

INTRODUÇÃO

A insuficiência cardíaca (IC) é uma condição crônica que demanda acompanhamento contínuo dos indivíduos acometidos pelos profissionais de saúde. Contudo, barreiras como acesso limitado aos serviços de saúde, baixa adesão ao tratamento e monitoramento intermitente dificultam o manejo desses pacientes. Nesse ínterim, estratégias que permitam o acompanhamento mais próximo são desejáveis para melhorar seus resultados (McDonagh *et al.*, 2021).

O avanço das tecnologias digitais, com foco naquelas baseadas em inteligência artificial (IA), tem ampliado a capacidade de monitoramento remoto, permitindo coleta contínua de dados a suporte à decisão clínicas. A literatura atual sugere que esses produtos podem favorecer intervenções mais oportunas e personalizadas no cuidado a pessoa com IC (Masotta *et al.*, 2024; Pizarro *et al.*, 2025).

Contudo, ainda persistem lacunas relacionadas ao real efeito dessas tecnologias, relacionadas especialmente a heterogeneidade dos estudos e limitações metodológicas (Kwaah *et al.*, 2025). Logo, esta revisão objetivou analisar o efeito das tecnologias de IA para monitoramento remoto sobre desfechos clínicos, operacionais e relacionados ao paciente em adultos com insuficiência cardíaca.

MÉTODO

Trata-se de uma revisão sistemática da literatura conduzida conforme os critérios do *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) (Page *et al.*, 2021) e da diretriz *Synthesis Without Meta-analysis* (SWiM) (Campbell *et al.*, 2020).

A questão de pesquisa foi elaborada de acordo com a estratégia *Population, Intervention, Comparison e Outcomes* (PICO), na qual a (P) correspondeu a adultos com insuficiência cardíaca, (I) a tecnologias de inteligência artificial para monitoramento remoto, (C) ao cuidado usual, à ausência de intervenção ou à comparação intragrupo (pré e pós-intervenção), e (O) incluíram desfechos clínicos (hospitalização, mortalidade e otimização terapêutica), operacionais (adesão, viabilidade, aceitabilidade das tecnologias e impacto na carga de trabalho assistencial) e relacionados ao paciente (qualidade de vida e saúde mental).

Assim, formulou-se a seguinte questão de pesquisa: qual é o efeito das tecnologias de inteligência artificial para monitoramento remoto, em comparação ao cuidado usual, à ausência de intervenção ou à comparação intragrupo, sobre desfechos clínicos, operacionais e relacionados ao paciente em adultos com insuficiência cardíaca?

Foram incluídos estudos primários com adultos (≥ 18 anos) com insuficiência cardíaca que avaliassem pelo menos um desfecho de interesse, independentemente do delineamento ou presença de grupo controle, sem restrição de idioma ou período. Excluíram-se revisões, editoriais, cartas, resumos de congresso, protocolos, estudos fora do escopo e aqueles indisponíveis na íntegra.

Os estudos potencialmente relevantes foram recuperados a partir de equação de busca, constituída por vocabulários controlados do Descritores em Ciências da Saúde (DeCS), *Medical Subject Headings* (MeSH) e Emtree, assim como termos livres, combinados pelo operador booleano AND e OR, sendo a estratégia base: ("Heart Failure" OR "heart failure" OR "cardiac failure" OR "congestive heart failure") AND ("Artificial Intelligence" OR "Machine Learning" OR "Deep Learning" OR "artificial intelligence" OR "machine learning" OR "deep learning" OR "neural networks" OR "algorithm*") AND ("Remote Patient Monitoring" OR "Telemedicine" OR "telemonitoring" OR "remote monitoring" OR "telehealth" OR "mHealth" OR "digital health").

As buscas foram realizadas de janeiro a fevereiro de 2026 na MEDLINE/PubMed, Scopus, *Web of Science*, Embase e Cochrane, adaptando a estratégia de busca para cada base de dados.

