de forma precoce (Kashou *et al.*, 2021).

Jang *et al.* (2024) evidencia que o IA-ECG identifica precocemente dispneias de origem cardíaca, enquanto Harmon, Malik e Nishimura (2022) observaram que a IA detectou EA anos antes da manifestação clínica. Para Jentzer *et al.* (2021), a combinação entre IA-ECG, sinais vitais e dados laboratoriais pode prever mortalidade intra-hospitalar e disfunção sistólica do ventrículo esquerdo (DVS). Anjewierden *et al.* (2024) acrescenta que resultados falso-positivos em crianças podem indicar risco futuro de baixa FE, reforçando o valor prognóstico da aplicação dessa tecnologia ao ECG.

O risco de FA previsto pela IA-ECG é um preditor de mortalidade não relacionada à recidiva (Shaffer *et al.*, 2024). Além disso, a IA-ECG pode prever FA em pacientes com acidente vascular encefálico (AVE) isquêmico, risco de mortalidade cardíaca por hipertrofia ventricular e doenças subclínicas (Zaver *et al.*, 2023; Schoels *et al.*, 2025; Liu *et al.* 2022). Chang *et al.* (2022) confirma o valor preditivo da IA para disfunções ventriculares e arritmias. A IA tem valor significativo na predição de DVS e IC (Júnior *et al.*, 2025; Cho *et al.* 2024).

Posan e Richie (2024) afirmam que a IA possui capacidade diagnóstica e preditiva que superam a capacidade humana de identificar as alterações no ECG, a partir de informações sutis, padrões vastos e sinais ocultos, ou seja, percebe a condição subclínica do paciente, sendo necessário a utilização dessa tecnologia em dispositivos vestíveis. Em concordância, Muzammil *et al.* (2024) e Gruwez *et al.* (2023) ressaltam a importância do monitoramento contínuo com

dispositivos vestíveis, como smartphones, e eletrônicos cardíacos implantados, como smartphones, para aprimorar a precisão preditiva e gerar melhores desfechos para os pacientes.

Kanaji *et al.* (2024) evidencia sua eficácia para prever eventos cardíacos adversos graves. Weil *et al.* (2022) e Verbrugge *et al.* (2021) confirmam o potencial da IA na identificação precoce de miopatias e associação com doenças cerebrovasculares. Baek *et al.* (2023) afirma a identificação da progressão de adoecimento grave ou crítico. Além disso, Sawano *et al.* (2022) descreve em seu estudo que a IA sinalizou quais partes do ECG foram decisivas na detecção da alteração.

No que se refere à triagem, Ordine *et al.* (2025), Cho *et al.* (2024) e Jacobs *et al.* (2024) afirmam que a IA permite triagens oportunas, eficientes e direcionadas. Adedinsewo *et al.* (2020) evidenciam sua superioridade na detecção precoce de DVS em ambientes sem fácil acesso a especialistas. Entretanto, outro estudo afirma que embora a IA-ECG tenha alto valor para triagem, não substitui completamente marcadores bioquímicos como Peptídeo Natriurético Tipo B (BNP) e do Peptídeo Natriurético Tipo B N-terminal (NT-proBNP) (Bjerkén *et al.*, 2023).

A IA possibilita triagem oportunista pré-clínica, melhorando o quadro do paciente (Kashou *et al.*, 2021). Corroborando com esse estudo, Lin *et al.* (2024) enfatiza sua importância na identificação inicial de doenças valvares, para identificação e manejo dessas alterações. Anjewierden *et al.* (2024) demonstram o potencial da IA na triagem acessível e de baixo custo para populações pediátricas, enquanto Shaffer *et al.* (2024) reforçam sua utilidade na triagem precoce de pacientes oncológicos.

A interpretação realizada pela IA é considerada um método válido para triagem de HVE e alto risco de mortalidade (Liu *et al.*, 2022). Principalmente por ser de baixo custo e acessível, é ideal para programas de triagem populacional (Weil *et al.*, 2022). Júnior *et al.* (2025) sugere sua implementação em Unidades Básicas de Saúde (UBS) e Unidades de Pronto Atendimento (UPA), para detecção precoce de insuficiência cardíaca. Por fim, Posa e Richie (2024) demonstram que o uso do ECG guiado por IA, aliado a dados clínicos, aumenta a detecção de FA e aprimora o monitoramento subsequente.

