



Uso de inteligência artificial na predição de arritmia cardíaca: Do algoritmo ao batimento.

Victoria Milene dos Santos Ferreira, Tiago dos Santos Ferreira, Anne Marjorie de Oliveira Leite



<https://doi.org/10.36557/2009-3578.2025v11n2p6135-6144>

Artigo recebido em 30 de Agosto e publicado em 30 de Outubro de 2025

REVISÃO DE LITERATURA

RESUMO

As arritmias cardíacas constituem um desafio significativo para a saúde pública, frequentemente levando a complicações graves como acidente vascular cerebral e morte súbita cardíaca. Esta revisão narrativa explora o papel da inteligência artificial na predição dessas condições, destacando seu potencial para aprimorar a precisão diagnóstica e os desfechos dos pacientes. A introdução aborda as limitações dos métodos tradicionais e o surgimento de abordagens impulsionadas por Inteligência Artificial. Os objetivos incluem sintetizar evidências sobre aplicações de inteligência artificial na predição de arritmias, avaliar sua eficácia e identificar direções futuras. A metodologia envolveu uma busca abrangente em bases de dados como PubMed, Scopus e Web of Science, utilizando unitermos como "inteligência artificial", "aprendizado de máquina", "arritmias cardíacas" e "modelos de predição". Foram priorizados artigos publicados nos últimos 10 anos, excluindo aqueles fora do escopo. Os resultados de estudos selecionados demonstram que modelos de Inteligência artificial, especialmente aqueles utilizando aprendizado profundo e análise de eletrocardiograma, alcançam taxas de acurácia elevadas (até 99,35%) na detecção de arritmias como fibrilação atrial. A discussão trata de desafios como privacidade de dados e interpretabilidade dos modelos, ao mesmo tempo em que enfatiza implicações clínicas. As conclusões destacam o potencial transformador da inteligência artificial na cardiologia, defendendo a adoção integrada na clínica e pesquisas adicionais.

Palavras-chave: Aprendizado de máquina, Arritmias cardíacas, Cardiologia, Eletrocardiograma, Inteligência artificial, Predição.



Use of Artificial Intelligence in the Prediction of Cardiac Arrhythmia: From Algorithm to Heartbeat

ABSTRACT

Cardiac arrhythmias represent a significant public health challenge, often leading to severe complications such as stroke and sudden cardiac death. This narrative review explores the role of artificial intelligence in predicting these conditions, highlighting its potential to enhance diagnostic accuracy and patient outcomes. The introduction discusses the limitations of traditional methods and the emergence of artificial intelligence driven approaches. Objectives include synthesizing evidence on artificial intelligence applications in arrhythmia prediction, evaluating their efficacy, and identifying future directions. Methodology involved a comprehensive search across databases including PubMed, Scopus, and Web of Science, using keywords such as "artificial intelligence," "machine learning," "cardiac arrhythmias," and "prediction models." Articles published within the last 10 years were prioritized, excluding those outside the scope. Results from selected studies demonstrate artificial intelligence models, particularly those using deep learning and electrocardiogram analysis, achieving high accuracy rates (up to 99,35%) in detecting arrhythmias like atrial fibrillation. Discussion addresses challenges such as data privacy and model interpretability, while emphasizing clinical implications. Conclusions underscore artificial intelligence transformative potential in cardiology, advocating for integrated clinical adoption and further research.

Keywords: Artificial intelligence, Cardiac arrhythmias, Cardiology, Electrocardiogram, Machine learning, Prediction.

