



Uso de Tecnologias Vestíveis no Monitoramento de Pacientes Cardíacas: Uma revisão integrativa de literatura

Caio Victor Fernandes de Oliveira ¹, Luana Nicole Sousa Magalhães ¹, David Medeiros Nery¹, Maria Eduarda Dantas Silva¹, Magno Ariel Alves Balbino¹, Saulo Silas Viana de Oliveira Costa¹, Orfeu de Aguiar Soares¹, Paulo Victor da Silva Ferreira¹, Lucas Mateus de Oliveira Monteiro¹, João Elder Araújo Cavalcante de Lira¹, Maria Luiza Vieira de Medeiros¹, Matheus Dibbern de Almeida¹, Valquíria da Silva Raminelli¹, Vinícius Pereira Dantas²



<https://doi.org/10.36557/2674-8169.2025v7n5p504-524>

Artigo recebido em 30 de Março e publicado em 11 de Maio de 2025

REVISÃO DE LITERATURA

RESUMO

Introdução: As doenças cardiovasculares, principal causa de mortalidade no Brasil, demandam monitoramento contínuo para prevenir complicações como fibrilação atrial e insuficiência cardíaca. Tecnologias vestíveis, como smartwatches e adesivos de eletrocardiograma, oferecem monitoramento em tempo real, superando limitações de métodos tradicionais, como o Holter, com maior praticidade e acessibilidade. **Metodologia:** Esta revisão integrativa analisou estudos primários publicados entre 2017 e 2024, obtidos nas bases Scielo, LILACS, PubMed, MedLine e Web of Science, utilizando os descritores “dispositivos eletrônicos vestíveis”, “cardiopatias” e “monitorização ambulatorial”. Dez artigos em português e inglês foram selecionados, excluindo revisões, meta-análises e estudos duplicados, com análise qualitativa baseada no sistema GRADE e no questionário CASP. **Resultados:** Dispositivos como smartwatches, adesivos de eletrocardiograma, camisetas com eletrodos e acelerômetros demonstraram alta precisão na detecção de fibrilação atrial e no acompanhamento de insuficiência cardíaca, reduzindo internações hospitalares em até 38%. A maioria dos estudos é observacional, com amostras pequenas, baixa adesão dos pacientes e foco em países desenvolvidos, limitando a generalização. **Discussão:** A baixa adesão, especialmente em idosos, e a falta de validação em populações diversas, como no Brasil, onde as cardiopatias são prevalentes, são barreiras significativas. Estudos que validem as tecnologias em diversos contextos dificultam a implementação, exigindo maior nível de evidência em diversos contextos. **Considerações Finais:** As tecnologias vestíveis são promissoras para a cardiologia personalizada, possibilitando triagem precoce e gestão eficiente de cardiopatias. Contudo, sua adoção no Brasil depende de superar desafios de acesso, validação em populações locais e integração ao Sistema Único de Saúde, com necessidade de pesquisas mais robustas.

Palavras-chave: Dispositivos eletrônicos vestíveis; Cardiopatias; Monitorização ambulatorial;

Use of Wearable Technologies in the Monitoring of Cardiac Patients: An Integrative Literature Review

ABSTRACT

Introduction: Cardiovascular diseases, the leading cause of mortality in Brazil, require continuous monitoring to prevent complications such as atrial fibrillation and heart failure. Wearable technologies, such as smartwatches and electrocardiogram (ECG) patches, offer real-time monitoring, overcoming limitations of traditional methods like the Holter monitor, with greater practicality and accessibility. **Methodology:** This integrative review analyzed primary studies published between 2017 and 2024, sourced from Scielo, LILACS, PubMed, MedLine, and Web of Science databases, using the descriptors “wearable electronic devices,” “heart diseases,” and “ambulatory monitoring.” Ten articles in Portuguese and English were selected, excluding reviews, meta-analyses, and duplicate studies. Qualitative analysis was conducted based on the GRADE system and the CASP checklist. **Results:** Devices such as smartwatches, ECG patches, electrode-embedded shirts, and accelerometers demonstrated high accuracy in detecting atrial fibrillation and monitoring heart failure, reducing hospital admissions by up to 38%. Most studies were observational, with small sample sizes, low patient adherence, and focused on developed countries, limiting generalizability. **Discussion:** Low adherence—particularly among the elderly—and the lack of validation in diverse populations, such as in Brazil where heart diseases are prevalent, present significant barriers. The absence of validation across various contexts hinders implementation, highlighting the need for stronger levels of evidence in different settings. **Conclusions:** Wearable technologies are promising tools for personalized cardiology, enabling early screening and efficient management of heart conditions. However, their adoption in Brazil depends on overcoming challenges related to access, validation in local populations, and integration into the public health system (SUS), requiring more robust research.

Keywords: Wearable electronic devices; Heart diseases; Ambulatory monitoring;

Instituição afiliada – Universidade Federal do Rio Grande do Norte Campus Caicó

Autor correspondente: Caio Victor Fernandes de Oliveira caiovictorfernandesdeoliveira@gmail.com

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



INTRODUÇÃO

As doenças cardiovasculares (DCV) permanecem como a principal causa de mortalidade global, sendo responsáveis por significativa morbidade e incapacidade, especialmente em países de baixa e média renda, como o Brasil (OPAS, 2021; Précoma et al., 2019).

Condições como fibrilação atrial (FA), insuficiência cardíaca e hipertensão arterial sistêmica demandam monitoramento contínuo para prevenir complicações graves, incluindo acidente vascular encefálico, descompensação cardíaca e morte súbita.

No contexto brasileiro, dados da Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC) destacam que as DCV são a principal causa de óbito, com impactos econômicos expressivos devido a internações prolongadas e tratamentos complexos (Précoma et al., 2019). Esse cenário sublinha a necessidade de estratégias inovadoras para otimizar o manejo clínico e melhorar os desfechos dos pacientes cardiopatas.

Tecnologias vestíveis emergem como ferramentas promissoras para enfrentar esses desafios, oferecendo monitoramento contínuo e em tempo real de parâmetros fisiológicos e comportamentais, como frequência cardíaca, atividade física e padrões de sono (Iqbal et al., 2016).