Suporte clínico e auxílio à tomada de decisão a partir da avaliação do ECG pela Inteligência Artificial

Segundo DuBrock *et al.* (2024) e Liu *et al.* (2022), a IA aplicada ao ECG pode acelerar o diagnóstico, início do tratamento e otimizar o prognóstico dos pacientes. De forma semelhante, Jang *et al.* (2024) destacam que essa tecnologia aprimora a precisão diagnóstica e o manejo clínico. Enquanto Adedinsewo *et al.* (2020) aponta seu potencial para garantir um

acompanhamento personalizado e preventivo. Júnior *et al.* (2025) afirma permitir encaminhamento ágil para avaliações cardiológicas e exames complementares.

O uso da IA também tem se expandido para dispositivos vestíveis, como pulseiras fitness e smartwatches, permitindo o automonitoramento e a busca precoce por intervenções médicas, embora para sua aplicação ainda existam desafios relacionados à sobrecarga de dados e alarmes falsos (Singh *et al.*, 2023). Além disso, o uso da IA ao ECG com monitoramento prolongado reduz o tempo de internação e os custos com tratamento (Zhang *et al.*, 2024). Kanaji *et al.* (2024) acrescenta que, por ser uma abordagem minimamente invasiva e com baixo custo, pode permitir rastreamento domiciliar e estratificação de risco, prevenindo eventos adversos graves no sistema cerebrovascular e cardíaco.

Muzammil *et al.* (2024) relata que essa tecnologia pode extrair informações detalhadas e rastrear doenças sem traçados específicos no eletrocardiograma, contribuindo para a detecção de doenças silenciosas e início de terapias específicas. Em consonância, Cho *et al.* (2020) demonstram que a IA é capaz de identificar IM na artéria descendente anterior esquerda em derivações reduzidas, o que antes só era possível em exames convencionais de 12 derivações.

Além de apoiar no tratamento, a inteligência artificial tem se mostrado essencial na tomada de decisão clínica quando aplicada ao exame eletrocardiográfico. Pasero *et al.* (2023) aponta que é possível a redução de erros diagnósticos e aumento do início rápido de terapias adequadas, devido a correta estratificação dos riscos. De forma semelhante, Bjerkén *et al.* (2023) ressalta que a IA-ECG pode aprimorar a identificação de pacientes de maior risco e orientar o encaminhamento médico. Para Jang *et al.* (2024), a tecnologia também melhora o fluxo de trabalho clínico, tomada de decisão e diagnóstico, reduzindo atrasos em procedimentos invasivos.

Harmon, Malik e Nishimura (2022) observaram que a IA contribuiu na decisão precoce da realização de exames de imagem cardíaca, evitando agravamento clínico. Segundo Verbrugge *et al.* (2021), essa tecnologia pode ainda indicar a necessidade de avaliações complementares, como exames hemodinâmicos e de imagem. Baek *et al.* (2023) destacam seu papel na alocação eficiente de recursos em saúde, cuidados adequados, encaminhamento e na triagem de alto risco, garantindo direcionamento terapêutico mais preciso. Entretanto, Gruwez *et al.* (2023) alerta que é necessário capacitar os profissionais para compreenderem o funcionamento dos algoritmos e utilizá-los de forma segura.

Desafios, limitações e confiabilidade da Inteligência Artificial na avaliação do ECG

A incorporação da Inteligência Artificial (IA) na interpretação eletrocardiográfica apresenta avanços promissores, mas também enfrenta desafios que limitam sua ampla aplicação na prática clínica. Cho *et al.* (2024) relata que o sistema de IA desenvolvido utiliza apenas

imagens impressas do eletrocardiograma, comprometendo a qualidade da análise devido a impressão e a rastreabilidade das decisões do algoritmo. De forma semelhante, Siontis *et al.* (2021) apontam limitações técnicas como a baixa qualidade dos dados, a ausência de ECGs digitais e a falta de integração dos resultados ao prontuário eletrônico.