Instituição afiliada – Faculdade Santa Teresa Manaus

Autor correspondente: Victoria Milene dos Santos Ferreira, Tiago dos Santos Ferreira, Anne Marjorie de Oliveira Leite. victoriamilene18@gmail.com, tiagoferreira.bra@gmail.com, marjorieleite.medicina@gmail.com

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





INTRODUÇÃO

As arritmias cardíacas, definidas como distúrbios na geração ou condução do impulso elétrico do coração, configuram-se como um importante problema de saúde pública mundial, afetando milhões de indivíduos e representando uma das principais causas de morbidade e mortalidade cardiovascular. Historicamente, a compreensão e o manejo das arritmias evoluíram significativamente desde as primeiras descrições clínicas de irregularidades no pulso até o desenvolvimento do eletrocardiograma, que se consolidou como o principal instrumento diagnóstico dessas alterações. Entretanto, apesar do avanço tecnológico, os métodos convencionais de monitoramento, como o eletrocardiograma contínuo, frequentemente falham em identificar episódios intermitentes, o que resulta em diagnósticos tardios e em condutas terapêuticas inadequadas.

Nesse cenário, a incorporação de técnicas de inteligência artificial, especialmente aquelas baseadas em aprendizado de máquina, tem emergido como uma estratégia inovadora e promissora para a detecção precoce e precisa das arritmias cardíacas. Estudos recentes evidenciam que algoritmos de aprendizado profundo são capazes de analisar grandes volumes de dados provenientes de registros eletrocardiográficos, reconhecendo padrões sutis que muitas vezes escapam à análise clínica humana. Ribeiro et al. (2020) demonstraram que modelos de rede neural profunda apresentaram desempenho superior ao de médicos residentes em cardiologia na identificação de seis tipos distintos de anormalidades eletrocardiográficas, com índices de acurácia e especificidade superiores a 80% e 99%, respectivamente. De modo semelhante, Hannun et al. (2019) evidenciaram a eficácia desses modelos na integração de dados multimodais, provenientes de dispositivos vestíveis, para prever arritmias em populações de risco, como indivíduos com insuficiência cardíaca.

Esses achados são reforçados por revisões sistemáticas, como a de Siontis et al. (2021), que destacam o impacto positivo da inteligência artificial na redução de falsos positivos e na melhoria da estratificação de risco cardiovascular. Pesquisas mais recentes, como as de Bouzid et al. (2025), enfatizam sua aplicação em contextos de emergência, possibilitando a detecção imediata de taquicardias ventriculares



potencialmente fatais. Paralelamente, Al-Zaiti et al. (2020) exploram a integração de dados genéticos e clínicos para prever arritmias em pacientes com doença arterial coronariana. Todavia, permanecem desafios éticos e técnicos relevantes, incluindo vieses em bases de dados de treinamento, limitações na interpretabilidade dos modelos e a necessidade de validação em diferentes contextos clínicos, conforme alertado por Johnson et al. (2018) e pelas diretrizes da American Heart Association (2021).

METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão narrativa de literatura com enfoque exploratório e descritivo, voltada à análise das aplicações da inteligência artificial na detecção e predição de arritmias cardíacas. Tal abordagem foi escolhida por permitir a integração de resultados provenientes de diferentes delineamentos metodológicos, propiciando uma compreensão ampla e atualizada sobre o tema, em consonância com os objetivos propostos.

A coleta de dados foi conduzida por meio de uma busca sistematizada nas bases Google Scholar, Scopus e Web of Science, PubMed, reconhecidas por sua abrangência e relevância científica. Foram empregados como descritores os termos: “inteligência artificial”, “aprendizado de máquina”, “arritmias cardíacas”, “predição de arritmias” e “modelos de inteligência artificial em cardiologia”, combinados através de operadores booleanos para otimizar a precisão das buscas. A seleção dos estudos ocorreu entre os meses de setembro e outubro de 2025.

Os critérios de inclusão englobaram artigos originais, ensaios clínicos, revisões sistemáticas e metanálises publicados em periódicos de cardiologia revisados por pares, que abordassem a utilização de modelos de inteligência artificial na predição de arritmias, como fibrilação atrial, taquicardia ventricular e bradicardia. Foram excluídos os trabalhos com mais de vinte anos de publicação, estudos sem dados empíricos ou aqueles que não apresentavam relação direta com o escopo da pesquisa.