Os estudos identificados foram exportados para o gerenciador de referências Rayyan[®]. A seleção dos estudos foi realizada em 3 etapas por dois revisores independentes, com eventuais conflitos sendo solucionados por terceiro avaliador. Primeiro, removeu-se as duplicidades. Posteriormente, seguiu-se com leitura de títulos e resumo. Por fim, avaliou-se os estudos na íntegra. Esse processo foi relatado de acordo com o fluxograma PRISMA. A extração dos dados foi realizada em planilha do *Microsoft Excel*[®] por dois revisores independentes, incluindo características dos estudos, intervenções, comparadores, desfechos e resultados.

A avaliação do risco de viés foi realizada de forma independente por dois revisores, utilizando a *Cochrane Collaboration Risk of Bias Tool* (RoB 2) (Sterne *et al.*, 2019) para o ensaio clínico randomizado e o *Risk Of Bias In Non-randomized Studies – of Interventions* (ROBINS-I) (Sterne *et al.*, 2016) para os estudos não randomizados. Foram analisados vieses relacionados à seleção dos participantes, confusão, classificação e desvios da intervenção, dados incompletos, mensuração dos desfechos e relato seletivo. Os domínios foram classificados como baixo risco, algumas preocupações/moderado ou alto risco, com atribuição de julgamento global para cada estudo. Divergências foram resolvidas por consenso ou por um terceiro revisor, e os resultados foram apresentados de forma descritiva e em figura.

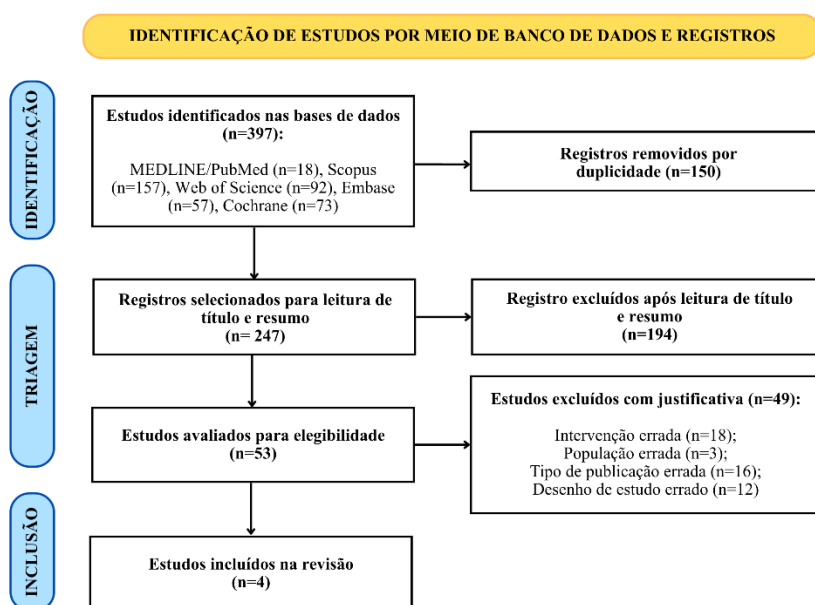
Devido à heterogeneidade dos estudos, não foi realizada meta-análise nem avaliação pelo GRADE. Procedeu-se à síntese narrativa conforme SWiM, com agrupamento por desfechos clínicos, operacionais e centrados no paciente, considerando a direção dos efeitos, além de diferenças metodológicas e contextuais. Os resultados foram apresentados de forma descritiva e comparativa, com apoio de tabelas.

Por utilizar dados já publicados e não envolver coleta com outros seres humanos, dispensou apreciação por Comitê de Ética em Pesquisa (CEP). Contudo, os aspectos ético-legais envolvidos, assim como as boas práticas em pesquisa, foram respeitados, com devida citação de todas as referências utilizadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As buscas identificaram 397 estudos potencialmente relevantes, dos quais 150 foram excluídos por duplicidade. Dos 247 estudos restantes, procedeu-se à leitura de títulos e resumos, resultando na exclusão de 194 após aplicação dos critérios de elegibilidade. Assim, 53 artigos foram avaliados na íntegra, dos quais 49 foram excluídos. Ao final, 4 estudos foram incluídos nesta revisão. As principais razões para exclusão envolveram a não conformidade com os critérios de intervenção, população, delineamento ou tipo de publicação (Figura 1).