Além disso, a falta de modelos generalizados, a variabilidade dos dados e a ausência de diretrizes claras sobre responsabilidade e segurança digital são fatores que dificultam a implementação dessa tecnologia (Ordine *et al.*, 2025; Haverkamp; Strodthoff; Israel, 2022). Schoels *et al.* (2025) demonstra que no desenvolvimento do algoritmo, pode haver subestimação do conjunto de dados. O desenvolvimento baseado em populações específicas reduz a aplicabilidade dos resultados à prática clínica geral (Bjerkén *et al.*, 2023).

Os algoritmos aplicados sem dados clínicos complementares tendem a apresentar maior taxa de falsos positivos (Ordine *et al.*, 2025). No modelo desenvolvido por Anjewierden *et al.*, 2024 os valores altos de falso-positivo orientaram o profissional a realização de ecocardiogramas desnecessários, no entanto, quando aplicado no contexto de saúde apropriado, esse problema deve ser resolvido, e essa ferramenta irá minimizar exames desnecessários.

A variabilidade inerente aos registros eletrocardiográficos, o posicionamento inadequado dos eletrodos e a presença de arritmias menores também podem comprometer a precisão das análises automatizadas, tornando fundamental que a IA seja utilizada em conjunto com o julgamento clínico (Singh *et al.*, 2023). No contexto das emergências, o uso de modelos de linguagem como o GPT-4 podem gerar erros críticos e desfechos adversos, o que reforça a necessidade de cautela na aplicação clínica (Yiğit *et al.*, 2025).

Do ponto de vista ético, existe necessidade do consentimento informado para o uso de dados em sistemas de IA, ressaltando a importância da proteção da privacidade e dos direitos dos pacientes (Singh *et al.* 2023). Além disso, a tendência dos algoritmos a apresentarem vieses relacionados à origem dos dados e preocupações éticas sobre a segurança e a privacidade reforçam a importância de uma regulamentação robusta (Muzammil *et al.*, 2024). Attia *et al.* (2021) enfatizam que o compartilhamento de dados e a proteção da privacidade ainda representam desafios relevantes, uma vez que as informações são utilizadas tanto no desenvolvimento dos algoritmos quanto na avaliação dos eletrocardiogramas. Assim, o uso ou compartilhamento desses dados sem as devidas autorizações pode violar as políticas de privacidade dos pacientes.

Apesar dessas limitações, estudos têm demonstrado que a IA pode superar a interpretação humana em determinadas situações. Essa tecnologia é capaz de identificar padrões sutis não perceptíveis ao olho humano e aumentar a detecção precoce (Muazammil *et al.*, 2024; Johnson *et al.*, 2025; DuBrock *et al.*, 2024). Chow *et al.* (2024) e Cho *et al.* (2020) também verificaram desempenho superior dos algoritmos em relação a cardiologistas na classificação de

taquiarritmias e doenças valvares. Jentzer *et al.* (2021) afirma que a incorporação de dados clínicos na análise da IA poderiam melhorar a precisão e a estratificação do risco.

Para Siontis *et al.* (2021) o algoritmo poderá ser capaz de interpretações de ECG de forma mais precisa e diferenciada, semelhantes à avaliação humana. Entretanto, Haverkamp, Strodthoff e Israel (2022) ressaltam que, embora a IA possa atuar como ferramenta de apoio, ela não substitui o julgamento clínico do profissional de saúde. Attia *et al.* (2021) e os mesmos autores destacam que a tecnologia permite identificar alterações subclínicas no ECG, ainda imperceptíveis ao exame humano, reforçando seu papel complementar no diagnóstico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo explorou a aplicação da inteligência artificial na avaliação eletrocardiográfica, identificando que esse tema apresenta um marco significativo de inovações na saúde cardiovascular. Os estudos analisados evidenciam que essa tecnologia emergente pode aprimorar a prática clínica fornecendo respostas rápidas, precisas e acessíveis. Além disso, contribui para acelerar o processo de diagnóstico e auxiliar profissionais menos experientes na tomada de decisão. Também permite um acompanhamento contínuo do paciente, melhorando a triagem e desfecho em saúde.

