








Uso da variabilidade da frequência cardíaca na predição da fragilidade em pessoas idosas: revisão de escopo

Use of heart rate variability in predicting frailty in older adults: a scoping review

Como citar este artigo:

Inácio EDAS, Silva AMR, Abdala EAR, Alves KCA, Ramos SAA, Cabral JVB, et al. Use of heart rate variability in predicting frailty in older adults: a scoping review. Rev Rene. 2026;27:e96455. DOI: <https://doi.org/10.36517/2175-6783.20262796455>

 Elton Douglas Alves da Silva Inácio¹
 Antonio Marcos Rodrigues da Silva²
 Ellen de Araujo Rodrigues Abdala²
 Kaio César de Araújo Alves²
 Sara Aléxia de Amorim Ramos²
 João Victor Batista Cabral¹
 Keylla Talitha Fernandes Barbosa²

¹Universidade Federal da Paraíba.
João Pessoa, PB, Brasil.

²Universidade Estadual da Paraíba.
Campina Grande, PB, Brasil.

Autor correspondente:

Elton Douglas Alves da Silva Inácio
Universidade Federal da Paraíba, Campus I.
Conj. Pres. Castelo Branco III, CEP: 58051-900.
João Pessoa, PB, Brasil.
E-mail: dougelton3@gmail.com

Conflito de interesse: os autores declararam que não há conflito de interesse.

EDITOR CHEFE: Ana Fatima Carvalho Fernandes 

EDITOR ASSOCIADO: Francisca Diana da Silva Negreiros 

RESUMO

Objetivo: mapear as evidências sobre o uso da variabilidade da frequência cardíaca como preditor da fragilidade em pessoas idosas. **Métodos:** revisão de escopo realizada em oito bases de dados nacionais e internacionais e em dois catálogos de teses e dissertações, sem restrição temporal ou de idioma. Foram incluídos estudos que abordaram pessoas idosas (população), a variabilidade da frequência cardíaca (conceito) e sua aplicação na avaliação ou predição da fragilidade (contexto). A seleção dos estudos foi realizada por revisores independentes, e os dados foram sintetizados de forma descritiva. **Resultados:** foram incluídos 15 estudos, os quais evidenciaram o uso da variabilidade da frequência cardíaca associada a outros marcadores funcionais, bem como o crescente emprego de sensores vestíveis na avaliação da fragilidade. **Conclusão:** a variabilidade da frequência cardíaca configura-se como um marcador fisiológico promissor para a triagem precoce da fragilidade em pessoas idosas, com potencial para subsidiar um cuidado mais eficaz e oportuno. **Contribuições para a prática:** os achados podem apoiar o monitoramento da saúde da pessoa idosa e o planejamento de intervenções centradas no paciente no contexto da fragilidade.

Descritores: Fragilidade; Frequência Cardíaca; Idoso; Revisão de Escopo.

ABSTRACT

Objective: to map the evidence on the use of heart rate variability as a predictor of frailty in older adults. **Methods:** scoping review conducted in eight national and international databases and two thesis and dissertation catalogs, with no time or language restrictions. Studies addressing older adults (population), heart rate variability (concept), and its application in the assessment or prediction of frailty (context) were included. Study selection was performed by independent reviewers, and the data were synthesized descriptively. **Results:** 15 studies were included, which highlighted the use of heart rate variability in association with other functional markers, as well as the increasing use of wearable sensors in frailty assessment. **Conclusion:** heart rate variability is a promising physiological marker for the early screening of frailty in older adults, with the potential to support more effective and timely care. **Contributions to practice:** the findings may support monitoring of older adults' health and the planning of patient-centered interventions in the context of frailty.

Descriptors: Frailty; Heart Rate; Aged; Scoping Review.

Introdução

O envelhecimento populacional decorre de transformações sociais, políticas e econômicas iniciadas no século XX, refletidas na redução das taxas de mortalidade e fecundidade, com impactos diretos na estrutura etária e no perfil epidemiológico mundial⁽¹⁾. Estima-se que a proporção de pessoas idosas no mundo aumente de 10% para 22% entre 2000 e 2050, alcançando cerca de 2 bilhões de indivíduos com 60 anos ou mais. No Brasil, o Censo Demográfico de 2022 indica mais de 32 milhões de pessoas idosas, correspondendo a um aumento de 56% em relação a 2010, com tendência de crescimento contínuo nas próximas décadas⁽²⁾.