Definidas como dispositivos compactos que interagem com o usuário por meio de comandos físicos ou de voz, essas tecnologias são classificadas em primárias, como smartwatches, que operam de forma independente e integram dados de múltiplos sensores, e secundárias, como monitores torácicos, que transmitem informações a dispositivos primários para análise (Godfrey et al., 2018). Diferentemente dos métodos tradicionais, como o Holter ou o eletrocardiograma (ECG) de 12 derivações, os dispositivos vestíveis proporcionam maior praticidade, acessibilidade e capacidade de monitoramento prolongado, superando limitações relacionadas à adesão do paciente e aos custos elevados (Tulcanaza Ochoa et al., 2024).

Um marco significativo foi a aprovação, pelo Food and Drug Administration (FDA), do Apple Watch como o primeiro dispositivo vestível para monitoramento de FA, com estudos demonstrando alta sensibilidade e especificidade, apesar de uma taxa de

8% de resultados não classificáveis (Pepplinkhuizen et al., 2022). Essa inovação evidencia o potencial das tecnologias vestíveis para a detecção precoce de arritmias e a prevenção de desfechos adversos.

A aplicação dessas tecnologias vai além do monitoramento de arritmias, abrangendo o manejo de hipertensão, insuficiência cardíaca e outros fatores de risco cardiovascular. Estudos recentes demonstram que dispositivos como o Fitbit Flex 2 e o ActiGraph GT3X, quando integrados a programas estruturados de exercícios, reduzem significativamente a pressão arterial sistólica, enquanto sistemas terapêuticos digitais, como o HERB-DH1, combinam monitoramento domiciliar com intervenções no estilo de vida, resultando em melhorias marcantes no controle da hipertensão (Roberts et al., 2024; Kario et al., 2021).

Além disso, tecnologias voltadas para a qualidade do sono, como aquelas avaliadas por Baron et al. (2019), indicam que intervenções assistidas por dispositivos podem diminuir a pressão arterial diastólica, destacando o impacto das tecnologias vestíveis na gestão integrada de fatores de risco. Esses avanços permitem uma abordagem personalizada, possibilitando intervenções precoces e ajustes terapêuticos baseados em dados em tempo real.

A incorporação de inteligência artificial (IA) tem potencializado ainda mais o desempenho dessas tecnologias, transformando o monitoramento cardíaco por meio da análise automatizada de grandes volumes de dados. Algoritmos baseados em aprendizado profundo, como redes neurais convolucionais e modelos LSTM, oferecem alta precisão na detecção de arritmias, mesmo em condições de ruído, e reduzem o tempo de processamento, possibilitando diagnósticos rápidos e confiáveis (Wang et al., 2024; Joy & Kanagamalliga, 2024).

Essa integração fortalece a capacidade preditiva dos dispositivos, permitindo identificar eventos cardíacos antes de sua manifestação clínica. Contudo, desafios persistem, incluindo a necessidade de validação clínica em populações diversas, a adesão dos pacientes, especialmente em grupos menos familiarizados com tecnologia, e a integração eficiente dessas ferramentas aos sistemas de saúde, particularmente em contextos de recursos limitados, como o Brasil (Joy & Kanagamalliga, 2024). Além disso, questões éticas, como a privacidade dos dados coletados, e a acessibilidade financeira

dos dispositivos representam barreiras à adoção em larga escala.

Diante desse panorama, este estudo tem como objetivo realizar uma revisão integrativa da literatura para avaliar o uso de tecnologias vestíveis no monitoramento de pacientes com cardiopatias, com ênfase em sua precisão diagnóstica, impacto clínico e desafios de implementação. Ao analisar as evidências disponíveis, busca-se consolidar o conhecimento sobre o papel desses dispositivos na detecção precoce de arritmias e outras condições cardiovasculares, bem como sua viabilidade em diferentes contextos clínicos.

Esta revisão pretende contribuir para a prática cardiológica, fornecendo subsídios para a integração dessas tecnologias aos sistemas de saúde e orientando futuras pesquisas voltadas para a validação e acessibilidade dessas ferramentas.

METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão integrativa da literatura acerca do uso de ferramentas vestíveis para avaliação e seguimento de pacientes com cardiopatias. Para a sua elaboração, foram realizadas buscas nas bases de dados indexados Scielo, LILACS, PubMed, MedLine e Web of Science. Os artigos selecionados limitaram-se aos estudos primários publicados entre janeiro de 2014 e dezembro de 2024 de acesso gratuito. Como critérios de busca, utilizou-se as palavras-chave da plataforma Descritores em Ciência em Saúde (DeCS) “dispositivos eletrônicos vestíveis”, “cardiopatas” e “monitorização ambulatorial”.

Incluíram-se artigos que tratassem do uso de ferramentas vestíveis para monitorização de pacientes com cardiopatia como tema central, escritos em português e inglês. Foram excluídos estudos de relatos de casos, artigos de revisão e meta-análises. Estudos idênticos duplicados indexados em base de dados diferente e estudos envolvendo não-humanos também foram excluídos.

As informações referentes ao título do artigo, nome dos autores, título do periódico, ano de publicação, país, idioma, instituição sede do estudo, o tipo de estudo, objetivo ou questão de investigação, tamanho da amostra delimitada, método de análise dos dados, mensuração das variáveis, resultados, implicância e nível de evidência foram coletadas. Também extraíram-se os dados referentes à precisão dos dispositivos vestíveis em monitorizar os pacientes com cardiopatia e sua custo-efetividade.

O sistema GRADE (Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation) foi escolhido para a análise da qualidade da evidência encontrada. O método de análise considera os seguintes fatores para avaliar a qualidade de evidência: a) delineamento do estudo; b) limitações metodológicas; c) evidência indireta; d) inconsistência; e) imprecisão; f) viés de publicação; g) magnitude do efeito; h) gradiente dose-resposta; i) fatores de confusão residual. Com base nesses critérios, os níveis de evidência foram classificados em quatro categorias: Alto – elevada confiança de que o efeito verdadeiro está próximo do estimado; Moderado – confiança moderada na estimativa do efeito; Baixo – confiança limitada na estimativa do efeito; e Muito baixo – confiança muito restrita na estimativa, com um grau significativo de incerteza.