Entretanto, ainda existe a necessidade de estudar mais sobre essa nova tecnologia, com o desenvolvimento de algoritmos testados, validados e aprovados em diversos cenários da saúde, para aumentar a confiança dos profissionais na utilização desses algoritmos. Além disso, estudos afirmam que apenas a utilização do ECG não é suficiente para decisão clínica, sendo necessários incorporar outros exames para avaliação da IA. Bem como, a compreensão do impacto ético e legal relacionado a segurança e privacidade de informações, e desafios operacionais como o entendimento dos dados e como são analisados ainda são problemas enfrentados e que necessitam de maiores estudos.

No contexto da enfermagem, o papel do enfermeiro acontece na identificação das alterações, conhecimento da técnica necessária e dos fatores de interferência, para que seja possível um cuidado contínuo e integrado (Jesus *et al.*, 2021). Assim, a incorporação da IA exige da enfermagem atualização constante e pensamento crítico, para que aconteça a identificação de alterações sutis e tomada de decisão rápida.

Permitindo ao enfermeiro uma atuação mais analítica e estratégica da situação do paciente, para o direcionamento oportuno dos exames adequados e/ou a integração de mais profissionais para manejo do quadro. Dessa forma, conclui-se que a IA não substitui a análise clínica do profissional, mas pode atuar como instrumento de auxílio complementar e estratégico. Sua integração na assistência permite uma avaliação mais precisa e personalizada para cada

paciente. Assim, a inteligência artificial configura-se como uma tecnologia promissora na avaliação do eletrocardiograma, favorecendo o contexto do cuidado cardiovascular.

Assim, recomenda-se a realização de estudos com amostras mais diversificadas e amplas, que permitam avaliar a aplicabilidade da Inteligência Artificial em diferentes contextos assistenciais e de populações diversas. Também se destaca a necessidade do desenvolvimento e validação de algoritmos cada vez mais transparentes, seguros e integrados aos sistemas de saúde, favorecendo sua adoção na prática clínica. Além disso, sugere-se o investimento na capacitação profissional voltados ao uso da IA, visando promover uma utilização ética, crítica e eficiente dessas tecnologias. Para que assim os avanços nessa área contribuam para o fortalecimento da tomada de decisão clínica, melhoria da qualidade da assistência e ampliação da segurança do paciente.

LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Este estudo apresenta algumas limitações. Na análise dos estudos, percebeu-se que muitos foram retrospectivos, analisando dados existentes e não apresentando a análise no contexto atual. Além disso, pouco destacaram as implicações éticas envolvidas na saúde, com destaque na privacidade dos dados do paciente.

Outra limitação, é que os estudos apresentaram formas diferentes de desenvolvimento do algoritmo de IA e estágios diferentes do desenvolvimento, fazendo com que apresentassem problemas diferentes. Como também, apenas estudo a partir de 2020 abordam a temática, nos estudos anteriores, maior parte descrevia outras tecnologias que não são consideradas IA, bem como, a aplicação em outros contextos que não envolviam o ECG. Também se observou a escassez de estudos que apontem a atuação da enfermagem, visto que é o profissional que muitas vezes está à frente da realização do exame e que primeiro recebe o resultado.

REFERÊNCIAS

ADEDINSEWO, D. *et al.* Artificial intelligence-enabled ECG algorithm to identify patients with left ventricular systolic dysfunction presenting to the emergency department with dyspnea. *Circulation: Arrhythmia and Electrophysiology*, v. 13, n. 8, p. e008437, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1161/CIRCEP.120.008437>. Acesso em: 01 de outubro de 2025.

ALALWAN M. A. *et al.* Electrocardiographic interpretation by emergency medical services professionals in Saudi Arabia: A cross sectional study. *PLoS One*. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0292868>. Acesso em: 12 de outubro de 2025.

ANJEWIERDEN, S. *et al.* Detection of Right and Left Ventricular Dysfunction in Pediatric Patients Using Artificial Intelligence–Enabled ECGs. *Journal of the American Heart Association*, v. 13, n. 21, p. e035201, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1161/JAHA.124.035201>.

Acesso em: 09 de outubro de 2025.

ATTIA, Z. I. *et al.* Application of artificial intelligence to the electrocardiogram. *European heart journal*, v. 42, n. 46, p. 4717-4730, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab649>. Acesso em: 05 de outubro de 2025.

