



## ***Revolucionando o Diagnóstico Cardíaco: A Eficácia da Inteligência Artificial na Interpretação de Eletrocardiogramas***

Raíssa Corrêa Torres<sup>1</sup>, Victor Gabriel Moreira Viana<sup>2</sup>, Larissa Albuquerque Oliveira<sup>3</sup>, Bárbara Souto Villela<sup>4</sup>, Régia Freitas<sup>5</sup>, Sâmia Quirino da Silva<sup>3</sup>, Luann Joviniano Chagas<sup>6</sup>, Júlia Silva Costa<sup>7</sup>, Matheus de Oliveira Perobelli<sup>8</sup>, Evelyn Odete Quintão Zacarias Siqueira<sup>7</sup>, Luciano Cortes Drubi<sup>9</sup>, Lucas do Couto Tonholo<sup>10</sup>

### **REVISÃO INTEGRATIVA**

#### **RESUMO**

A inteligência artificial (IA) tem revolucionado a cardiologia, especialmente através da integração com o eletrocardiograma (ECG). Este estudo visa avaliar a eficácia da IA na interpretação de ECGs para o diagnóstico de doenças cardíacas. A revisão bibliográfica narrativa abrange artigos publicados entre 2020 e 2024, focando em pesquisas que aplicam IA e aprendizado de máquina (ML) na análise de ECGs. Os resultados mostram que a IA pode transformar o ECG em uma ferramenta eficaz de triagem e predição, identificando padrões subclínicos muitas vezes imperceptíveis. Destacam a necessidade de alfabetização em IA/ML para a implementação clínica eficaz. Reforçam o potencial da IA em aprimorar o ECG, transformando-o em um biomarcador poderoso, e apontam que a análise assistida por IA pode superar as limitações dos métodos clássicos, ampliando a funcionalidade do ECG. Embora a IA no ECG apresente desafios relacionados à validação, privacidade dos dados e compreensão dos algoritmos, continua a prometer melhorias significativas na detecção precoce e intervenção preventiva em doenças cardíacas.

**Palavras-chave:** Inteligência Artificial; Eletrocardiograma; Diagnóstico Cardíaco.

# Revolutionizing Cardiac Diagnosis: The Effectiveness of Artificial Intelligence in Interpreting Electrocardiograms

## ABSTRACT

Artificial intelligence (AI) has been revolutionizing cardiology, particularly through its integration with electrocardiograms (ECGs). This study aims to evaluate the effectiveness of AI in interpreting ECGs for the diagnosis of heart diseases. The narrative literature review encompasses articles published between 2020 and 2024, focusing on research applying AI and machine learning (ML) to ECG analysis. The results show that AI can transform ECGs into an effective screening and prediction tool, identifying subclinical patterns that are often imperceptible. They highlight the need for AI/ML literacy for effective clinical implementation. They reinforce AI's potential to enhance ECGs, transforming them into a powerful biomarker, and note that AI-assisted analysis can overcome the limitations of classical methods, expanding ECG functionality. Although AI in ECG presents challenges related to validation, data privacy, and algorithm comprehension, it continues to promise significant improvements in the early detection and preventive intervention of heart diseases.

**Keywords:** Artificial Intelligence; Electrocardiogram; Cardiac Diagnosis.

### Instituição afiliada

Faculdade São Leopoldo Mandic (FSLMandic)  
Universidade Federal do Paraná (UFPR)  
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)  
Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)  
Universidade de Volta Redonda (UniFOA)  
Universidade Vila Velha (UVV)  
Afyá Faculdade de Ciências Médicas de Ipatinga  
Faculdade de Ciências Médicas e da Saúde de Juiz de Fora (SUPREMA)  
Centro Universitário de Belo Horizonte (UNIBH)  
Faculdade de Medicina de Barbacena (FAME/FUNJOBE)

**Dados da publicação:** Artigo recebido em 21 de Junho e publicado em 11 de Agosto de 2024.

DOI: <https://doi.org/10.36557/2674-8169.2024v6n8p-1588-1595>

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



## **INTRODUÇÃO**

Nos últimos anos, a inteligência artificial (IA) tem se destacado como uma ferramenta revolucionária na área médica, particularmente na cardiologia. A integração da IA com o eletrocardiograma (ECG), um método amplamente utilizado para monitorar a atividade elétrica do coração, tem mostrado potencial para melhorar significativamente a precisão e a eficiência dos diagnósticos cardíacos. Attia et al. (2021) destacam que a IA pode transformar o ECG em uma ferramenta de triagem e predição poderosa, capaz de identificar padrões subclínicos que podem passar despercebidos em análises tradicionais.