Figura 1 – Fluxograma PRISMA. Fortaleza, CE, Brasil, 2026.



Fonte: elaboração própria.

Os estudos incluídos, publicados entre 2023 e 2026 e conduzidos nos Estados Unidos, Itália e Espanha, apresentaram heterogeneidade quanto aos delineamentos, incluindo um ensaio clínico randomizado, um estudo observacional pré-pós, um estudo controlado não randomizado e um estudo piloto de viabilidade. As amostras variaram de 27 a 185 participantes, compostas por adultos com insuficiência cardíaca, predominantemente nas classes II–III da *New York Heart Association*. As intervenções envolveram diferentes tecnologias baseadas em inteligência artificial para monitoramento remoto, como plataformas digitais, sistemas conversacionais e dispositivos vestíveis, comparadas ao cuidado usual ou à avaliação intragrupo. De modo geral, observou-se direção favorável dos efeitos para desfechos clínicos, operacionais e centrados no paciente, embora com variabilidade metodológica e limitação do número de estudos incluídos (Quadro 1).

Quadro 1 – Caracterização dos estudos (n=4). Fortaleza, CE, Brasil, 2026.

Autor (ano) / País / Idioma	Desenho de estudo / amostra	Intervenção	Desfechos	Resultados
D’Amario <i>et al.</i> (2023) / Itália / Inglês	Estudo multicêntrico observacional (pré-pós) (n=185)	Plataforma digital baseada em IA (AZIMUTH) com app + dispositivos IoT ^a + monitoramento remoto	Reinternação; qualidade de vida (KCCQ ^b)	Redução significativa de rehospitalizações e melhora da qualidade de vida (p<0,05), indicando direção favorável
DeVore <i>et al.</i> (2025) / Estados Unidos / Inglês	Ensaio clínico multicêntrico, aberto, randomizado (intervenção n=61; controle n=61; n=122)	Plataforma digital com IA (BiovitalsHF) + sensores vestíveis para titulação terapêutica	Otimização terapêutica (escore)	Maior otimização terapêutica no grupo intervenção (p<0,001), indicando direção favorável
Olivella <i>et al.</i> (2026) / Espanha / Inglês	Estudo prospectivo controlado, não randomizado (piloto) (intervenção n=86; controle n=40)	Sistema de IA conversacional (CAIS) com monitoramento remoto via chamadas automatizadas	Desfecho composto (morte ou hospitalização por IC ^c); qualidade de vida (KCCQ-12 ^d)	Melhora da qualidade de vida (p=0,019) e redução do desfecho composto (HR 0,39; p=0,041), indicando direção favorável
Sideris <i>et al.</i> (2023) / Estados Unidos / Inglês	Estudo multicêntrico (fase vanguard não randomizada) (n=27)	Sensor vestível + plataforma de IA (MCI) para detecção precoce	Viabilidade (resposta a alertas)	Alta resposta a alertas e viabilidade da intervenção, sem desfechos clínicos comparativos, indicando direção favorável para desfechos operacionais