ATTIA, Z. I. *et al.* Artificial intelligence ECG to detect left ventricular dysfunction in COVID-19: a case series. In: *Mayo clinic proceedings*, p. 2464-2466, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2020.09.020>. Acesso em: 06 de outubro de 2025.

BAEK, Y. *et al.* Artificial intelligence-enhanced electrocardiography for early assessment of coronavirus disease 2019 severity. *Scientific Reports*, v. 13, n. 1, p. 15187, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-42252-5>. Acesso em: 04 de outubro de 2025.

BJERKÉN, L. V. *et al.* Artificial intelligence enabled ECG screening for left ventricular systolic dysfunction: a systematic review. *Heart Failure Reviews*, v. 28, n. 2, p. 419-430, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10741-022-10283-1>. Acesso em: 02 de outubro de 2025.

CHANG, S. *et al.* An artificial intelligence-enabled ECG algorithm for identifying ventricular premature contraction during sinus rhythm. *European journal of medical research*, v. 27, n. 1, p. 289, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s40001-022-00929-z>. Acesso em: 30 de setembro de 2025.

CHO, Y. *et al.* Artificial intelligence algorithm for detecting myocardial infarction using six-lead electrocardiography. *Scientific reports*, v. 10, n. 1, p. 20495, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-77599-6>. Acesso em: 07 de outubro de 2025.

CHO, Y. *et al.* Artificial intelligence–based electrocardiographic biomarker for outcome prediction in patients with acute heart failure: prospective cohort study. *Journal of medical Internet research*, v. 26, p. e52139, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.2196/52139>. Acesso em: 11 de outubro de 2025.

CHOW, B. J. W. *et al.* Interpreting wide-complex tachycardia with the use of artificial intelligence. *Canadian Journal of Cardiology*, v. 40, n. 10, p. 1965-1973, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2024.03.027>. Acesso em: 08 de outubro de 2025.

DIB, C. C. A inteligência artificial na saúde: caminhos para sua regulação. *Revista de Direito Sanitário*, v. 24, n. 1, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9044.rdisan.2024.207653>. Acesso em: 27 de março de 2025.

DUBROCK, H. M. *et al.* An electrocardiogram-based AI algorithm for early detection of pulmonary hypertension. *European Respiratory Journal*, v. 64, n. 1, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1183/13993003.00192-2024>. Acesso em: 10 de outubro de 2025.

GRUWEZ, H. *et al.* Detecting paroxysmal atrial fibrillation from an electrocardiogram in sinus rhythm: external validation of the AI approach. *Clinical Electrophysiology*, v. 9, n. 8, Part 3, p. 1771-1782, 2023. Disponível em: <https://www.jacc.org/doi/10.1016/j.jacep.2023.04.008>. Acesso em: 11 de outubro de 2025.

HARMON, D. M.; MALIK, A.; NISHIMURA, R. Progression of calcific aortic stenosis detected by artificial intelligence electrocardiogram. In: *Mayo Clinic Proceedings*, p. 1211-1212, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2022.04.004>. Acesso em: 06 de outubro de 2025.

HAVERKAMP, W.; STRODTHOFF, N.; ISRAEL, C. Diagnóstico de ECG com inteligência artificial: situação atual e perspectivas futuras – Parte 2. *Terapia com marcapasso + Eletrofisiologia*, v. 33, n. 3, pp. 305–311, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00399-022-00855-x>. Acesso em: 30 de setembro de 2025.

JACOBS, J. E. J. *et al.* Artificial intelligence electrocardiogram as a novel screening tool to detect a newly abnormal left ventricular ejection fraction after anthracycline-based cancer therapy. *European Journal of Preventive Cardiology*, v. 31, n. 5, p. 560-566, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/eurjpc/zwad348>. Acesso em: 03 de outubro de 2025.

JANG, J. *et al.* Use of artificial intelligence-powered ECG to differentiate between cardiac and pulmonary pathologies in patients with acute dyspnoea in the emergency department. *Open Heart*, v. 11, n. 2, p. e002924, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/openhrt-2024-002924>. Acesso em: 09 de outubro de 2025.

JENTZER, J. C. *et al.* Mortality risk stratification using artificial intelligence-augmented electrocardiogram in cardiac intensive care unit patients. *European Heart Journal Acute Cardiovascular Care*, v. 10, n. 5, p. 532-541, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/ehjacc/zuaa021>. Acesso em: 10 de outubro de 2025.