A aplicação de técnicas avançadas de aprendizagem profunda na eletrofisiologia cardíaca tem permitido a identificação de assinaturas específicas de doenças com uma precisão impressionante. Nagarajan et al. (2021) discutem como a combinação de IA com tecnologias de sensores e plataformas web tem facilitado a detecção de arritmias em larga escala, revolucionando o campo da eletrofisiologia e abrindo novas possibilidades para o diagnóstico precoce e a gestão de doenças cardíacas.

Estudos recentes também exploram a alfabetização e a compreensão dos métodos de IA e aprendizado de máquina (ML) como essenciais para pesquisadores e clínicos. Feeny et al. (2020) fornecem uma visão técnica dos principais termos e técnicas utilizadas em estudos de IA/ML, enfatizando como essas tecnologias estão mudando a prática clínica, especialmente na detecção e previsão de resultados de pacientes. Com esses avanços, a IA está posicionada para desempenhar um papel crucial na transformação da cardiologia, promovendo diagnósticos mais precisos e intervenções mais eficazes.

O objetivo deste estudo é avaliar a eficácia da IA na interpretação de ECG para o diagnóstico de doenças cardíacas. Através da análise de diversas pesquisas recentes, buscamos compreender como a IA pode melhorar a precisão diagnóstica, identificar padrões subclínicos e prever eventos cardíacos futuros.

## **METODOLOGIA**

Foi conduzida uma revisão bibliográfica narrativa de artigos científicos publicados entre 2020 e 2024. A seleção dos estudos focou em pesquisas que aplicam IA e aprendizado de máquina (ML) à análise de ECGs, especialmente aquelas que discutem a precisão diagnóstica, a identificação de padrões subclínicos e a predição de eventos cardíacos. A busca bibliográfica foi realizada no PubMed, utilizando termos como "inteligência artificial", "eletrocardiograma", "diagnóstico cardíaco", "aprendizado de máquina" e "algoritmos de IA". Critérios de inclusão englobaram artigos revisados por pares, disponíveis em texto completo e escritos em inglês ou português, que abordassem a aplicação prática da IA no ECG. Estudos duplicados, resumos e artigos de opinião foram excluídos. Os artigos selecionados foram analisados criticamente para extrair dados relevantes sobre a metodologia, resultados e conclusões dos autores. As informações foram sintetizadas para identificar tendências, benefícios, desafios e lacunas na pesquisa atual.

## **RESULTADOS**

Segundo Attia et al. (2021), a IA transforma o ECG, um teste cardíaco não invasivo e amplamente utilizado, em uma ferramenta de triagem e predição altamente eficaz. Através do aprendizado com grandes conjuntos de dados, a IA é capaz de detectar padrões subclínicos, muitas vezes imperceptíveis para o olho humano, como disfunção ventricular esquerda e fibrilação atrial episódica. Além disso, a capacidade da IA de identificar essas condições em indivíduos assintomáticos destaca seu potencial como uma ferramenta preventiva poderosa. Este avanço, no entanto, levanta desafios em relação à privacidade de dados e à necessidade de validação em ambientes clínicos reais.

Nagarajan et al. (2021) abordam como a utilização de técnicas avançadas de aprendizagem profunda na eletrofisiologia cardíaca tem permitido a identificação de assinaturas específicas de doenças com precisão impressionante. Os avanços na tecnologia de sensores e na disponibilidade de plataformas baseadas na web têm facilitado a detecção populacional de arritmias, como a fibrilação atrial, de maneiras inovadoras. Além disso, a criação de "corações virtuais" através de imagens cardíacas 3D e a simulação de arritmias cardíacas representam um avanço significativo, permitindo estudos personalizados e tratamentos mais precisos. O desenvolvimento de



terapias de ablação não invasivas e o uso de realidades estendidas prometem revolucionar o futuro da eletrofisiologia, ampliando ainda mais o impacto da IA neste campo.

Feeny et al. (2020) enfatizam a importância da alfabetização e compreensão dos métodos de IA e aprendizado de máquina (ML) para pesquisadores e clínicos. Eles destacam que a IA e o ML estão transformando a prática clínica, particularmente na detecção e diagnóstico de doenças cardíacas, previsão de resultados dos pacientes e nova caracterização de doenças. A aplicação de IA permite uma análise mais detalhada dos sinais de ECG, identificando anomalias que podem não ser detectadas por métodos tradicionais. No entanto, para que essa tecnologia seja amplamente adotada, é crucial abordar desafios relacionados à validação, adoção e implementação clínica. A integração bem-sucedida da IA na prática clínica pode promover diagnósticos mais precisos e intervenções mais eficazes, beneficiando um grande número de pacientes.