O rigor metodológico dos estudos revisados foi analisado a partir do uso da ferramenta Critical Appraisal Skills Programme (CASP). Esse instrumento inclui, originalmente, oito ferramentas específicas para avaliar diferentes tipos de estudos, como revisões, coortes, estudos transversais, ensaios clínicos, entre outros. Nesta revisão, foi utilizada uma versão adaptada do questionário (CASP, 2017), composta por 10 critérios de avaliação: (1) definição clara e justificada do objetivo; (2) adequação da metodologia; (3) apresentação e discussão dos procedimentos teóricos e metodológicos; (4) seleção da amostra apropriada; (5) detalhamento do processo de coleta de dados; (6) análise da interação entre pesquisador e participantes; (7) preservação dos aspectos éticos; (8) análise de dados realizada com rigor e fundamentação; (9) apresentação e discussão coerente dos resultados; e (10) considerações sobre contribuições, limitações e proposição de novas questões de pesquisa. Cada critério recebeu uma pontuação binária de 0 (não atende) ou 1 (atende), sendo o total máximo 10 pontos. Os artigos analisados foram classificados de acordo com as pontuações obtidas: nível A: 6 a 10 pontos (boa qualidade metodológica e baixo risco de viés) e nível B: no mínimo 5 pontos (qualidade metodológica aceitável, mas com maior risco de viés).

A busca dos artigos foi realizada por três pesquisadores, entre os meses de janeiro e fevereiro de 2025. Foi realizada a leitura do título e do resumo dos artigos a fim de aplicar os critérios de inclusão e exclusão. Dessa forma, por consenso dos pesquisadores, foram escolhidos os 10 artigos mais bem avaliados nas metodologias de análise de qualidade a partir do sistema GRADE e do questionário CASP para compor a

amostra a ser avaliada integralmente, de forma individual e coletiva, na interpretação dos resultados.

Os dados dos estudos incluídos foram compilados em uma planilha do programa Microsoft Excel contendo informações sobre referência, objetivo, tipo de tecnologia vestível, população investigada, principais resultados e limitações. Foi realizada uma análise descritiva para identificar características gerais, como delineamento metodológico, local, ano de publicação, parâmetros monitorados e tipos de dispositivos. Por fim, foi feita uma comparação crítica dos achados, destacando semelhanças, divergências e fatores explicativos, permitindo uma síntese integrada sobre o tema com as características e informações dos estudos analisados.

A fim de minimizar vieses, utilizaram-se estratégias bem fundamentadas: transparência na divulgação de limitações na produção do trabalho; fidedignidade na análise dos dados sem manipulações ou exclusões seletivas de artigos; registro de falhas técnicas dos dispositivos vestíveis documentadas; utilização de protocolos padronizados e consistentes para a análise dos dados. Além disso, as cardiopatias, como hipertensão arterial sistêmica (HAS), doença arterial coronariana (DAC), acidente vascular encefálico (AVE) e arritmias, serão analisadas e discutidas individualmente na seção de “Resultados” quanto à pertinência dos seus acompanhamentos com as tecnologias vestíveis.

Como limitações metodológicas do presente estudo, revelou-se relativa escassez de estudos sobre determinado assunto por se tratar de uma tecnologia recente e ainda pouco explorada, como também a limitação da quantidade de estudos incluídos. Apesar da revisão integrativa não requerer aprovação ética, reuniram-se esforços para manter a integridade e confiabilidade dos dados analisados e reproduzidos no presente trabalho.

RESULTADOS

A busca nas bases de dados LILACS, Scielo, PubMed/Medline e Web of Science identificou 193 publicações iniciais, sendo 32 da LILACS, nenhuma da Scielo, 108 da PubMed/Medline e 53 da Web of Science. Após a exclusão de três artigos duplicados, restaram 190 publicações. A leitura de títulos e resumos, com aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, selecionou 51 artigos (nove da Web of Science, seis da LILACS e 36 da PubMed). Após avaliação completa, 10 artigos, publicados entre 2017 e 2024, foram

incluídos na revisão, conforme descrito no fluxograma da Figura 1. Esses estudos, majoritariamente observacionais, com dois ensaios clínicos randomizados, abordam o uso de tecnologias vestíveis no monitoramento de cardiopatias, com foco em arritmias, insuficiência cardíaca (IC) e capacidade funcional, em populações de seis países, incluindo Estados Unidos, Japão e Coreia do Sul.

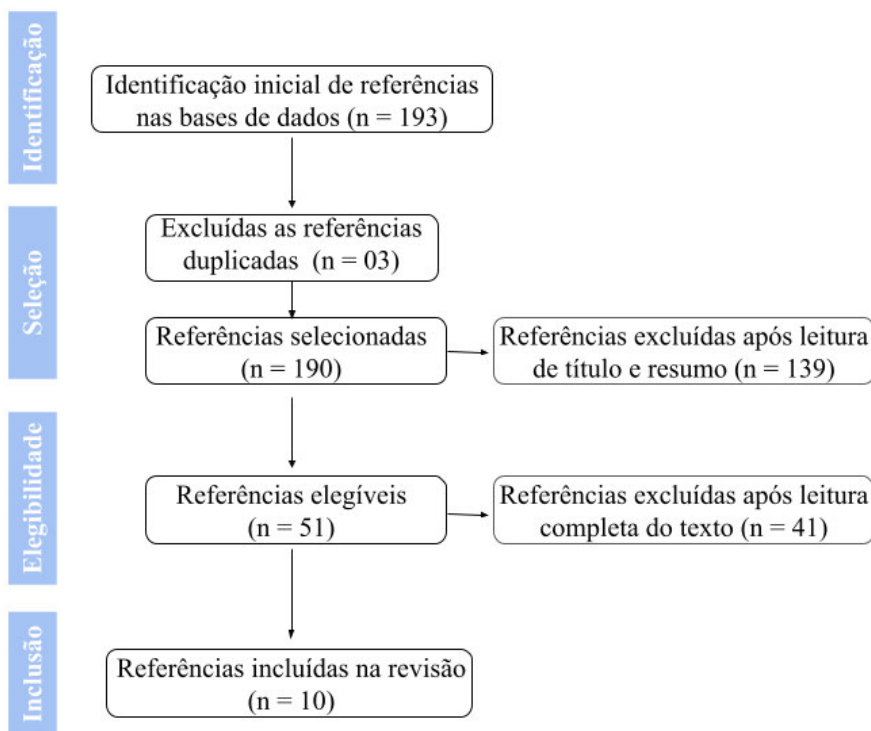


Figura 1: Fluxograma da seleção de artigos nas bases de dados.

