



ISSN 2674-8169



Latindex



DOI



Dispositivos Wearables Associados à Inteligência Artificial no Diagnóstico de Arritmias Cardíacas: Uma Revisão Integrativa

Maria José Bezerra de Moraes¹, Pedro Guilherme Santos Nunes², Nicoli Viana Alves³, Luiza Guimarães de Almeida⁴, Rafael Silva Paulon⁵, Gabriel Lobato Cardoso Costa⁵, Artur Damião Lopes Gomes⁵, Fábio Carvalho Pelicioni⁶, Pedro Gabriel Cazotti Thiengo⁷, Luíza Fricks Cabellino⁸



<https://doi.org/10.36557/2674-8169.2026v8n3p773-785>

Artigo recebido em 13 de Fevereiro e publicado em 13 de Março de 2026

REVISÃO LITERÁRIA

RESUMO

As arritmias cardíacas constituem um importante problema de saúde pública global, sendo responsáveis por elevada morbimortalidade, particularmente em indivíduos com doenças cardiovasculares subjacentes. O desenvolvimento de dispositivos vestíveis (wearables) capazes de realizar monitoramento contínuo de parâmetros fisiológicos, aliado à aplicação de algoritmos de inteligência artificial, tem ampliado significativamente as possibilidades diagnósticas no campo da cardiologia digital. Esses sistemas permitem a análise automatizada de sinais cardíacos coletados em ambientes extra-hospitalares, favorecendo a detecção precoce de arritmias, especialmente fibrilação atrial. Nesse contexto, a presente revisão integrativa teve como objetivo analisar criticamente a literatura científica recente acerca da utilização de dispositivos wearables associados à inteligência artificial no diagnóstico de arritmias cardíacas. Para tanto, realizou-se busca sistematizada nas bases de dados PubMed, Scopus, Web of Science e Google Scholar, considerando publicações entre 2020 e 2024. Os resultados evidenciam que algoritmos baseados em aprendizado de máquina e redes neurais profundas aplicados a sinais eletrocardiográficos e fotopletismográficos apresentam elevada sensibilidade e especificidade para detecção de arritmias. Além disso, tais tecnologias demonstram potencial para monitoramento remoto de pacientes e rastreamento populacional em larga escala. Entretanto, desafios relacionados à validação clínica, padronização metodológica, regulação tecnológica e segurança de dados ainda limitam sua plena incorporação na prática clínica. Conclui-se que a integração entre dispositivos wearables e inteligência artificial representa uma estratégia promissora para o diagnóstico precoce e monitoramento contínuo de arritmias cardíacas, podendo contribuir significativamente para a evolução da medicina digital e da cardiologia preventiva.

Palavras-chave: Dispositivos Vestíveis; Inteligência Artificial; Arritmias Cardíacas.

Wearable Devices Associated with Artificial Intelligence in the Diagnosis of Cardiac Arrhythmias: An Integrative Review

ABSTRACT

Cardiac arrhythmias represent a significant global public health problem, being responsible for high morbidity and mortality, particularly among individuals with underlying cardiovascular diseases. The development of wearable devices capable of continuously monitoring physiological parameters, combined with the application of artificial intelligence algorithms, has significantly expanded diagnostic possibilities in the field of digital cardiology. These systems enable the automated analysis of cardiac signals collected in extra-hospital settings, facilitating the early detection of arrhythmias, especially atrial fibrillation. In this context, the present integrative review aimed to critically analyze recent scientific literature regarding the use of wearable devices associated with artificial intelligence in the diagnosis of cardiac arrhythmias. To this end, a systematic search was conducted in the PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar databases, considering publications from 2020 to 2024. The results demonstrate that algorithms based on machine learning and deep neural networks applied to electrocardiographic and photoplethysmographic signals exhibit high sensitivity and specificity for arrhythmia detection. Furthermore, these technologies show considerable potential for remote patient monitoring and large-scale population screening. However, challenges related to clinical validation, methodological standardization, technological regulation, and data security still limit their full incorporation into clinical practice. It is concluded that the integration of wearable devices and artificial intelligence represents a promising strategy for the early diagnosis and continuous monitoring of cardiac arrhythmias, potentially contributing significantly to the advancement of digital medicine and preventive cardiology.