JESUS, B. L. S. de *et al.* The importance of the nurse in the interpretation of electrocardiogram: quality care. *Revista Uningá*, v. 58, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.46311/2318-0579.58.eUJ3986>. Acesso em: 25 de março de 2025.

JOHNSON, L. S. *et al.* Artificial intelligence for direct-to-physician reporting of ambulatory electrocardiography. *Nature Medicine*, v. 31, n. 3, p. 925-931, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41591-025-03516-x>. Acesso em: 08 de outubro de 2025.

JÚNIOR, W. B. de S. *et al.* Use of Artificial Intelligence Applied to Electrocardiogram for Diagnosis of Left Ventricular Systolic Dysfunction. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v. 122, p. e20240740, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.36660/abc.20240740>. Acesso em: 01 de outubro de 2025.

KANAJI, Y. *et al.* Predictive value of artificial intelligence-enabled electrocardiography in patients with Takotsubo cardiomyopathy. *Journal of the American Heart Association*, v. 13, n. 5, p. e031859, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1161/JAHA.123.031859>. Acesso em: 02 de outubro de 2025.

KASHOU, A. H. *et al.* Artificial intelligence-augmented electrocardiogram detection of left ventricular systolic dysfunction in the general population. In: *Mayo Clinic Proceedings*, p. 2576-2586, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2021.02.029>. Acesso em: 01 de outubro de 2025.

KLUMPP, M. *et al.* Artificial Intelligence for Hospital Health Care: Application Cases and Answers to Challenges in European Hospitals. *Healthcare*, v. 9, n. 8, p. 961, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/healthcare9080961>. Acesso em: 26 de março de 2025.

LEONEL, J. S. *et al.* Inteligência artificial: desafios éticos e futuros. *Revista Bioética*, v. 32, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-803420243739PT>. Acesso em: 27 de março de 2025.

LIN, Y. *et al.* Comprehensive clinical application analysis of artificial intelligence-enabled electrocardiograms for screening multiple valvular heart diseases. *Aging (Albany NY)*, v. 16, n.

10, p. 8717, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.18632/aging.205835>. Acesso em: 30 de setembro de 2025.

LIU, C. *et al.* Artificial intelligence-enabled model for early detection of left ventricular hypertrophy and mortality prediction in young to middle-aged adults. *Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes*, v. 15, n. 8, p. e008360, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1161/CIRCOUTCOMES.121.008360>. Acesso em: 06 de outubro de 2025.

MUZAMMIL, M. A. *et al.* Artificial intelligence-enhanced electrocardiography for accurate diagnosis and management of cardiovascular diseases. *Journal of electrocardiology*, v. 83, p. 30-40, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jelectrocard.2024.01.006>. Acesso em: 09 de outubro de 2025.

OLIVEIRA, G. M. M. De *et al.* Estatística Cardiovascular – Brasil 2023. Estatística Cardiovascular – Brasil 2023. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v. 121, n. 2, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.36660/abc.20240079> Acesso em: 26 de março de 2025.

ORDINE, L. *et al.* Artificial intelligence-driven electrocardiography: Innovations in hypertrophic cardiomyopathy management. *Trends in Cardiovascular Medicine*, v. 35, n. 2, p. 126-134, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tcm.2024.08.002>. Acesso em: 08 de outubro de 2025.

PASERO, E. *et al.* Artificial intelligence ECG analysis in patients with short QT syndrome to predict life-threatening arrhythmic events. *Sensors*, v. 23, n. 21, p. 8900, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/s23218900>. Acesso em: 10 de outubro de 2025.

POSAN, E.; RICHIE, R. Unlocking Hidden Risks: Harnessing Artificial Intelligence (AI) to Detect Subclinical Conditions from an Electrocardiogram (ECG). *Journal of Insurance Medicine*, v. 51, n. 2, p. 64-76, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.17849/inism-51-2-64-76.1>. Acesso em: 10 de outubro de 2025.