Do ponto de vista fisiológico, o envelhecimento é um processo gradual, irreversível e multifacetado, caracterizado pela redução progressiva da proliferação, diferenciação e função celular, com repercussões em diversos tecidos e órgãos⁽³⁾. Além das alterações biológicas, envolve dimensões sociais e individuais, resultando em diferentes trajetórias de envelhecimento. Esse processo dinâmico compromete a capacidade adaptativa e aumenta a vulnerabilidade a estressores internos e externos, elevando o risco de morbidades, hospitalizações, dependência e óbito⁽³⁻⁴⁾. Nesse cenário, destaca-se a síndrome da fragilidade, marcada por disfunções físicas associadas à sarcopenia e alterações endócrinas e neurológicas, expressas por um ciclo de perda de peso, exaustão, redução da atividade física, diminuição da força muscular e lentidão da marcha, culminando em maior risco de quedas, internações e mortalidade⁽⁵⁻⁷⁾.

A fragilidade severa associa-se à redução da resistência e da capacidade de adaptação aos estressores ambientais, envolvendo alterações nos sistemas homeostáticos, especialmente no sistema nervoso autônomo. A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) constitui um método indireto de avaliação da modulação autonômica, ao analisar as variações entre os intervalos R-R consecutivos, refletindo a capacidade adaptativa do organismo⁽⁷⁾. Valores elevados de VFC indicam melhor adaptação autonômica, enquanto valores re-

duzidos sugerem disfunção ou adaptação insuficiente. Nesse contexto, é plausível que a VFC esteja alterada em pessoas idosas frágeis, e o uso de tecnologias como sensores vestíveis tem se mostrado promissor para a monitorização e detecção precoce do risco de fragilidade, subsidiando intervenções mais oportunas⁽⁵⁻⁷⁾.

Nesse sentido, o aumento da longevidade impõe ao sistema de saúde o desafio de desenvolver iniciativas que viabilizem a detecção precoce de condições relacionadas à vulnerabilidade funcional, como a Síndrome da Fragilidade. Para tanto, é fundamental que os profissionais de saúde reconheçam novos modos de cuidar, adotando abordagens preventivas. Nesse cenário, destaca-se o crescente interesse na utilização da VFC como marcador funcional em pessoas idosas, especialmente em decorrência do avanço de tecnologias que permitem sua mensuração de forma mais acessível e não invasiva. Diante desse cenário, a realização de uma revisão de escopo mostra-se apropriada, por permitir a identificação, o mapeamento e a caracterização das evidências existentes, bem como das lacunas do conhecimento sobre o tema.

Cabe mencionar que foi realizada uma busca preliminar no *Open Science Framework* (OSF), na *Database of Abstracts of Reviews of Effects* (DARE) e na Biblioteca Cochrane, não sendo identificada nenhuma revisão de escopo sobre temática semelhante. Diante disso, o protocolo de pesquisa foi registrado no OSF.

Nesse contexto, esta revisão busca responder à seguinte questão norteadora: Quais são as evidências disponíveis sobre a mensuração da VFC como preditor da fragilidade da pessoa idosa? Com base nisso, o presente estudo tem como objetivo mapear as evidências sobre o uso da variabilidade da frequência cardíaca como preditor da fragilidade em pessoas idosas.

Métodos

Tipo de estudo

Realizou-se uma revisão de escopo conduzida em conformidade com as recomendações do JBI⁽⁸⁾ e re-

latada conforme o *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews* (PRISMA-ScR)⁽⁹⁾. Um protocolo de pesquisa foi devidamente registrado na plataforma OSF, sob o número de identificação: <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/Y3V4J>.