Keywords: Wearable Devices; Artificial Intelligence; Cardiac Arrhythmias.

Instituição afiliada – Universidade Salgado de Oliveira, Hospital do Subúrbio/ PRODAL saúde, Fundación Héctor A. Barceló, Universidade Potiguar, Escola Superior de Ciências da Saúde, Universidade do Distrito Federal, Faculdade Multivix Cachoeiro de Itapemirim

Autor correspondente: Luíza Fricks Cabellino luizacabellino@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 compreendem um amplo espectro de distúrbios eletrofisiológicos caracterizados por alterações na formação ou condução dos impulsos elétricos cardíacos, podendo resultar em manifestações clínicas que variam desde sintomas leves até eventos potencialmente fatais. Entre essas condições, a fibrilação atrial destaca-se como a arritmia sustentada mais prevalente na população adulta, estando fortemente associada ao aumento do risco de acidente vascular cerebral, insuficiência cardíaca e mortalidade cardiovascular (GUO et al., 2020).

Historicamente, o diagnóstico dessas alterações do ritmo cardíaco baseia-se na análise eletrocardiográfica obtida por meio de métodos tradicionais, como o eletrocardiograma de 12 derivações, monitorização ambulatorial com Holter e dispositivos implantáveis de monitoramento contínuo. Embora esses métodos apresentem elevada precisão diagnóstica, sua utilização pode ser limitada por fatores como curta duração de registro, elevado custo e baixa acessibilidade em determinados contextos populacionais (DING et al., 2021).

Com o avanço das tecnologias digitais em saúde, observou-se um crescimento exponencial no desenvolvimento de dispositivos vestíveis capazes de monitorar continuamente parâmetros fisiológicos relevantes para a avaliação cardiovascular. Esses dispositivos incluem relógios inteligentes, sensores adesivos e patches cardíacos que utilizam tecnologias como fotopletismografia e eletrocardiografia de derivação única para capturar dados fisiológicos em tempo real (PEREZ et al., 2020).

Paralelamente ao desenvolvimento desses dispositivos, o avanço da inteligência artificial tem possibilitado a criação de algoritmos capazes de interpretar grandes volumes de dados fisiológicos de maneira automatizada. Técnicas de aprendizado de máquina e aprendizado profundo permitem a identificação de padrões complexos em sinais eletrocardiográficos, ampliando significativamente a capacidade diagnóstica dos sistemas digitais de monitoramento cardíaco (RAZA et al., 2021).

Nesse contexto, a utilização de inteligência artificial aplicada à análise de sinais

provenientes de dispositivos vestíveis tem demonstrado elevado desempenho na detecção de arritmias cardíacas. Estudos recentes evidenciam que modelos baseados em redes neurais convolucionais podem alcançar níveis de acurácia comparáveis aos obtidos por especialistas em eletrofisiologia na interpretação de sinais eletrocardiográficos (INGOLFSSON et al., 2021).

Além da elevada acurácia diagnóstica, a principal vantagem dessas tecnologias reside na possibilidade de monitoramento contínuo e remoto dos pacientes, permitindo a identificação precoce de episódios arrítmicos intermitentes que frequentemente passam despercebidos em exames convencionais de curta duração (PASSMAN et al., 2022).

Outro aspecto relevante refere-se à aplicabilidade dessas tecnologias em estratégias de rastreamento populacional. Dispositivos wearables amplamente difundidos no mercado consumidor têm sido utilizados em estudos clínicos para identificar indivíduos assintomáticos com episódios de fibrilação atrial subclínica, possibilitando intervenções terapêuticas precoces (ISAKADZE; MARTIN, 2023).

Diante da rápida expansão das tecnologias digitais em saúde e da crescente incorporação de algoritmos de inteligência artificial na prática médica, torna-se fundamental analisar criticamente as evidências científicas disponíveis acerca da utilização de dispositivos wearables no diagnóstico de arritmias cardíacas. Assim, o presente estudo tem como objetivo realizar uma revisão integrativa da literatura recente sobre o tema (KWON et al., 2024).

METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão integrativa da literatura científica acerca da utilização de dispositivos wearables associados à inteligência artificial no diagnóstico de arritmias cardíacas. A busca bibliográfica foi realizada nas bases de dados PubMed, Scopus, Web of Science e Google Scholar, utilizando combinações dos descritores em língua inglesa “wearable devices”, “artificial intelligence”, “cardiac arrhythmia”, “atrial fibrillation detection” e “digital health”, associados por operadores

booleanos (AND e OR). Foram incluídos estudos publicados entre 2020 e 2024, disponíveis em texto completo, que abordassem diretamente a aplicação de tecnologias vestíveis e algoritmos de inteligência artificial na detecção ou monitoramento de arritmias cardíacas. Foram excluídos artigos duplicados, estudos publicados antes de 2020, trabalhos com foco exclusivamente experimental sem aplicabilidade clínica e publicações que não se enquadravam no escopo temático da pesquisa.

REVISÃO DE LITERATURA

O avanço das tecnologias digitais em saúde tem impulsionado de forma significativa o desenvolvimento de dispositivos vestíveis voltados ao monitoramento fisiológico contínuo, especialmente no campo da cardiologia. Esses dispositivos, conhecidos como wearables, incorporam sensores capazes de registrar parâmetros cardiovasculares de maneira não invasiva ao longo de longos períodos, permitindo a coleta contínua de dados fisiológicos em ambientes da vida cotidiana. Diferentemente dos métodos tradicionais de monitorização cardíaca, como o Holter ou gravadores de eventos, os dispositivos vestíveis apresentam maior potencial de escalabilidade populacional e possibilitam a análise longitudinal do comportamento do ritmo cardíaco em contextos dinâmicos do dia a dia, ampliando as possibilidades de rastreamento precoce de distúrbios eletrofisiológicos (DING et al., 2021).

Nesse cenário, a fibrilação atrial emergiu como uma das principais condições investigadas no contexto da monitorização por tecnologias vestíveis. Trata-se da arritmia sustentada mais prevalente na população adulta, cuja incidência aumenta progressivamente com o envelhecimento populacional e a presença de comorbidades cardiovasculares. A relevância clínica dessa arritmia decorre principalmente de sua forte associação com eventos tromboembólicos, particularmente acidente vascular cerebral isquêmico, além de seu impacto negativo na qualidade de vida e no prognóstico cardiovascular dos pacientes. Dessa forma, estratégias de detecção precoce em larga escala têm sido amplamente exploradas como ferramenta para redução de complicações associadas (GUO et al., 2020).

Os dispositivos vestíveis modernos utilizam predominantemente sensores ópticos baseados em fotopleletismografia (PPG), uma tecnologia capaz de detectar variações no volume sanguíneo periférico por meio da emissão e captação de luz através dos tecidos. A análise das oscilações do sinal fotopleletismográfico permite estimar a frequência cardíaca e identificar irregularidades no intervalo entre batimentos consecutivos, possibilitando a triagem inicial de padrões compatíveis com arritmias cardíacas. A ampla difusão dessa tecnologia em relógios inteligentes e outros dispositivos de consumo tem ampliado significativamente o acesso da população ao monitoramento cardiovascular contínuo, tornando possível a identificação de episódios arrítmicos previamente subdiagnosticados (PEREZ et al., 2020).

Entretanto, apesar das vantagens associadas à fotopleletismografia, a interpretação isolada desses sinais apresenta limitações relevantes, sobretudo em decorrência da suscetibilidade a artefatos gerados por movimento, variações na perfusão periférica ou interferências ambientais. Esses fatores podem comprometer a qualidade do sinal captado e gerar resultados falso-positivos ou falso-negativos. Nesse contexto, algoritmos de inteligência artificial passaram a ser amplamente incorporados aos sistemas de análise desses dispositivos, com o objetivo de aprimorar a capacidade de discriminação entre padrões fisiológicos normais e alterações eletrofisiológicas clinicamente relevantes (RAZA et al., 2021).