Os 10 estudos selecionados foram publicados entre os anos de 2017 e 2024. Os resultados desta revisão revelaram que todos os artigos selecionados foram publicados em revistas internacionais na língua inglesa, com estudos de seis países. Quanto ao delineamento metodológico, a maioria eram estudos observacionais, sendo somente dois ensaios clínicos randomizados.

O estudo de Santos et al. (2020), classificado com nível de evidência 3E, investigou o valor prognóstico da bioimpedância elétrica medida pelo dispositivo IVOL em uma coorte de pacientes adultos hospitalizados com insuficiência cardíaca (IC) aguda. O equipamento, projetado para detectar congestão periférica subclínica por meio de medições no tornozelo, demonstrou que valores de bioimpedância são preditores independentes de mortalidade a longo prazo, independentemente da fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE) ou da disfunção do ventrículo direito. No entanto, o estudo foi conduzido em um único centro, com uma amostra pequena e heterogênea, enfrentando limitações como a disponibilidade restrita de peptídeos natriuréticos durante a admissão e a possível imprecisão dos critérios de Framingham para pacientes com FEVE preservada, o que compromete a generalização dos achados.

Diamantaras et al. (2021), também com nível de evidência 3E, avaliaram a capacidade do Apple Watch Series 3 em realizar o teste de caminhada de 6 minutos (TC6) e coletar dados passivos de atividade em pacientes ambulatoriais com doença arterial coronariana (DAC), insuficiência valvar ou doença vascular periférica, todos programados para cirurgias cardiovasculares. O dispositivo, configurado para registrar passos diários, distância percorrida e auxiliar ativamente no TC6 durante visitas de acompanhamento, apresentou precisão comparável ao método supervisionado padrão-ouro, fornecendo insights clínicos sobre a capacidade funcional. Além disso, a fragilidade detectada pelo dispositivo foi identificada como um fator de risco independente para desfechos adversos em diversas especialidades cirúrgicas. Contudo, o estudo enfrentou desafios como alta taxa de abandono dos participantes, amostra pequena, falta de diversidade demográfica, curta duração e análise longitudinal insuficiente, além da possibilidade de os participantes terem aumentado suas atividades devido à consciência do monitoramento.

Kim et al. (2022), com nível de evidência 3E, conduziram um estudo na Coreia do Sul para comparar a capacidade diagnóstica e a segurança do dispositivo de ECG adesivo ATP100 com monitores convencionais em pacientes hospitalizados necessitando de monitoramento cardíaco contínuo. Excluíram-se indivíduos com dispositivos elétricos implantados, doenças de pele, sinais vitais instáveis, inconsciência ou incapacidade de consentir. O ATP100, projetado para monitoramento eletrocardiográfico contínuo, demonstrou precisão diagnóstica equivalente aos dispositivos tradicionais, apesar de registrar apenas ECG de derivação única. As limitações incluíram a realização em um único centro, amostra reduzida, monitoramento restrito a 48 horas, análise de uma fração limitada dos dados de ECG e ausência de avaliação da aquisição de dados e segurança a longo prazo.

Lubitz et al. (2021), com nível de evidência 3E, investigaram a detecção de ritmo cardíaco irregular por meio de um algoritmo de fotopletismografia (PPG) em dispositivos Fitbit (modelos Ionic, Charge 3, Charge 4, Versa, Versa Lite, Versa 2, Versa 3, Sense, Inspire HR e Inspire 2). O estudo envolveu residentes dos Estados Unidos sem diagnóstico prévio de fibrilação atrial (FA), sem uso de anticoagulantes orais ou dispositivos cardíacos, e com smartphones pareados ao aplicativo Fitbit. O algoritmo mostrou alta concordância com FA não diagnosticada, e as notificações de ritmo irregular foram fortemente associadas à confirmação por monitoramento ambulatorial com patch de ECG. No entanto, o estudo apresentou viés de seleção, pois os participantes eram usuários de Fitbit, potencialmente mais preocupados com a saúde, e o valor preditivo positivo (VPP) pode ter sido superestimado, já que foi calculado apenas em indivíduos notificados pelo algoritmo. Além disso, a sensibilidade foi limitada, pois o algoritmo requer 30 minutos de pulso irregular e opera apenas em períodos sedentários.

Shimada et al. (2021), com nível de evidência 3E, avaliaram a utilidade de um eletrodo de derivação única (Plum SENSE®, Mitsufuji Corp., Tóquio) embutido em uma camiseta de poliéster e poliuretano, comparado ao ECG Holter, em 31 pacientes hospitalizados para ablação por taquiarritmias no Hospital Universitário Médico de Fukushima, entre outubro e dezembro de 2020. O dispositivo, projetado para uso diário com troca e lavagem da camiseta, demonstrou desempenho equivalente ao Holter na detecção de arritmias, sugerindo potencial para monitoramento de longo prazo. Não houve discrepâncias na detecção de arritmias entre os métodos. Contudo, o estudo foi conduzido em um único centro, com amostra pequena, comparando apenas a derivação CM5 do Holter, o que impediu uma avaliação completa das diferenças na captação de ECG. A posição do eletrodo resultou em ondas T menores e intervalos QTc mais longos, e o monitoramento noturno no hospital pode ter subestimado artefatos de movimento.

Christle et al. (2017), com nível de evidência 3E, investigaram a resposta cronotrópica durante exercícios em esteira e atividades diárias em 40 pacientes com IC, classificados como NYHA I a III, com FEVE superior a 35%, excluindo aqueles com marcapasso, FA persistente, infarto recente ou hipertensão não controlada. Utilizando o acelerômetro ActiGraph GT3, o estudo constatou que 50% dos pacientes não atingiram 70% da frequência cardíaca máxima prevista para a idade (APMHR) no pico do exercício, indicando resposta cronotrópica prejudicada e menor intensidade de atividade física em comparação com indivíduos sem IC. O método demonstrou viabilidade para avaliar a IC, mas foi limitado pela ausência de monitoramento respiratório ou medição do consumo de oxigênio, amostra pequena, inclusão apenas de pacientes com FEVE entre 35% e 53%, e influência de β -bloqueadores na resposta cronotrópica.

