

CARDIOLOGIA

TEORIA E PRÁTICA

EDIÇÃO XXII

Capítulo 9



DISPOSITIVOS VESTÍVEIS E BIOSSENSORES NO MANEJO DA INSUFICIÊNCIA CARDÍACA: AVANÇOS E DESAFIOS

AMANDA NUNES MARQUES FIRME¹
ANNA LUIZA DA CUNHA SOUTO²
LARA BARRA FIGUEIREDO²
MARIA CLARA ADERNE DUARTE¹
MÁRIO JOSÉ FERRAZ DE OLIVEIRA NETO²

1. Discente – Medicina na Escola Superior de Ciências da Santa Casa de Misericórdia de Vitória (EMESCAM).
2. Discente – Medicina na Universidade Vila Velha (UVV).

Palavras-chave
Insuficiência Cardíaca; Wearables; Biossensores.

DOI

10.59290/5529260009

EP EDITORA
PASTEUR

INTRODUÇÃO

A insuficiência cardíaca (IC) é uma síndrome clínica complexa, resultante de anormalidades estruturais ou funcionais do coração que comprometem sua capacidade de enchimento ou ejeção de sangue. Pode ser classificada de diferentes formas, seja pela duração (aguda ou crônica), pelas condições hemodinâmicas, pelas manifestações clínicas ou pela fração de ejeção ventricular, sendo frequentemente associada à hipertensão arterial sistêmica, valvopatias e doença arterial coronariana. Trata-se de uma condição prevalente, responsável por altas taxas de morbimortalidade e significativo impacto socioeconômico.

Segundo Bocchi (2016), no Brasil, a IC é responsável por aproximadamente 300 mil internações anuais, ocupando o primeiro lugar entre as causas de internação por doenças cardiovasculares no Sistema Único de Saúde (SUS) e gerando elevado custo ao sistema público de saúde.

Nos últimos anos, dispositivos vestíveis (*wearables*) e biossensores têm se destacado no cenário clínico por permitirem o monitoramento contínuo e não invasivo de diversos parâmetros fisiológicos, como frequência cardíaca, pressão arterial, oximetria de pulso, dentre outros. Esses dispositivos tornaram-se mais acessíveis à população, incluindo diferentes classes socioeconômicas, e apresentam formatos variados, como relógios inteligentes, pulseiras, anéis e sensores específicos.

O uso de *wearables* e biossensores na IC possibilita a detecção precoce de sinais de descompensação, facilita o acompanhamento remoto por profissionais de saúde e contribui para intervenções oportunas. Dessa forma, representa uma estratégia promissora para otimizar o manejo clínico, melhorar a qualidade de vida dos pacientes e reduzir hospitalizações. Apesar

do crescente uso desses dispositivos, ainda há lacunas quanto à sua efetividade no manejo clínico e no impacto sobre desfechos clínicos na IC, o que justifica a realização do presente estudo.

MÉTODO

Este trabalho consiste em uma revisão sistematizada da literatura, elaborada com o intuito de reunir e analisar publicações científicas que abordassem o uso de dispositivos vestíveis (*wearables*) e biossensores em pacientes com insuficiência cardíaca. A busca pelos artigos foi realizada na base de dados PubMed, uma das principais fontes de informação científica da área da saúde, considerando o período de junho de 2020 a junho de 2025.

Para definir a estratégia de busca, foram utilizados os termos em inglês “*Wearables*”, “*Biosensors*” e “*Heart Failure*”, combinados com o operador booleano AND, a fim de refinar os resultados para estudos que relacionassem simultaneamente esses três temas. Foram considerados elegíveis os artigos originais completos, disponíveis gratuitamente em texto completo, escritos em inglês e com relação direta ao tema proposto. A escolha dos estudos foi feita com base na leitura dos títulos e resumos, e, quando necessário, foi feita a leitura do texto completo para confirmar se o estudo atendia aos critérios.

Foram excluídos os trabalhos que se encontravam em andamento, ou que não apresentavam resultados concretos. Para cada estudo incluído, foram observados dados como o tipo de estudo, a população incluída, as características dos dispositivos utilizados, os objetivos clínicos do uso dos *wearables* ou biossensores e os principais resultados obtidos. Esses dados foram organizados e descritos para facilitar a aná-

lise e o entendimento sobre como esses dispositivos têm sido aplicados na prática clínica em casos de insuficiência cardíaca.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A presente revisão reuniu 12 publicações completas, datadas de 2020 a 2025, que investigam o uso de *wearables* e biossensores no manejo da insuficiência cardíaca (IC). Esses trabalhos englobam revisões narrativas, protocolos de estudo e análises de coorte.

De forma geral, os dispositivos avaliados nos estudos incluídos podem ser classificados em três grupos principais: *wearables* de uso comercial, como *smartwatches* e pulseiras de fitness; plataformas médicas especializadas, como *patches* e sensores torácicos; e biossensores integrados a algoritmos de inteligência artificial (IA). Esses sistemas permitem a coleta de parâmetros fisiológicos como frequência cardíaca, pressão arterial, oximetria, variabilidade da frequência cardíaca, ritmo cardíaco e, em alguns casos, biomarcadores séricos (MOSHAWRAB *et al.*, 2023; IQBAL *et al.*, 2024).