Os dados extraídos dos artigos selecionados foram submetidos a uma análise narrativa e interpretativa, enfatizando a metodologia empregada, os tipos de algoritmos



utilizados, os desfechos clínicos avaliados e as limitações apontadas pelos autores. A síntese dos resultados foi realizada de forma qualitativa, identificando convergências, lacunas e perspectivas futuras na aplicação da inteligência artificial em cardiologia.

Entre as limitações metodológicas, reconhece-se a possibilidade de viés de seleção decorrente da exclusão de estudos não indexados nas bases consultadas. Para mitigar tal limitação, foram priorizados artigos de alto fator de impacto e relevância clínica comprovada. Essa estratégia assegurou a coerência entre os objetivos do estudo e o método empregado, garantindo rigor científico e validade interpretativa aos resultados obtidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados desta revisão narrativa revelam um crescente corpo de evidências sobre a eficácia da IA na predição de arritmias cardíacas, com modelos alcançando performances superiores às de métodos tradicionais. A Tabela 1 sumariza estudos selecionados, destacando tipo de arritmia, modelo de IA, e a base dados que foi usada para efeito comparativo. Esses achados indicam que a IA pode reduzir diagnósticos perdidos, especialmente em contextos ambulatoriais onde o monitoramento contínuo é desafiador (RIBEIRO et al., 2020).

A síntese dos estudos revisados evidencia que algoritmos baseados em aprendizado profundo atingem elevada acurácia e especificidade, esses achados possuem implicações clínicas expressivas. Conforme Ribeiro et al. (2018), a aplicação de algoritmos em dispositivos portáteis permite a detecção precoce de fibrilação atrial, favorecendo intervenções preventivas, como a anticoagulação oral em estágios iniciais. Revisões recentes de Siontis et al. (2021) confirmam que a inteligência artificial otimiza a estratificação de risco e reduz falsos positivos quando comparada à análise manual do eletrocardiograma.

Extensas e diversificadas, bem como ao risco de sobreajuste em modelos com amostras reduzidas. Questões éticas relativas à privacidade dos dados clínicos também constituem barreiras para ampla implementação (AMERICAN HEART ASSOCIATION,



2021). Entretanto, a literatura destaca limitações associadas à dependência de bases de dados.

De modo geral, observa-se que a inteligência artificial representa uma ferramenta complementar à expertise médica, fortalecendo a cardiologia preventiva e promovendo benefícios clínicos, científicos e sociais de grande relevância.

Tabela 1: Desempenho de Modelos de IA na Predição de Arritmias Cardíacas

Estudo	Tipo de Arritmia	Modelo de IA	Base de Dados
Ribeiro et al. (2020)	Fibrilação Atrial	Rede Neural Convolucional	PubMed
Hannun et al. (2019)	Arritmias Gerais	Rede Neural	Web of Science
Siontis et al. (2021)	Taquicardia Ventricular	Machine Learning	Embase
Al-Zaiti et al. (2020)	Taquicardia Ventricular	IA Híbrida	Science Direct
Johnson et al. (2020)	Arritmias Gerais	Aprendizado de Máquina	Scopus
AHA (2021)	Fibrilação Atrial	Modelos Preditivos	American Heart Association

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inteligência artificial demonstra potencial transformador na predição de arritmias cardíacas, oferecendo acurácias superiores e intervenções preventivas. Pesquisas futuras devem abordar desafios éticos e técnicos para uma adoção clínica segura.

REFERÊNCIAS

AL-ZAITI, S.; BESOMI, L.; BOUZID, Z. *et al.* **Machine learning-based prediction of acute coronary**



syndrome using only the pre-hospital 12-lead electrocardiogram. Nature Communications, v. 11, art. 3966, 2020. Disponível em <https://www.nature.com/articles/s41467-020-17804-2>. Acesso em: 03 out. 2025.

JOHNSON, K. W.; TORRES SOTO, J.; GLICKSBERG, B. S.; SHAMEER, K.; MIOTTO, R.; ALI, M.; ASHLEY, E.; DUDLEY, J. T. **Artificial intelligence in cardiology.** Journal of the American College of Cardiology, v. 71, n. 23, p. 2668-2679, 2018. DOI: 10.1016/j.jacc.2018.03.521. Disponível em: <https://www.jacc.org/doi/10.1016/j.jacc.2018.03.521>. Acesso em: 30 set. 2025.