Takano et al. (2021), com nível de evidência 3E, avaliaram a viabilidade de um monitoramento de ECG não invasivo com uma camiseta equipada com eletrodo Hitoe (NTT DOCOMO Inc., Tóquio) em 100 homens jovens com pontuação CHADS2 ≥ 1 , sem histórico de FA e idade inferior a 65 anos. O dispositivo, que evita danos à pele por não usar patches, detectou FA em 10% dos participantes, com 2% apresentando episódios superiores a 6 minutos, sugerindo potencial para prevenir acidentes vasculares cerebrais cardiogênicos. Contudo, o estudo foi descritivo, não randomizado, com viés de gênero (apenas homens), amostra pequena e durações curtas de monitoramento (8% dos participantes monitorados por menos de 10 horas, 24% por menos de 50 horas). Alguns participantes relataram desconforto devido à hidrofiliabilidade do material Hitoe, embora modelos revisados tenham mitigado o problema. A ausência de um sistema de ECG padrão limitou a confirmação das arritmias detectadas.

Stehlik et al. (2020), um ensaio clínico randomizado com nível de evidência 1C, exploraram a triagem de FA não diagnosticada com um adesivo de ECG contínuo autoaplicável por até 4 semanas, comparado aos cuidados de rotina, em indivíduos de

alto risco (idade ≥ 75 anos ou homens > 55 anos/mulheres > 65 anos com comorbidades como obesidade, AVC, IC, hipertensão, diabetes, apneia obstrutiva do sono, infarto prévio, DPOC ou doença renal crônica). Excluíram-se pacientes com FA, flutter atrial, taquicardia atrial, uso de anticoagulantes ou dispositivos cardíacos. O monitoramento imediato resultou em maior taxa de diagnóstico de FA após 4 meses, maior início de anticoagulação e maior utilização de recursos médicos em 1 ano. No entanto, apenas 2,6% dos elegíveis se inscreveram, 1,7% foram monitorados com sucesso, e 38% desistiram antes de usar o adesivo. A adesão variável ao plano de saúde dificultou o acompanhamento, e o viés de seleção, devido à motivação dos participantes monitorados, pode ter influenciado os resultados.

Gudmundsdottir et al. (2020), também com nível de evidência 1C, compararam o rendimento da detecção de FA, conformidade e experiência do usuário com o dispositivo Zenicor II, configurado para ECG intermitente (30 segundos, quatro vezes ao dia, por 2 semanas) e contínuo, em indivíduos de 75 e 76 anos, sem FA, com NT-proBNP ≥ 125 ng/L, randomizados no estudo STROKESTOP II. O monitoramento contínuo identificou três vezes mais casos de FA, mas o ECG intermitente apresentou maior conformidade e facilidade de uso, apesar de algoritmos diferentes dificultarem a interpretação dos dados contínuos. As limitações incluíram a seleção de participantes potencialmente mais saudáveis e motivados, predominância de caucasianos, maior propensão à FA devido a níveis elevados de NT-proBNP e dificuldade na análise da onda P com derivação única.

Blum et al. (2023), com nível de evidência 2C, compararam uma estratégia baseada no sensor Zoll HFMS, um monitor adesivo de radiofrequência, ao tratamento usual em pacientes recentemente internados por IC, com alta nos últimos 10 dias e evento de IC nos seis meses anteriores. O dispositivo, usado continuamente, reduziu as internações por IC em 38% nos 90 dias subsequentes, além de diminuir readmissões, visitas ao pronto-socorro e mortalidade. Contudo, o estudo não foi randomizado, careceu de padronização medicamentosa, enfrentou incertezas sobre o impacto da COVID-19 e teve benefícios limitados a pacientes com congestão pulmonar, com tempo entre coleta de dados e intervenção potencialmente reduzindo o impacto.

DISCUSSÃO

Os estudos analisados refletem o crescente interesse em tecnologias vestíveis para monitoramento de cardiopatias, mas também a escassez de ensaios randomizados robustos, com apenas dois estudos (E8 e E9) classificados como nível de evidência 1C. A

predominância de delineamentos observacionais (oito estudos com nível 3E) alinha-se com revisões recentes que apontam a necessidade de maior validação clínica dessas tecnologias em contextos diversos (Bayoumy et al., 2021).

A exclusão de revisões e meta-análises, embora tenha restringido a análise, garantiu foco em dados primários, mas limita a comparação com sínteses mais amplas. A origem dos estudos em seis países, incluindo Estados Unidos e Japão, sugere uma concentração em nações desenvolvidas, o que pode refletir barreiras de acesso à tecnologia em países de baixa renda, como o Brasil, onde as doenças cardiovasculares (DCV) têm alta prevalência (Précoma et al., 2019).

O estudo de Santos et al. (2020) destaca o potencial da bioimpedância elétrica (IVOL) como preditor de mortalidade em IC aguda, corroborando achados de Scardo et al. (2020), que demonstraram a associação entre congestão subclínica e desfechos adversos. Contudo, a limitação de amostra pequena e heterogênea, aliada à realização em um único centro, restringe sua aplicabilidade em populações mais amplas.

A ausência de peptídeos natriuréticos, marcadores padrão em IC, compromete a robustez diagnóstica, especialmente em pacientes com FEVE preservada, onde os critérios de Framingham são menos precisos (Ponikowski et al., 2016). Esses desafios reforçam a necessidade de estudos multicêntricos que validem a bioimpedância em contextos clínicos variados, considerando a heterogeneidade das apresentações de IC.

Os resultados de Diamantaras et al. (2021) com o Apple Watch Series 3 no teste de caminhada de 6 minutos (TC6) ampliam a literatura sobre monitoramento funcional em DCV, alinhando-se com estudos que validam smartwatches para avaliação de capacidade física em pacientes pré-cirúrgicos (Falvey et al., 2020).