RUSHLOW, D. R. *et al.* Clinician Adoption of an Artificial Intelligence Algorithm to Detect Left Ventricular Systolic Dysfunction in Primary Care. In: *Mayo Clinic Proceedings*, p. 2076-2085, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2022.04.008>. Acesso em: 11 de outubro de 2025.

SALVADOR, P. T. C. O. *et al.* Avanços no desenvolvimento das tecnologias em saúde: novas tecnologias, inteligência artificial e o bom uso dos dados. *Desenvolvimento de Tecnologias em Pesquisa e Saúde: da Teoria à Prática*, p. 150–165, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.37885/220408595>. Acesso em: 27 de março de 2025.

SATTAR, Y.; CHHABRA L. Electrocardiogram. *StatPearls [Internet]*. Publicação StatPearls, 2023. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK549803/>. Acesso em: 26 de março de 2025.

SAWANO, S. *et al.* Deep learning model to detect significant aortic regurgitation using electrocardiography. *Journal of cardiology*, v. 79, n. 3, p. 334-341, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jjcc.2021.08.029>. Acesso em: 30 de setembro de 2025.

SCHOELS, M. *et al.* Artificial intelligence for prediction of atrial fibrillation in the stroke unit: a retrospective derivation validation cohort study. *EBioMedicine*, v. 118, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2025.105869>. Acesso em: 02 de outubro de 2025.

SHAFFER, B. C. *et al.* Artificial intelligence enabled interpretation of ECG images to predict

hematopoietic cell transplantation toxicity. *Blood Advances*, v. 8, n. 21, p. 5603-5611, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1182/bloodadvances.2024013636>. Acesso em: 05 de outubro de 2025.

SICHMAN, J. S. Inteligência Artificial e sociedade: avanços e riscos. *Estudos Avançados*, v. 35, n. 101, p. 37-50, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2021.35101.004> . Acesso em: 27 de março de 2025.

SILVA, A. *et al.* Mapeamento do Conhecimento em Revisões de Escopo: um Guia para Pesquisadores e Acadêmicos de Enfermagem. *Texto & Contexto - Enfermagem*, v. 33, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1980-265X-TCE-2024-0074pt>. Acesso em: 31 de maio de 2025.

SINGH, S. *et al.* Meta-analysis of the performance of AI-driven ECG interpretation in the diagnosis of valvular heart diseases. *The American journal of cardiology*, v. 213, p. 126-131, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2023.12.015>. Acesso em: 03 de outubro de 2025.

SIONTIS, K. C. *et al.* Artificial intelligence-enhanced electrocardiography in cardiovascular disease management. *Nature Reviews Cardiology*, v. 18, n. 7, p. 465-478, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41569-020-00503-2>. Acesso em: 01 de outubro de 2025.

VERBRUGGE, F. H. *et al.* Detection of left atrial myopathy using artificial intelligence-enabled electrocardiography. *Circulation: Heart Failure*, v. 15, n. 1, p. e008176, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1161/CIRCHEARTFAILURE.120.008176>. Acesso em: 03 de outubro de 2025.

WEIL, E. L. *et al.* Artificial intelligence-enabled electrocardiogram for atrial fibrillation identifies cognitive decline risk and cerebral infarcts. In: *Mayo Clinic Proceedings*. Elsevier, 2022. p. 871-880. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2022.01.026>. Acesso em: 04 de outubro de 2025.

YIGIT, Y. *et al.* Evaluating GPT-4's role in critical patient management in emergency departments. *Plos one*, v. 20, n. 7, p. e0327584, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0327584>. Acesso em: 09 de outubro de 2025.

ZAVER, H. B. *et al.* Utility of an Artificial Intelligence Enabled Electrocardiogram for Risk Assessment in Liver Transplant Candidates. *Digestive diseases and sciences*, v. 68, n. 6, p. 2379-2388, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10620-023-07928-y>. Acesso em: 03 de outubro de 2025.

ZHANG, Y. *et al.* Robust Artificial Intelligence Tool for Atrial Fibrillation Diagnosis: Novel Development Approach Incorporating Both Atrial Electrograms and Surface ECG and Evaluation by Head-to-Head Comparison With Hospital-Based Physician ECG Readers. *Journal of the American Heart Association*, v. 13, n. 3, p. e032100, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1161/JAHA.123.032100>. Acesso em: 11 de outubro de 2025.