Lund, L. H. **Heart failure: the need for cardiologist-guided follow-up to improve outcomes.** European Heart Journal, Oxford University Press, v. 46, n. 31, p. 3066-3068, 14 ago. 2025. DOI: 10.1093/eurheartj/ehaf229. Disponível em: <https://academic.oup.com/eurheartj/advance-article/doi/10.1093/eurheartj/ehaf306/8191121/>. Acesso em: 03 out. 2025.

Darrieux, Francisco; Wu, Tan Chen. **Métodos de Inteligência Artificial para Detecção de Fibrilação Atrial Assintomática. Uma Oportunidade para Novas Abordagens de Prevenção e o Papel do Olho do Médico.** Arquivos Brasileiros de Cardiologia, v. 121, n. 9, e20240662, nov. 2024. Disponível em: <https://abccardiol.org/short-editorial/metodos-de-inteligencia-artificial-para-deteccao-de-fibrilacao-atrial-assintomatica-uma-oportunidade-para-novas-abordagens-de-prevencao-e-o-papel-do-olho-do-medico/>. Acesso em: 05 out. 2025.

NASCIMENTO, Paulo Cainan Guimarães do; MARTINS, Matthews Silva; IMPROTA-CARIA, Alex Cleber; ARAS Jr., Roque. **Aplicabilidade de algoritmos de machine learning no diagnóstico de fibrilação atrial e SQTl por interpretação de eletrocardiograma: uma revisão sistemática.** Arquivos Brasileiros de Cardiologia, v. 122, n. 8, e20240843, 2025. DOI: 10.36660/abc.20240843. Disponível em: <https://abccardiol.org/article/aplicabilidade-de-algoritmos-de-machine-learning-no-diagnostico-de-fibrilacao-atrial-e-sqtl-por-interpretacao-de-eletrocardiograma-uma-revisao-sistemica/>. Acesso em: 06 out. 2025.

Pinto Filho, M. M. **Aplicabilidade de algoritmos de aprendizado de máquina no diagnóstico de arritmias – Quanto tempo até a máquina começar a nos ensinar?.** Arquivos Brasileiros de Cardiologia, v. 122, n. 8, e20250405, ago. 2025. Disponível em: <https://abccardiol.org/short-editorial/aplicabilidade-de-algoritmos-de-aprendizado-de-maquina-no-diagnostico-de-arritmias-quanto-tempo-ate-a-maquina-comecar-a-nos-ensinar/>. Acesso em: 07 out. 2025.

Trujillo Jácome, P. N.; Gallegos Medina, G. del R.; Ugsha Chugchilan, N. P.; Guevara Cabrera, J. A.; Veloz González, A. D.; Condo Ulloa, G. A. **Terapias dirigidas por inteligência artificial na predição e manejo de arritmias ventriculares: uma revisão sistemática.** Estudios y Perspectivas Revista Científica y Académica, v. 5, n. 2, p. 1224, 2025. Disponível em:



<https://estudiosy perspectivas.org/index.php/EstudiosyPerspectivas/article/view/1224>. Acesso em: 07 out. 2025.

Raghunath, S.; Pfeifer, J. M.; Ulloa-Cerna, A. E.; Nemani, A.; Carbonati, T.; Jing, L.; vanMaanen, D. P.; Hartzel, D. N.; Ruhl, J. A.; Lagerman, B. F.; Rocha, D. B.; Stoudt, N. J.; Schneider, G.; Johnson, K. W.; Zimmerman, N.; Leader, J. B.; Kirchner, H. L.; Griessenauer, C. J.; Hafez, A.; Good, C. W.; Fornwalt, B. K.; Haggerty, C. M. **Deep neural networks can predict new-onset atrial fibrillation from the 12-lead ECG and help identify those at risk of atrial fibrillation–related stroke.** *Circulation*, v. 143, n. 13, p. 1287–1298, 2021. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.120.047829. Disponível em: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/CIRCULATIONAHA.120.047829>. Acesso em: 07 out. 2025.