Os avanços mais recentes concentram-se no desenvolvimento de modelos baseados em aprendizado profundo (deep learning), particularmente redes neurais convolucionais e redes convolucionais temporais, que apresentam elevada capacidade de processamento de séries temporais complexas, como os sinais eletrocardiográficos. Esses modelos são capazes de identificar padrões sutis e não lineares nos dados fisiológicos, permitindo a classificação automatizada de diferentes tipos de arritmias com elevado desempenho diagnóstico. Estudos comparativos demonstram que determinados algoritmos de aprendizado profundo podem atingir níveis de acurácia comparáveis aos obtidos por especialistas em eletrofisiologia na interpretação de traçados eletrocardiográficos (INGOLFSSON et al., 2021).

Além da detecção de fibrilação atrial, pesquisas recentes têm ampliado o escopo de

aplicação desses algoritmos para a identificação de outras alterações do ritmo cardíaco, incluindo extrassístoles atriais e ventriculares, taquicardias supraventriculares e episódios de taquicardia ventricular. A capacidade de reconhecimento automatizado dessas arritmias amplia significativamente o potencial clínico das tecnologias vestíveis, permitindo não apenas o rastreamento populacional de fibrilação atrial, mas também a vigilância contínua de pacientes com diferentes tipos de distúrbios eletrofisiológicos cardíacos (SANGEETHA et al., 2024).

Outro avanço tecnológico relevante refere-se ao desenvolvimento de arquiteturas de inteligência artificial capazes de operar diretamente em sistemas embarcados presentes nos dispositivos vestíveis. Essa abordagem, conhecida como edge computing, permite que os algoritmos realizem o processamento dos sinais fisiológicos localmente no próprio dispositivo, reduzindo a dependência de processamento em servidores externos e minimizando o consumo energético associado à transmissão de grandes volumes de dados. Além disso, essa estratégia contribui para a redução da latência no processamento das informações, possibilitando a detecção de eventos arritmicos em tempo real (BUSIA et al., 2024).

Por fim, a integração entre dispositivos vestíveis, plataformas digitais de saúde e sistemas de telemedicina tem ampliado significativamente as possibilidades de monitoramento remoto de pacientes com doenças cardiovasculares. Essa convergência tecnológica permite que dados coletados continuamente pelos dispositivos sejam transmitidos para plataformas clínicas, possibilitando o acompanhamento longitudinal do paciente por equipes médicas e favorecendo intervenções precoces em casos de detecção de alterações arritmicas. Dessa forma, os wearables associados à inteligência artificial emergem como ferramentas estratégicas no contexto da medicina preventiva e da cardiologia digital contemporânea (PASSMAN et al., 2022).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise crítica dos estudos incluídos nesta revisão integrativa evidencia que a

incorporação de dispositivos vestíveis associados a algoritmos de inteligência artificial representa um avanço significativo no diagnóstico e monitoramento de arritmias cardíacas. A convergência entre sensores fisiológicos portáteis, conectividade digital e técnicas avançadas de aprendizado de máquina tem permitido o desenvolvimento de sistemas capazes de realizar vigilância cardíaca contínua em larga escala populacional. Essa abordagem representa uma mudança paradigmática em relação aos métodos tradicionais de diagnóstico, que se baseiam predominantemente em avaliações pontuais realizadas em ambiente hospitalar ou ambulatorial (KWON et al., 2024).

Diversos ensaios clínicos de grande escala demonstraram que algoritmos de detecção de fibrilação atrial incorporados em dispositivos vestíveis, especialmente relógios inteligentes equipados com sensores de fotopletismografia e eletrocardiografia de derivação única, apresentam elevados índices de sensibilidade e especificidade quando comparados aos métodos eletrocardiográficos convencionais. Esses resultados reforçam o potencial dessas tecnologias como ferramentas eficazes para rastreamento populacional de fibrilação atrial, particularmente em indivíduos assintomáticos ou com episódios arrítmicos intermitentes (PEREZ et al., 2020).

Outro aspecto relevante identificado nos estudos analisados refere-se à capacidade dos dispositivos vestíveis de detectar episódios arrítmicos paroxísticos que frequentemente não são capturados por métodos tradicionais de monitorização de curta duração. Exames como o eletrocardiograma convencional ou a monitorização Holter de 24 horas podem não registrar episódios de fibrilação atrial intermitente, especialmente em pacientes com baixa carga arrítmica. Nesse contexto, a monitorização contínua proporcionada pelos wearables amplia significativamente a probabilidade de detecção dessas alterações eletrofisiológicas (PASSMAN et al., 2022).