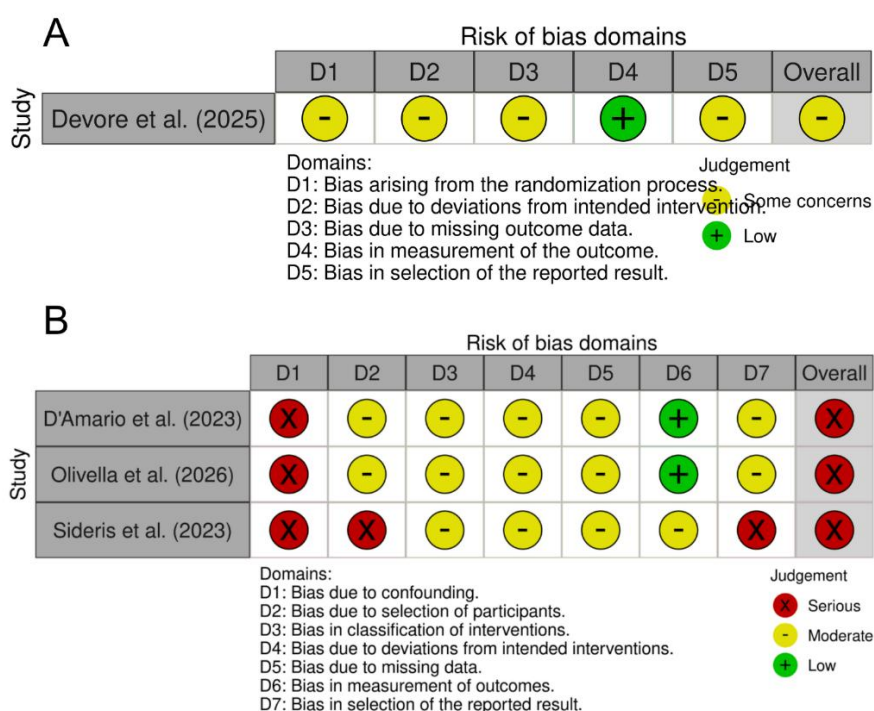
^a IoT: *Internet of Things*; ^b KCCQ: *Kansas City Cardiomyopathy Questionnaire*; ^c IC: Insuficiência Cardíaca; ^d KCCQ-12: *Kansas City Cardiomyopathy Questionnaire-12*

Fonte: elaboração própria.

A Figura 2 apresenta a avaliação do risco de viés dos estudos incluídos. O ensaio clínico apresentou algumas preocupações quanto ao risco de viés global, principalmente relacionadas aos domínios de randomização, desvios da intervenção, dados incompletos e

seleção do resultado, embora tenha apresentado baixo risco na mensuração dos desfechos. Em relação aos estudos não randomizados, observou-se predomínio de alto risco de viés, especialmente no domínio de confusão em todos os estudos. Adicionalmente, foram identificadas limitações relacionadas à seleção dos participantes, desvios das intervenções e relato seletivo, com destaque para o estudo piloto, que apresentou maior comprometimento metodológico. Esses achados indicam que a qualidade metodológica dos estudos incluídos é variável, com maior robustez no ensaio clínico randomizado em comparação aos estudos observacionais.

Figura 2 – Avaliação do risco de viés. Fortaleza, CE, Brasil, 2026.



A: Avaliação do risco de viés do ensaio clínico randomizado pelo RoB 2; B: Avaliação do risco de viés dos estudos não randomizados pelo ROBINS-I.

Fonte: elaboração própria.

Os resultados foram organizados em desfechos clínicos, operacionais e centrados no paciente. Nos desfechos clínicos, observou-se direção favorável, com redução de reinternação e melhora na otimização terapêutica, ambas estatisticamente significativas. Nos desfechos centrados no paciente, verificou-se direção favorável para qualidade de vida, evidenciada por melhora significativa nos escores de KCCQ. Nos desfechos operacionais, observou-se direção favorável, caracterizada pela viabilidade da intervenção e elevada resposta a alertas, embora sem avaliação de desfechos clínicos comparativos nesse contexto. De modo geral, as intervenções demonstraram efeitos favoráveis; contudo, a interpretação dos achados

deve considerar a heterogeneidade metodológica, o alto risco de viés e o reduzido número de estudos incluídos.

Os achados desta revisão evidenciam, ainda que de forma preliminar, o potencial das tecnologias baseadas em inteligência artificial para melhorar os desfechos de pacientes adultos com insuficiência cardíaca, especialmente na redução de reinternações, na otimização terapêutica e na melhora da qualidade de vida. Esses resultados convergem com evidências recentes que indicam que estratégias de telemonitoramento contribuem para o aprimoramento do manejo clínico dessa população (Masotta *et al.*, 2024). Ademais, a incorporação da inteligência artificial possibilita a análise contínua de dados e a personalização do cuidado, favorecendo intervenções mais oportunas e potencialmente mais eficazes (Pizarro *et al.*, 2025). Esses achados reforçam o potencial da IA como ferramenta complementar no cuidado longitudinal da insuficiência cardíaca.