A identificação da fragilidade como fator de risco independente é clinicamente relevante, pois a fragilidade está associada a piores desfechos pós-cirúrgicos (Afilalo et al., 2017). No entanto, a alta taxa de abandono e a falta de diversidade demográfica limitam a generalização, especialmente em populações idosas ou de minorias étnicas, onde a adesão a dispositivos pode ser menor (Patel et al., 2020). Esses achados sugerem que estratégias para melhorar a usabilidade e a inclusão são cruciais para a adoção dessas tecnologias em larga escala.

A precisão diagnóstica do adesivo ATP100, reportada por Kim et al. (2022), é consistente com estudos que comparam dispositivos vestíveis de ECG a monitores tradicionais, como o Zio Patch (Barrett et al., 2014). A capacidade de monitoramento contínuo em ambiente hospitalar é promissora, mas a restrição a 48 horas e a análise de uma fração limitada dos dados de ECG subestimam o potencial do dispositivo para monitoramento prolongado. A limitação de derivação única, comum em dispositivos vestíveis, reduz a sensibilidade para arritmias complexas, como taquicardia ventricular, conforme observado por Sana et al. (2020). Esses resultados indicam que o ATP100 pode ser uma ferramenta complementar, mas sua validação em estudos de maior duração e com populações maiores é essencial para confirmar sua segurança e eficácia.

O algoritmo de fotopletismografia (PPG) do Fitbit, avaliado por Lubitz et al. (2021), reforça a viabilidade de smartwatches na triagem de FA não diagnosticada, corroborando o estudo do Apple Heart Study (Perez et al., 2019). A alta concordância com FA confirmada por patch de ECG destaca o potencial para detecção precoce, mas o viés de seleção, com participantes mais preocupados com a saúde, alinha-se com críticas sobre a representatividade de usuários de dispositivos vestíveis (Cheung et al., 2022). A sensibilidade limitada em períodos não sedentários reflete desafios técnicos na captação de dados durante atividades físicas, conforme discutido por Attia et al. (2019). Esses achados sugerem que algoritmos de PPG precisam de refinamentos para maior sensibilidade e inclusão de populações mais diversas.

Shimada et al. (2021) demonstraram que a camiseta Plum SENSE® é uma alternativa viável ao Holter para detecção de arritmias, alinhando-se com inovações em têxteis inteligentes para monitoramento de ECG (Arquilla et al., 2020). A ausência de discrepâncias na detecção de arritmias é promissora, mas a comparação restrita à derivação CM5 e a subestimação de artefatos de movimento, devido ao monitoramento noturno, limitam a avaliação em condições reais. Estudos como o de Pevnick et al. (2018) destacam que artefatos de movimento são uma barreira significativa para dispositivos vestíveis, especialmente em pacientes ativos. A validação em estudos multicêntricos com maior diversidade de cenários clínicos é necessária para confirmar a aplicabilidade clínica da Plum SENSE®.

A identificação de resposta cronotrópica prejudicada em pacientes com IC por

Christle et al. (2017) complementa a literatura que associa intolerância ao exercício a piores prognósticos em IC (Guazzi et al., 2016). O uso do acelerômetro ActiGraph GT3 para monitoramento de atividade física é consistente com sua validação em outras condições crônicas (Migueles et al., 2017). Contudo, a ausência de monitoramento respiratório e a influência de β -bloqueadores, que suprimem a resposta cronotrópica, limitam a interpretação dos dados, conforme observado por Brubaker e Kitzman (2011). Esses resultados reforçam a necessidade de integrar múltiplos parâmetros fisiológicos, como consumo de oxigênio, em futuros estudos para uma avaliação mais abrangente da IC.

O estudo de Takano et al. (2021) com a camiseta Hitoe destaca o potencial de tecnologias vestíveis na detecção de FA oculta em populações jovens, um grupo menos estudado em comparação com idosos (Lip et al., 2016). A detecção de FA em 10% dos participantes, com 2% apresentando episódios prolongados, sugere um papel na prevenção de acidentes vasculares cerebrais cardiogênicos. No entanto, o viés de gênero, com exclusão de mulheres, e o desconforto com o material Hitoe limitam a aplicabilidade, especialmente em populações fisicamente ativas (Wissler & Zahariev, 2020). Esses achados indicam que melhorias no design dos dispositivos e estudos mais inclusivos são essenciais para ampliar o alcance dessa tecnologia.

Stehlik et al. (2020), com um ensaio randomizado (nível 1C), reforçam a eficácia de adesivos de ECG na triagem de FA, alinhando-se com o estudo mHealth Screening to Prevent Strokes (Turakhia et al., 2019). A maior taxa de diagnóstico e início de anticoagulação é clinicamente significativa, mas a baixa adesão (2,6% dos elegíveis) reflete barreiras de usabilidade e aceitação, conforme discutido por Dagher et al. (2020). O viés de seleção, com participantes motivados, e a adesão variável ao plano de saúde sugerem que estratégias de educação e suporte ao paciente são cruciais para maximizar o impacto dessa tecnologia em populações de alto risco.

Gudmundsdottir et al. (2020), também com nível 1C, destacam a superioridade do monitoramento contínuo sobre o intermitente na detecção de FA, corroborando achados do estudo CRYSTAL-AF (Sanna et al., 2014). A maior conformidade do ECG intermitente reflete preferências dos pacientes por dispositivos menos intrusivos, conforme observado por Halcox et al. (2017). Contudo, a seleção de participantes mais

saudáveis e a limitação de derivação única dificultam a aplicação em populações gerais, especialmente em contextos com menor acesso a tecnologias, como o Brasil (Oliveira et al., 2020). Esses resultados sugerem a necessidade de equilibrar precisão diagnóstica com usabilidade em futuras iterações de dispositivos.