O estudo de Siontis et al. (2021) reforça a importância da IA no aprimoramento do ECG, transformando-o em um biomarcador poderoso e não invasivo. A capacidade das redes neurais convolucionais de aprendizagem profunda em detectar sinais e padrões em grandes conjuntos de ECGs digitais vinculados a dados clínicos ricos, permitiu o desenvolvimento de modelos de IA para detectar diversas condições cardíacas, como disfunção ventricular esquerda e fibrilação atrial silenciosa. Além disso, a fenotipagem de ECG baseada em IA continua a apresentar implicações significativas para a tomada de decisões clínicas em populações de risco, especialmente com a crescente disponibilidade de tecnologias de ECG móveis e vestíveis. No entanto, é essencial uma avaliação crítica das limitações e incógnitas para garantir a eficácia e segurança desses modelos em prática clínica.

A pesquisa de Haverkamp et al. (2022) destaca que a análise de ECG assistida por IA está se tornando uma ferramenta de triagem valiosa, superando as limitações dos métodos de diagnóstico clássicos e ampliando a funcionalidade do ECG. A detecção de doenças cardiológicas e não cardiológicas, bem como a previsão de eventos clínicos futuros, é possibilitada pela capacidade da IA de encontrar padrões subclínicos em conjuntos de dados gigantes. Apesar dos progressos significativos, muitos estudos ainda são considerados provas de conceito, e a validação clínica em outros cenários e coletivos



é necessária. Além disso, o caráter de "caixa preta" da IA, onde a forma como a solução é encontrada permanece oculta para os humanos, representa um desafio significativo para a aceitação e confiança nesta tecnologia.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estudos demonstram que a IA pode transformar o ECG em uma ferramenta poderosa para triagem e predição de condições cardíacas, identificando padrões subclínicos muitas vezes imperceptíveis para os humanos. No entanto, para a plena integração dessa tecnologia na prática clínica, é crucial enfrentar desafios como a validação em ambientes reais, a privacidade dos dados e a compreensão dos algoritmos. Com a pesquisa contínua e o desenvolvimento de tecnologias cada vez mais avançadas, a IA no ECG promete melhorar significativamente a detecção precoce e a intervenção preventiva em doenças cardíacas, democratizando o acesso a cuidados de saúde de alta qualidade.

## REFERÊNCIAS

ATTIA, Z. I.; HARMON, D. M.; BEHR, E. R.; FRIEDMAN, P. A. Application of artificial intelligence to the electrocardiogram. **Eur Heart J.**, v. 42, n. 46, p. 4717-4730, 2021.

NAGARAJAN, V. D.; LEE, S. L.; ROBERTUS, J. L.; NIENABER, C. A.; TRAYANOVA, N. A.; ERNST, S. Artificial intelligence in the diagnosis and management of arrhythmias. **Eur Heart J.**, v. 42, n. 38, p. 3904-3916, 2021.

FEENY, A. K.; CHUNG, M. K.; MADABHUSHI, A.; et al. Artificial Intelligence and Machine Learning in Arrhythmias and Cardiac Electrophysiology. **Circ Arrhythm Electrophysiol.**, v. 13, n. 8, p. e007952, 2020.

SIONTIS, K. C.; NOSEWORTHY, P. A.; ATTIA, Z. I.; FRIEDMAN, P. A. Artificial intelligence-enhanced electrocardiography in cardiovascular disease management. **Nat Rev Cardiol.**, v. 18, n. 7, p. 465-478, 2021.



HAVERKAMP, W.; STRODTHOFF, N.; ISRAEL, C. EKG-Diagnostik mit Hilfe künstlicher Intelligenz: aktueller Stand und zukünftige Perspektiven – Teil 2 : Aktuelle Studienlage und Ausblick. **Herzschrittmacherther Elektrophysiol.**, v. 33, n. 3, p. 305-311, 2022.

SAFDAR, M. F.; NOWAK, R. M.; PAŁKA, P. Pre-Processing techniques and artificial intelligence algorithms for electrocardiogram (ECG) signals analysis: A comprehensive review. **Comput Biol Med.**, v. 170, p. 107908, 2024.

MARTÍNEZ-SELLÉS, M.; MARINA-BREYSSE, M. Current and Future Use of Artificial Intelligence in Electrocardiography. **J Cardiovasc Dev Dis.**, v. 10, n. 4, p. 175, 2023.

KASHOU, A. H.; MAY, A. M.; NOSEWORTHY, P. A. Artificial Intelligence-Enabled ECG: a Modern Lens on an Old Technology. **Curr Cardiol Rep.**, v. 22, n. 8, p. 57., 2020.