Pergunta da pesquisa

A questão da pesquisa foi desenvolvida com base na estratégia População, Conceito e Contexto (PCC): “Quais são as evidências disponíveis sobre a mensuração da VFC como preditor da fragilidade da pessoa idosa?” Considerou-se P (população) – pessoa idosa; C (conceito) – variabilidade da frequência cardíaca; e C (contexto) – fragilidade.

Critérios de inclusão e exclusão

A coleta de dados foi realizada entre agosto e outubro de 2024, com um refinamento adicional em março de 2025 para atualização dos resultados. O processo de mapeamento foi executado por dois revisores independentes. Como não houve discordância entre os revisores, não foi necessária a intervenção de um terceiro revisor para dirimir eventuais discrepâncias.

Com base no acrônimo PCC, esta revisão de escopo incluiu estudos que investigaram a VFC como instrumento de avaliação ou predição da fragilidade em pessoas idosas. Foram elegíveis estudos com indivíduos não frágeis, pré-frágeis ou frágeis, desde que a fragilidade fosse mensurada por instrumentos validados ou critérios reconhecidos. Não houve restrição quanto ao modelo teórico de fragilidade, desde que claramente definido e operacionalizado. Incluíram-se estudos que utilizaram métodos ou tecnologias validadas para mensuração da VFC, sem recorte de delineamento, período ou idioma. Excluíram-se estudos de opinião, cartas ao editor, notas preliminares e aqueles indisponíveis em texto completo após tentativa de contato com o autor correspondente.

Adicionalmente, foi realizada busca manual nas

listas de referências dos estudos incluídos após a leitura dos textos completos, com o objetivo de identificar publicações potencialmente relevantes que não tivessem sido recuperadas nas estratégias de busca eletrônica inicial. Os estudos identificados por meio dessa busca complementar foram submetidos aos mesmos critérios de elegibilidade e processo de seleção aplicados aos registros provenientes das bases de dados.

Seleção das fontes de informação e estratégia de identificação, seleção e extração de dados

Para o desenvolvimento da estratégia de busca de alta sensibilidade, identificaram-se os vocabulários controlados em consonância ao mnemônico PCC, extraídos dos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS), *Embase Subject Headings* (EMTREE) e do *Medical Subject Headings* (MeSH), com descritores e os seus sinônimos em língua portuguesa, inglesa e espanhola. Posteriormente, foi conduzido um teste piloto preliminar nas bases de dados *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online* (MEDLINE), via PubMed, e Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), via Biblioteca Virtual em Saúde (BVS).

Nessa fase, procedeu-se à análise dos termos presentes em títulos, resumos e descritores, buscando identificar vocábulos correlatos. A construção das estratégias de busca foi realizada por meio da combinação de vocabulários controlados e termos livres, com o objetivo de ampliar a sensibilidade e a especificidade na recuperação dos estudos. Foram utilizados os descritores indexados no MeSH e no DeCS, bem como os termos do vocabulário controlado específico da base *Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature* (CINAHL), respeitando as particularidades de cada base de dados.

As buscas foram conduzidas em um amplo espectro de bases de dados e plataformas, tanto nacionais quanto internacionais: MEDLINE, SCOPUS, CINAHL, *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), *Web of Science*, *Excerpta Medica Database* (EMBASE), LILACS e Base de Dados em Enfermagem (BDENF).

Adicionalmente, foram consultadas fontes de literatura cinzenta, como Portal de Teses e Dissertações da CAPES e a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia. Ademais, foram pesquisados potenciais estudos nas referências dos artigos incluídos.

As estratégias de busca foram adaptadas ao vocabulário controlado e à estrutura de indexação de cada base de dados, utilizando descritores MeSH na

MEDLINE, Emtree na EMBASE e DeCS nas bases latino-americanas. Os termos controlados foram combinados a palavras-chave livres para ampliar a sensibilidade da busca. Os campos pesquisados incluíram título, resumo e descritores, conforme a base. Em bases sem vocabulário controlado padronizado, como SCOPUS e *Web of Science*, empregaram-se exclusivamente termos livres nos campos de título, resumo e palavras-chave. As estratégias de busca encontram-se detalhadas na Figura 1.