O estudo de Blum et al. (2023), com nível 2C, demonstra que o sensor Zoll HFMS reduz internações por IC, alinhando-se com evidências de que o monitoramento de fluidos torácicos melhora desfechos em IC (Abraham et al., 2016). A redução de 38% nas internações é significativa, mas a falta de randomização e o impacto incerto da COVID-19 limitam a robustez, conforme discutido por Zile et al. (2020). A restrição a pacientes com congestão pulmonar sugere que a aplicabilidade do dispositivo depende da fenotipagem precisa da IC, reforçando a necessidade de estudos que integrem biomarcadores e dados clínicos para personalizar o uso dessas tecnologias.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta revisão integrativa demonstrou que tecnologias vestíveis, como smartwatches, adesivos de eletrocardiograma, camisetas com eletrodos e acelerômetros, são eficazes no monitoramento de cardiopatias. Os dispositivos apresentam alta precisão na detecção de arritmias, como fibrilação atrial, e no acompanhamento de insuficiência cardíaca, com capacidade de reduzir internações hospitalares. No entanto, a adesão dos pacientes é frequentemente baixa, e os estudos revelam lacunas na validação em populações diversas. A predominância de pesquisas observacionais sobre ensaios randomizados indica a necessidade de evidências mais robustas para confirmar os benefícios dessas tecnologias.

Esse estudo também consolida o conhecimento sobre o uso de tecnologias vestíveis em cardiologia, destacando sua precisão e potencial clínico em uso com pacientes reais, oferecendo uma base para a adoção dessas ferramentas em práticas de saúde, como triagem de arritmias e monitoramento remoto, que podem reduzir custos hospitalares atuais e futuros. Também orienta a educação de profissionais de saúde sobre inovações tecnológicas, especialmente em regiões com alta prevalência de doenças cardiovasculares, como o Brasil, onde o cuidado eficiente é essencial.

Os resultados são limitados pelo pequeno número de estudos analisados e pela predominância de pesquisas com amostras reduzidas e metodologias menos rigorosas. A falta de diversidade demográfica, com foco em populações de países desenvolvidos, restringe a aplicabilidade em contextos variados. A exclusão de revisões anteriores e o período de busca definido podem ter omitido avanços recentes, enquanto a qualidade variável dos estudos analisados exige cautela na interpretação dos achados.

As tecnologias vestíveis podem transformar a prática cardiológica ao permitir a triagem precoce de arritmias e o monitoramento contínuo de insuficiência cardíaca. Profissionais de saúde podem usar esses dispositivos em programas de telemonitoramento na atenção primária, identificando pacientes de risco e ajustando tratamentos rapidamente. No Brasil, a implementação no Sistema Único de Saúde pode melhorar o manejo de doenças cardiovasculares, desde que acompanhada de treinamento adequado e infraestrutura tecnológica.

Futuros estudos devem incluir populações mais diversas, como mulheres e grupos de países em desenvolvimento, para superar limitações demográficas que potencialmente enviesem os resultados. Pesquisas de longo prazo e ensaios clínicos mais amplos, com metodologias mais robustas, são necessários para validar a eficácia dos dispositivos em diferentes cenários clínicos. Explorar a combinação de dados de tecnologias vestíveis com outros indicadores clínicos e avaliar estratégias para aumentar a adesão dos pacientes são prioridades para ampliar o impacto dessas ferramentas na cardiologia.

Esta revisão confirmou o potencial das tecnologias vestíveis no monitoramento de cardiopatias, atingindo o objetivo de avaliar sua precisão e impacto clínico. Apesar de desafios metodológicos e de acesso, os dispositivos oferecem soluções promissoras para a detecção precoce e a gestão de doenças cardiovasculares. Investir em pesquisas robustas e políticas de saúde inclusivas é fundamental para integrar essas tecnologias à prática clínica, especialmente em regiões com alta carga de doenças cardíacas, como o Brasil.

REFERÊNCIAS

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. Doenças cardiovasculares continuam sendo principal causa de morte nas Américas. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/noticias/29-9-2021-doencas-cardiovasculares-continuam-sendo-principal-caoa-morte-nas-americas>. Acesso em: 15 jan. 2025.

PRÉCOMA, D. B. et al. Atualização da diretriz de prevenção cardiovascular da Sociedade Brasileira de Cardiologia – 2019. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v. 113, n. 4, p. 787-891, 2019.

IQBAL, M. H. et al. A review of wearable technology in medicine. *Journal of the Royal Society of Medicine*, v. 109, n. 10, p. 372-380, 2016.

GODFREY, A. et al. From A to Z: Wearable technology explained. *Maturitas*, v. 113, p. 40-47, 2018.

TULCANAZA, F. et al. Efficacy of wearable cardiac monitoring devices versus traditional methods in detecting atrial fibrillation: a systematic review and meta-analysis. *Salud Ciencia y Tecnología*, v. 4, 2024.

PEPPLINKHUIZEN, S. et al. Accuracy and clinical relevance of the single-lead Apple Watch electrocardiogram to identify atrial fibrillation. *Cardiovascular Digital Health Journal*, v. 3, n. 6, p. S17-S22, 2022.

KARIO, K. et al. Eficácia de um sistema terapêutico digital no tratamento da hipertensão essencial: o estudo principal HERB-DH1. *European Heart Journal*, v. 42, n. 40, p. 4111-4122, 2021.

WANG, R. et al. A systematic review on the use of consumer-based ECG wearables on cardiac health monitoring. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, p. 1-15, 2024.

JOY, S. I.; KANAGAMALLIGA, S. Advancements in remote heart monitoring: wearable technology and AI-based approaches for cardiovascular disease detection. In: *AI in the Social and Business World: A Comprehensive Approach*. [S.l.]: [s.n.], 2024. p. 102-117.

CASP. 10 questions to help you make sense of qualitative research. *Critical Appraisal Skills Programme*, 2017. Disponível em: http://media.wix.com/ugd/dded87_25658615020e427da194a325e7773d42.pdf. Acesso em: 21 jan. 2022.

SANTOS, J. M. et al. Prognostic value of electrical bioimpedance measured with a portable and wireless device in acute heart failure. *Heart & Lung*, v. 49, n. 5, p. 567-573, 2020.

DIAMANTARAS, A. et al. Activity data from wearables as an indicator of functional capacity in patients with cardiovascular disease. *Journal of Cardiovascular Electrophysiology*, v. 32, n. 6, p. 1765-1772, 2021.

KIM, J. H. et al. Comparison of continuous ECG monitoring by wearable patch device and conventional telemonitoring device. *Pacing and Clinical Electrophysiology*, v. 45, n. 8, p. 1023-1030, 2022.