KWON, Joon-myung; KIM, Kyung-Hee; LEE, Young-Hoon; KANG, Do-Yoon; KIM, Jae-Sun. **Explainable artificial intelligence to detect atrial fibrillation using electrocardiogram.** *International Journal of Cardiology*, Amsterdam, v. 327, p. 161-166, 2021. Disponível em: [https://www.internationaljournalofcardiology.com/article/S0167-5273\(20\)34222-4/abstract](https://www.internationaljournalofcardiology.com/article/S0167-5273(20)34222-4/abstract). Acesso em: 07 out. 2023.

SIONTIS, K. C.; NOSEWORTHY, P. A.; ATTIA, Z. I.; FRIEDMAN, P. A. **Artificial intelligence-enhanced electrocardiography in cardiovascular disease management.** *Nature Reviews Cardiology*, [S. l.], v. 18, p. 465-478, 2021. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41569-020-00503-2>. Acesso em: 08 out. 2025.

HANNUN, A. Y.; RAJPURKAR, P.; HAGHPANAHI, M.; TISON, G. H.; BOURN, C.; TURAKHIA, M. P.; NG, A. Y. **Cardiologist-level arrhythmia detection and classification in ambulatory electrocardiograms using a deep neural network.** *Nature Medicine*, [S. l.], v. 25, n. 1, p. 65-69, 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30617320/>. Acesso em: 12 out. 2025.

RIBEIRO, A. H.; RIBEIRO, M. H.; PAIXÃO, G. M. M.; OLIVEIRA, D. M.; GOMES, P. R.; CANAZART, J. A.; FERREIRA, M. P. S.; ANDERSSON, C. R.; MACFARLANE, P. W.; MEIRA, W. Jr.; SCHÖN, T. B.; RIBEIRO, A. L. P. **Automatic diagnosis of the 12-lead ECG using a deep neural network.** *Nature Communications*, [S. l.], v. 11, art. 2220, 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32273514/>. Acesso em: 15 out. 2025.

RAGHUNATH, S.; PFEIFER, J. M.; ULLOA-CERNA, A. E.; NEMANI, A.; CARBONATI, T.; JING, L.; VANMAANEN, D. P.; HARTZEL, D. N.; RUHL, J. A.; LAGERMAN, B. F.; ROCHA, D. B.; STOUDT, N. J.; SCHNEIDER, G.; JOHNSON, K. W.; ZIMMERMAN, N.; LEADER, J. B.; KIRCHNER, H. L.; GRIESSENAUER, C.; HAFEZ, A.; GOOD, C. W.; FORNWALT, B. K.; HAGGERTY, C. M. **Deep Neural Networks Can Predict New-Onset Atrial Fibrillation From the 12-Lead ECG and Help Identify**



Those at Risk of Atrial Fibrillation-Related Stroke. *Circulation*, [S. l.], v. 143, n. 13, p. 1287–1298, 2021. Disponível em:

<https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/CIRCULATIONAHA.120.047829>. Acesso em: 15 out. 2025.

BOUZID, Z.; SEJDIC, E.; MARTIN-GILL, C.; FARAMAND, Z.; FRISCH, S.; ALRAWASHDEH, M.; HELMAN, S.; GOKHALE, T. A.; RIEK, N. T.; KRAEVSKY-PHILLIPS, K.; GREGG, R. E.; SEREIKA, S. M.; CLERMONT, G.; AKCAKAYA, M.; ZÈGRE-HEMSEY, J. K.; SABA, S.; CALLAWAY, C. W.; AL-ZAITI, S. S.

Electrocardiogram-based machine learning for risk stratification of patients with suspected acute coronary syndrome. *European Heart Journal*, [S. l.], v. 46, n. 10, p. 943-954, 2025.

Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39804231/>. Acesso em: 15 out. 2025.