Base de dados	Campos	Descritores/palavras-chaves utilizadas
MEDLINE	MeSH + Title/ Abstract	((["Aged"[MeSH] OR "Aged, 80 and over"[MeSH] OR "Frail Elderly"[MeSH] OR older adult*[tiab] OR elderly[tiab] OR geriatric*[tiab] OR aging[tiab] OR aged[tiab]]) AND ("Heart Rate Variability"[MeSH] OR heart rate variab*[tiab] OR HRV[tiab] OR "RR interval"[tiab] OR "R-R interval"[tiab] OR "beat-to-beat"[tiab] OR "cardiac autonomic"[tiab] OR "autonomic modulation"[tiab] OR vagal[tiab] OR sympathovagal[tiab]) AND ("Frailty"[MeSH] OR frail*[tiab] OR prefrail*[tiab] OR "frailty syndrome"[tiab] OR "physical frailty"[tiab] OR "frailty phenotype"[tiab] OR "frailty index"[tiab]))
EMBASE	Title/ Abstract/ Keywords	((TITLE-ABS-KEY("heart rate variab*" OR HRV OR "RR interval" OR "R-R interval" OR "beat-to-beat" OR "cardiac autonomic" OR "autonomic modulation" OR vagal OR sympathovagal)) AND (TITLE-ABS-KEY(frail* OR prefrail* OR frailty OR "frailty syndrome" OR "physical frailty" OR "frailty phenotype" OR "frailty index"))) AND (TITLE-ABS-KEY(elderly OR "older adult*" OR aged OR geriatric* OR aging)))
SCOPUS	TITLE-ABS-KEY	(TITLE-ABS-KEY("heart rate variab*" OR HRV OR "RR interval" OR "R-R interval" OR "beat-to-beat" OR "cardiac autonomic" OR "autonomic modulation" OR vagal OR sympathovagal) AND TITLE-ABS-KEY(frail* OR prefrail* OR frailty OR "frailty syndrome" OR "physical frailty" OR "frailty phenotype" OR "frailty index") AND TITLE-ABS-KEY(elderly OR "older adult*" OR aged OR geriatric* OR aging))
Web of Science	TS (Topic)	TS=(("heart rate variab*" OR HRV OR "RR interval" OR "R-R interval" OR "beat-to-beat" OR "cardiac autonomic" OR "autonomic modulation" OR vagal OR sympathovagal) AND (frail* OR prefrail* OR frailty OR "frailty syndrome" OR "physical frailty" OR "frailty phenotype" OR "frailty index") AND (elderly OR "older adult*" OR aged OR geriatric* OR aging))
CINAHL (EBSCOhost)	TI/AB + MH	((MH "Heart Rate Variability" OR TI ("heart rate variab*" OR HRV OR "RR interval" OR "R-R interval" OR "beat-to-beat" OR "cardiac autonomic" OR "autonomic modulation" OR vagal OR sympathovagal) OR AB ("heart rate variab*" OR HRV OR "RR interval" OR "R-R interval" OR "beat-to-beat" OR "cardiac autonomic" OR "autonomic modulation" OR vagal OR sympathovagal)) AND (MH "Frailty" OR TI (frail* OR prefrail* OR frailty OR "frailty syndrome" OR "physical frailty" OR "frailty phenotype" OR "frailty index") OR AB (frail* OR prefrail* OR frailty OR "frailty syndrome" OR "physical frailty" OR "frailty phenotype" OR "frailty index")) AND (MH "Aged+" OR TI (elderly OR "older adult*" OR aged OR geriatric* OR aging) OR AB (elderly OR "older adult*" OR aged OR geriatric* OR aging)))
SciELO	Texto livre	("variabilidade da frequência cardíaca" OR "variabilidade da frequência cardíaca" OR "heart rate variability" OR HRV) AND (fragilidade OR frailty OR "síndrome da fragilidade" OR "frailty syndrome") AND (idoso OR idosos OR elderly OR "older adult" OR aged OR geriatric*)
LILACS	Tw (título/resumo/ assunto)	(tw:(idoso OR idosos OR "pessoa idosa" OR "população idosa" OR anciano OR ancianos OR elderly OR "older adult*" OR aged OR geriatric*)) AND (tw:(("variabilidade da frequência cardíaca" OR "variabilidade da frequência cardíaca" OR "heart rate variability" OR HRV OR "intervalo RR" OR "intervalo R-R" OR "intervalo R R" OR "batimento a batimento" OR "sistema nervoso autônomo" OR "modulação autonômica"))) AND (tw:(fragilidade OR "síndrome da fragilidade" OR "fragilidade física" OR frailty OR frail* OR prefrail* OR "frailty syndrome" OR "physical frailty" OR "frailty phenotype" OR "frailty index"))
BDENF	Tw (título/resumo/ assunto)	(tw:(idoso OR idosos OR "pessoa idosa" OR "população idosa" OR anciano OR ancianos OR elderly OR "older adult*" OR aged OR geriatric*)) AND (tw:(("variabilidade da frequência cardíaca" OR "variabilidade da frequência cardíaca" OR "heart rate variability" OR HRV OR "intervalo RR" OR "intervalo R-R" OR "intervalo R R" OR "batimento a batimento" OR "sistema nervoso autônomo" OR "modulação autonômica"))) AND (tw:(fragilidade OR "síndrome da fragilidade" OR "fragilidade física" OR frailty OR frail* OR prefrail* OR "frailty syndrome" OR "physical frailty" OR "frailty phenotype" OR "frailty index"))
Literatura cinzenta	Texto livre	("variabilidade da frequência cardíaca" OR "heart rate variability" OR HRV) AND (fragilidade OR frailty OR "síndrome da fragilidade") AND (idoso* OR elderly OR "older adult*" OR aged)