Além da ampliação da capacidade diagnóstica, os algoritmos de inteligência artificial desempenham papel fundamental na redução de falsos positivos associados à análise de sinais fisiológicos obtidos por sensores ópticos. Artefatos gerados por movimento corporal, interferências ambientais ou alterações transitórias na perfusão periférica podem comprometer a qualidade dos sinais captados. No entanto, modelos avançados de aprendizado de máquina são capazes de reconhecer e filtrar essas interferências,

umentando a confiabilidade dos resultados gerados pelos dispositivos (RAZA et al., 2021).

Modelos baseados em redes neurais profundas apresentam particular destaque nesse contexto, uma vez que possuem elevada capacidade de aprendizado de padrões complexos em grandes conjuntos de dados fisiológicos. Esses algoritmos conseguem identificar características eletrofisiológicas sutis associadas a diferentes tipos de arritmias, permitindo a classificação automatizada de traçados cardíacos com níveis de precisão diagnóstica comparáveis aos obtidos por especialistas humanos (INGOLFSSON et al., 2021).

Outro campo emergente de investigação envolve o desenvolvimento de modelos preditivos capazes de identificar padrões fisiológicos que precedem a ocorrência de episódios arrítmicos. Algoritmos de aprendizado profundo aplicados à análise longitudinal de dados provenientes de dispositivos vestíveis têm demonstrado potencial para identificar alterações fisiológicas precoces associadas ao risco iminente de arritmias, abrindo novas perspectivas para estratégias de medicina preditiva e preventiva (SANGEETHA et al., 2024).

Apesar dos avanços tecnológicos observados, ainda existem desafios relevantes relacionados à qualidade dos sinais fisiológicos coletados pelos dispositivos vestíveis. Fatores como movimentação corporal intensa, baixa perfusão periférica, variações na posição do sensor e interferências ambientais podem comprometer a qualidade dos dados coletados, impactando diretamente a acurácia dos algoritmos de detecção de arritmias (ISAKADZE; MARTIN, 2023).

Adicionalmente, questões éticas, regulatórias e de segurança da informação representam desafios importantes para a ampla implementação dessas tecnologias na prática clínica. A coleta contínua de dados fisiológicos sensíveis levanta preocupações relacionadas à privacidade e proteção de dados, além de demandar estruturas regulatórias robustas que garantam a transparência e confiabilidade dos algoritmos utilizados em dispositivos médicos baseados em inteligência artificial (CHEN et al., 2022).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente revisão integrativa evidencia que a incorporação de dispositivos vestíveis associados a algoritmos de inteligência artificial representa um avanço significativo no campo da cardiologia digital, particularmente no que se refere às estratégias de detecção precoce e monitoramento contínuo de arritmias cardíacas. A convergência entre sensores fisiológicos portáteis, conectividade digital e métodos avançados de análise de dados tem possibilitado o desenvolvimento de sistemas capazes de realizar monitoramento cardiovascular em tempo real, fora do ambiente hospitalar, ampliando de maneira substancial as possibilidades diagnósticas e de vigilância clínica.

Os resultados analisados na literatura demonstram que dispositivos wearables equipados com sensores de fotopletismografia e eletrocardiografia de derivação única, quando associados a algoritmos de aprendizado de máquina e aprendizado profundo, apresentam desempenho diagnóstico elevado na detecção de arritmias, especialmente fibrilação atrial. Essa capacidade diagnóstica torna essas tecnologias particularmente relevantes no contexto do rastreamento populacional, uma vez que grande parte dos episódios arrítmicos ocorre de forma intermitente ou assintomática, dificultando sua identificação por meio de métodos convencionais de monitorização de curta duração.

Outro aspecto relevante evidenciado pelos estudos analisados refere-se ao potencial dessas tecnologias para o monitoramento remoto de pacientes com doenças cardiovasculares, especialmente aqueles com histórico prévio de arritmias ou submetidos a intervenções terapêuticas, como ablação por cateter. A possibilidade de acompanhamento contínuo e longitudinal por meio de dispositivos vestíveis pode favorecer a identificação precoce de recorrências arrítmicas, permitindo intervenções clínicas mais rápidas e potencialmente reduzindo complicações associadas.