Entretanto, esses achados devem ser interpretados com cautela, considerando que o número reduzido de estudos incluídos, aliado ao predomínio de alto risco de viés e à heterogeneidade metodológica e das intervenções, limita a robustez das evidências. De forma semelhante, Kwaah *et al.* (2025) demonstram que, embora haja tendência favorável ao uso de tecnologias de telemonitoramento não invasivas, os resultados permanecem heterogêneos e inconsistentes entre os estudos. Essa variabilidade pode ser atribuída a diferenças nos delineamentos, nas tecnologias empregadas, no tempo de acompanhamento e no nível de engajamento dos participantes.

Esta revisão apresenta limitações importantes, incluindo o reduzido número de estudos, o alto risco de viés e a heterogeneidade dos métodos e intervenções, o que compromete a comparabilidade e a generalização dos achados. Além disso, a ausência de meta-análise impossibilita a estimativa quantitativa dos efeitos, reduzindo a força das conclusões. Ainda assim, os resultados indicam que as tecnologias baseadas em inteligência artificial constituem uma abordagem promissora no manejo da insuficiência cardíaca, reforçando a necessidade de estudos mais robustos para consolidar sua aplicabilidade clínica.

CONCLUSÃO

O presente estudo permitiu analisar o efeito das tecnologias baseadas em inteligência artificial para monitoramento remoto sobre desfechos clínicos, operacionais e relacionados ao paciente em adultos com insuficiência cardíaca. Os resultados demonstraram o potencial dessas ferramentas de melhorar desfechos clínicos, operacionais e centrados no paciente, especialmente relacionado a redução de reinternações, otimização terapêutica e

melhora da qualidade de vida. Porém, a evidência disponível ainda é limitada, constituída por poucos estudos heterogêneos entre si com predominância de alto risco de viés, o que restringe a robustez dos achados. Dessa forma, apesar de promissoras, o cenário identificado aponta para a necessidade de estudos mais robustos, com foco em ensaios clínicos randomizados, para confirmar sua efetividade e orientar sua incorporação segura e eficiente na prática clínica.

REFERÊNCIAS

CAMPBELL, M. *et al.* Synthesis without meta-analysis (SWiM) in systematic reviews: reporting guideline. **BMJ**, v. 368, p. 16890, 2020.

D'AMARIO, D. *et al.* Digital health platform based on artificial intelligence for monitoring patients with chronic heart failure: results from the AZIMUTH-I study. **European Heart Journal – Digital Health**, v. 44, suppl. 2, 2023.

DEVORE, A. D. *et al.* Digital platform to optimize guideline-directed heart failure therapy: results of the AIM-POWER trial. **Circulation: Heart Failure**, v. 19, n. 2, 2025..

KWAAH, P. A. *et al.* Telemonitoramento não invasivo na insuficiência cardíaca: uma revisão sistemática. **Medicina**, v. 61, p. 1277, 2025.

MASOTTA, V. *et al.* Telehealth care and remote monitoring strategies in heart failure patients: a systematic review and meta-analysis. **Heart & Lung**, v. 64, p. 149–167, 2024.

MCDONAGH, T. A. *et al.* 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. **European Heart Journal**, v. 42, n. 36, p. 3599–3726, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab368>. Acesso em: 22 mar. 2026.

OLIVELLA, P. *et al.* Conversational artificial intelligence system for remote monitoring in heart failure: a pilot controlled study. **European Heart Journal**, v. 7, n. 3, 2026.

PAGE, M. J. *et al.* The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. **BMJ**, v. 372, p. n71, 2021.

PIZARRO, C. S. *et al.* Non-invasive remote monitoring in heart failure: towards wearable devices and artificial intelligence solutions. **Current Heart Failure Reports**, v. 22, p. 44, 2025.

SIDERIS, K. *et al.* Continuous wearable monitoring analytics to improve outcomes in heart failure: vanguard phase results and study design of the randomized phase of LINK-HF2 multicenter study. **Journal of Cardiac Failure**, v. 29, n. 4, 2023.

STERNE, J. A. C. *et al.* RoB 2: a revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. **BMJ**, v. 366, p. 14898, 2019.

STERNE, J. A. C. *et al.* ROBINS-I: a tool for assessing risk of bias in non-randomised studies of interventions. **BMJ**, v. 355, p. i4919, 2016.