Do ponto de vista clínico, os estudos convergem quanto ao potencial de detecção precoce da descompensação. O artigo de Guess *et al.* (2024) descreveu que a avaliação contínua do estado de volume por sensores de anel ou de tórax antecipa sinais de deterioração hemodinâmica, permitindo ajustes terapêuticos oportunos e evitando internações. Complementarmente, a revisão de Desai *et al.* (2021) mostrou que estratégias de telemonitoramento não invasivo associadas a suporte telefônico estruturado reduziram mortalidade (RR 0,80-0,87) e reinternações por IC (RR 0,71-0,85), embora o efeito seja mais robusto em seguimentos ≤ 6 meses e menos consistente em períodos mais longos. A

heterogeneidade metodológica (variáveis monitoradas, frequência de coleta e adesão do paciente) permanece um limitador importante.

Entre as abordagens invasivas, o implante de sensor de pressão arterial pulmonar (CardioMEMS™) demonstrou queda significativa nas hospitalizações, mas seu alto custo e a necessidade de procedimento endovascular restringem a adoção ampla, sobretudo em sistemas de saúde com recursos limitados. Nesse cenário, a plataforma CardioTag / Cardiosense®, que combina seismocardiografia, fotopletismografia e ECG de alta fidelidade, alcançou correlação elevada (R^2 0,95) para estimar variações do atrito capilar pulmonar (PCWP) em validação contra cateterismo, oferecendo alternativa não invasiva à monitorização hemodinâmica guiada (GUESS *et al.*, 2024).

Outra vertente em expansão envolve biossensores dedicados à quantificação de biomarcadores. O artigo de Mungroo *et al.* (2023) detalha plataformas baseadas em nanomateriais para dosagem *point-of-care* de BNP/NT-pro-BNP, sST2, galectina-3 e troponinas, entre outros, com sensibilidade adequada para triagem e estratificação prognóstica na IC. A possibilidade de integrar esses dados bioquímicos ao monitoramento contínuo de sinais vitais amplia o espectro de alerta clínico, embora ensaios randomizados que comprovem impacto em desfechos duros ainda sejam escassos.

Somadas, as evidências atuais sugerem benefício modesto, porém clinicamente relevante, sobretudo na redução de reinternações e na otimização do tratamento guiado por parâmetros objetivos. Contudo, persistem desafios logísticos e técnicos: interoperabilidade dos dados com prontuários eletrônicos, validação regulatória, sustentabilidade financeira e, sobretudo, adesão do paciente, frequentemente prejudicada por desconforto ou baixa literacia digital

(MEDHI *et al.*, 2024; MOSHAWRAB *et al.*, 2023).

CONCLUSÃO

Em síntese, *wearables* e biossensores representam instrumentos promissores para transformar o manejo da IC em direção a um modelo

preditivo, preventivo e personalizado. O futuro próximo exigirá estudos multicêntricos que padronizem métricas, incorporem inteligência artificial para estratificar risco em tempo real e avaliem custo-efetividade em diferentes contextos de saúde.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GREGÓRIO, C. *et al.* From wristbands to implants: the transformative role of wearables in heart failure care. *Healthcare*, v. 12, p. 2572, 2024. doi: 10.3390/healthcare12242572.
- GOLBUS, J.R. *et al.* Association between wearable device measured activity and patient-reported outcomes for heart failure. *JACC: Heart Failure*, v. 11, p. 1521, 2023. doi: 10.1016/j.jchf.2023.05.033.
- GUESS, M. *et al.* Recent advances in materials and flexible sensors for arrhythmia detection. *Materials*, v. 15, p. 724, 2022. doi: 10.3390/ma15030724.
- IQBAL, S.M.A. *et al.* Advances in cardiovascular wearable devices. *Biosensors*, v. 14, p. 525, 2024. doi: 10.3390/bios14110525.
- LOSCALZO, J. *et al.* *Medicina Interna de Harrison*. 21. ed. Porto Alegre: AMGH, 2024.
- KAYA, S.I. *et al.* Approaches and challenges for biosensors for acute and chronic heart failure. *Biosensors (Basel)*, v. 13, p. 282, 2023. doi: 10.3390/bios13020282.
- MARTINS, M.A. *et al.* *Clínica Médica, Volume 2: Doenças Cardiovasculares, Doenças Respiratórias, Emergências e Terapia Intensiva*. 2. ed. Barueri: Manole, 2016.
- MEDHI, D. *et al.* Artificial intelligence and its role in diagnosing heart failure: a narrative review. *Cureus*, v. 16, p. e59661, 2024. doi: 10.7759/cureus.59661.
- MOSHAWRAB, M. *et al.* Smart wearables for the detection of cardiovascular diseases: a systematic literature review. *Sensors*, v. 23, p. 828, 2023. doi: 10.3390/s23020828.
- NEILL, L. *et al.* Novel noninvasive biosensors and artificial intelligence for optimized heart failure management. *JACC: Basic to Translational Science*, v. 7, p. 316, 2022. doi: 10.1016/j.jacbts.2022.02.014.
- REAMER, C. *et al.* Continuous remote patient monitoring in heart failure patients (CASCADE study): mixed methods feasibility protocol (preprint). *JMIR Research Protocols*, v. 11, 2022. doi: 10.2196/36741.
- SINGHAL, A. & COWIE, M.R. The role of wearables in heart failure. *Current Heart Failure Reports*, v. 17, p. 125, 2020. doi: 10.1007/s11897-020-00467-x.
- VEENIS, J.F. *et al.* Remote monitoring in chronic heart failure patients: is non-invasive remote monitoring the way to go? *Sensors*, v. 21, p. 887, 2021. doi: 10.3390/s21030887.
- WATTANACHAYAKUL, P. *et al.* Non-invasive heart failure monitoring: leveraging smart scales and digital biomarkers to improve heart failure outcomes. *Heart Failure Reviews*, v. 29, p. 1145, 2024. doi: 10.1007/s10741-024-10426-6.