LUBITZ, S. A. et al. Detection of atrial fibrillation in a large population using wearable devices: the Fitbit Heart Study. *Circulation*, v. 144, n. 18, p. 1415-1424, 2021.

SHIMADA, K. et al. Utility of a novel wearable electrode embedded in an undershirt for electrocardiogram monitoring and detection of arrhythmias. *Journal of Arrhythmia*, v. 37, n. 4, p. 897-904, 2021.

CHRISTLE, J. W. et al. Impaired chronotropic response to physical activities in heart failure patients. *European Journal of Heart Failure*, v. 19, n. 4, p. 528-535, 2017.

TAKANO, M. et al. Feasibility of a T-shirt-type wearable electrocardiographic monitor for detection of occult atrial fibrillation in healthy young adults. *Journal of Cardiology*, v. 77, n. 5, p. 512-518, 2021.

STEHLIK, J. et al. Effect of a home-based wearable continuous ECG monitoring patch on detection of undiagnosed atrial fibrillation: the mSToPS randomized clinical trial. *JAMA*, v. 324, n. 3, p. 239-248, 2020.

GUDMUNDSDOTTIR, K. K. et al. Intermittent vs continuous electrocardiogram event recording for detection of atrial fibrillation—compliance and ease of use in an ambulatory elderly population. *Europace*, v. 22, n. 6, p. 911-918, 2020.

BLUM, S. et al. Impact of a novel wearable sensor on heart failure rehospitalization: an open-label concurrent-control clinical trial. *Journal of Cardiac Failure*, v. 29, n. 3, p. 345-352, 2023.

BAYOUMY, K. et al. Smart wearable devices in cardiovascular care: where we are and how to move forward. *Nature Reviews Cardiology*, v. 18, n. 8, p. 581-599, 2021.

SCARDO, S. et al. Bioimpedance spectroscopy for fluid status assessment in heart failure: a systematic review. *European Journal of Heart Failure*, v. 22, n. 7, p. 1132-1142, 2020.

PONIKOWSKI, P. et al. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *European Heart Journal*, v. 37, n. 27, p. 2129-2200, 2016.

FALVEY, J. R. et al. Wearable technology to assess physical function in older adults: a scoping review. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, v. 43, n. 4, p. 194-204, 2020.

AFILALO, J. et al. Frailty assessment in the cardiovascular care of older adults. *Journal of the American College of Cardiology*, v. 70, n. 18, p. 2279-2291, 2017.

PATEL, M. S. et al. Wearable devices as facilitators, not drivers, of health behavior change. *JAMA*, v. 323, n. 3, p. 208-209, 2020.

BARRETT, P. M. et al. Comparison of 24-hour Holter monitoring with 14-day novel adhesive patch electrocardiographic monitoring. *American Journal of Medicine*, v. 127, n. 1, p. 95.e11-95.e17, 2014.

SANA, F. et al. Wearable devices for ambulatory cardiac monitoring: a systematic review. *Journal of the American College of Cardiology: Clinical Electrophysiology*, v. 6, n. 4, p. 602-610, 2020.

PEREZ, M. V. et al. Large-scale assessment of a smartwatch to identify atrial fibrillation. *New*

England Journal of Medicine, v. 381, n. 20, p. 1909-1917, 2019.

CHEUNG, C. C. et al. Diagnostic accuracy of smartwatches for detecting atrial fibrillation: a systematic review. *Journal of Medical Internet Research*, v. 24, n. 5, p. e35247, 2022.

ATTIA, Z. I. et al. Screening for cardiac contractile dysfunction using an artificial intelligence-enabled electrocardiogram. *Nature Medicine*, v. 25, n. 1, p. 70-74, 2019.

ARQUILLA, K. et al. Textile-based ECG monitoring for wearable health applications. *Sensors*, v. 20, n. 18, p. 5123, 2020.

PEVNICK, J. M. et al. Wearable technology for cardiology: an update and framework for the future. *Trends in Cardiovascular Medicine*, v. 28, n. 2, p. 144-150, 2018.

GUAZZI, M. et al. Exercise intolerance in heart failure with preserved ejection fraction: more than a heart problem. *Journal of the American College of Cardiology*, v. 67, n. 15, p. 1867-1875, 2016.

MIGUELES, J. H. et al. Accelerometer data collection and processing criteria to assess physical activity: a systematic review. *Sports Medicine*, v. 47, n. 9, p. 1821-1845, 2017.

BRUBAKER, P. H.; KITZMAN, D. W. Chronotropic incompetence: causes, consequences, and management. *Circulation*, v. 123, n. 9, p. 1010-1020, 2011.

LIP, G. Y. H. et al. Atrial fibrillation in younger patients: challenges and opportunities. *European Heart Journal*, v. 37, n. 40, p. 3085-3087, 2016.

WISSLER, E. H.; ZAHARIEV, A. Thermoregulatory challenges of wearable technologies. *Applied Ergonomics*, v. 85, p. 103067, 2020.

TURAKHIA, M. P. et al. Rationale and design of the mHealth Screening to Prevent Strokes (mSToPS) randomized clinical trial. *American Heart Journal*, v. 215, p. 77-85, 2019.

DAGHER, L. et al. Barriers to the adoption of wearable sensors in the community: a qualitative study. *Journal of Medical Systems*, v. 44, n. 9, p. 164, 2020.

SANNA, T. et al. Cryptogenic stroke and underlying atrial fibrillation. *New England Journal of Medicine*, v. 370, n. 26, p. 2478-2486, 2014.

HALCOX, J. P. J. et al. Assessment of remote heart rhythm sampling using the AliveCor heart monitor to screen for atrial fibrillation: the REHEARSE-AF study. *Circulation*, v. 136, n. 19, p. 1784-1794, 2017.

OLIVEIRA, G. M. M. et al. Cardiovascular statistics—Brazil 2020. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v. 115, n. 3, p. 308-439, 2020.

ABRAHAM, W. T. et al. Wireless pulmonary artery haemodynamic monitoring in chronic heart failure: a randomised controlled trial. *The Lancet*, v. 387, n. 10017, p. 412-419, 2016.



ZILE, M. R. et al. Remote monitoring of heart failure patients: a review of current technologies and future directions. *Heart Failure Reviews*, v. 25, n. 3, p. 389-400, 2020.