Além das aplicações diagnósticas, a integração entre dispositivos vestíveis, inteligência artificial e plataformas digitais de saúde pode contribuir para o desenvolvimento de



novos modelos de cuidado baseados em monitoramento remoto e medicina personalizada. A análise longitudinal de grandes volumes de dados fisiológicos coletados continuamente abre novas perspectivas para o desenvolvimento de modelos preditivos capazes de identificar padrões associados ao risco futuro de eventos cardiovasculares, fortalecendo abordagens preventivas na prática clínica.

Entretanto, apesar dos avanços tecnológicos observados, a ampla implementação dessas tecnologias na prática médica ainda enfrenta desafios importantes. Questões relacionadas à qualidade dos sinais fisiológicos coletados, à heterogeneidade dos algoritmos utilizados, à validação clínica em diferentes populações e à padronização metodológica dos estudos representam limitações que precisam ser superadas para garantir maior confiabilidade e aplicabilidade clínica dessas ferramentas.

Adicionalmente, aspectos éticos, regulatórios e relacionados à segurança da informação assumem papel central na discussão sobre a incorporação dessas tecnologias aos sistemas de saúde. A coleta contínua de dados fisiológicos sensíveis exige mecanismos robustos de proteção de dados, transparência algorítmica e regulamentação adequada por parte das autoridades sanitárias, a fim de garantir a segurança dos pacientes e a confiabilidade das decisões clínicas baseadas em inteligência artificial.

Dessa forma, conclui-se que os dispositivos wearables associados à inteligência artificial apresentam elevado potencial para transformar o diagnóstico e o monitoramento das arritmias cardíacas, contribuindo para a evolução da cardiologia digital e da medicina preventiva. No entanto, para que essas tecnologias sejam plenamente incorporadas à prática clínica, torna-se fundamental o desenvolvimento de estudos clínicos multicêntricos de larga escala, bem como o aprimoramento contínuo dos algoritmos de análise de dados e das estruturas regulatórias que orientam sua utilização em saúde.

REFERÊNCIAS

BUSIA, Paolo et al. Tiny transformer for low-power arrhythmia classification on microcontrollers.



IEEE Access, v. 12, p. 1–12, 2024.

CHEN, Jian; TIAN, Feng; YANG, Jian; SAWAN, Mohamad. Event-driven neuromorphic system for cardiac arrhythmia detection. *IEEE Transactions on Biomedical Circuits and Systems*, v. 16, n. 2, p. 346–356, 2022.

DING, Eric Y. et al. Smartwatch-based detection of cardiac arrhythmias. *Circulation*, v. 143, n. 6, p. 563–565, 2021.

GUO, Yutao et al. Mobile photoplethysmographic technology to detect atrial fibrillation. *Journal of the American College of Cardiology*, v. 74, n. 19, p. 2365–2375, 2020.

INGOLFSSON, Thor M. et al. ECG-TCN: Wearable cardiac arrhythmia detection with temporal convolutional networks. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, v. 25, n. 10, p. 3902–3912, 2021.

ISAKADZE, Nino; MARTIN, Seth S. How useful is smartwatch detection of atrial fibrillation? *Trends in Cardiovascular Medicine*, v. 33, n. 2, p. 86–92, 2023.

KWON, Jae-Min et al. Artificial intelligence for detecting arrhythmias using wearable devices. *European Heart Journal – Digital Health*, v. 5, n. 1, p. 1–10, 2024.

PASSMAN, Rod S. et al. Smartwatch-based atrial fibrillation monitoring after ablation. *Circulation: Arrhythmia and Electrophysiology*, v. 15, n. 3, e010758, 2022.

PEREZ, Marco V. et al. Large-scale assessment of a smartwatch to identify atrial fibrillation. *Nature Medicine*, v. 26, n. 3, p. 408–414, 2020.

RAZA, A.; TRAN, K. P.; KOEHL, L.; LI, S. Explainable artificial intelligence for ECG-based arrhythmia classification. *IEEE Access*, v. 9, p. 146376–146388, 2021.

SANGEETHA, R. G. et al. Cardiac arrhythmia detection using artificial neural networks. *Heliyon*, v. 10, n. 1, e23945, 2024.