TI/AB: Title/Abstract (título e resumo); TITLE-ABS-KEY: Title, Abstract and Keywords (título, resumo e palavras-chave); TS: Topic (tópico); Tw: Text word (termos em título, resumo e assunto/texto livre); MeSH/MH: Medical Subject Headings

Figura 1 – Estratégias de busca em base de dados. Campina Grande, PB, Brasil, 2026

Seleção dos registros

Os estudos selecionados foram exportados para a ferramenta *Rayyan Intelligent Systematic Review*, de acesso *on-line* e gratuito. Inicialmente, foram removidos os artigos duplicados e realizou-se o processo de triagem por elegibilidade, que envolveu a leitura dos títulos, resumos e objetivos, conforme os critérios de inclusão e exclusão.

Após essa fase, os estudos que contemplavam a temática foram lidos na íntegra. A amostra foi constituída por artigos disponíveis gratuitamente em texto completo, acessados por meio da Comunidade Acadêmica Federada (CAFe) do Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Em relação aos documentos indisponíveis na íntegra, os autores de dois artigos foram contatados por e-mail; contudo, não houve resposta. O processo de busca e seleção dos artigos foi documentado mediante o preenchimento do fluxograma PRISMA-ScR⁽⁹⁾.

Extração e análise das evidências

A extração dos dados foi realizada por meio de um instrumento estruturado, elaborado pelos revisores conforme as recomendações do JBI, contemplando informações bibliográficas e metodológicas, como ano de publicação, periódico, país e delineamento do estudo. Também foram coletados dados clínicos e metodológicos específicos, incluindo características da população idosa, método de avaliação da variabilidade da frequência cardíaca e principais desfechos relacionados à associação entre VFC e fragilidade. O instrumento foi submetido previamente a um teste piloto, que incluiu três estudos, a fim de verificar sua clareza, consistência e adequação, sendo ajustado antes da aplicação final. Não foi realizada avaliação crítica da qualidade metodológica ou do risco de viés dos estudos incluídos nesta revisão de escopo.

Utilizou-se o modelo Padrões, Avanços, Lacunas, Evidências para a prática e Recomendações de

pesquisa (PAGER) como estratégia para sintetizar os achados desta revisão de escopo. A estratégia PAGER é uma ferramenta desenvolvida para sistematizar, avaliar e relatar as informações de revisões de escopo de forma mais organizada⁽¹⁰⁾.

Apresentação, interpretação dos resultados e resumo das evidências

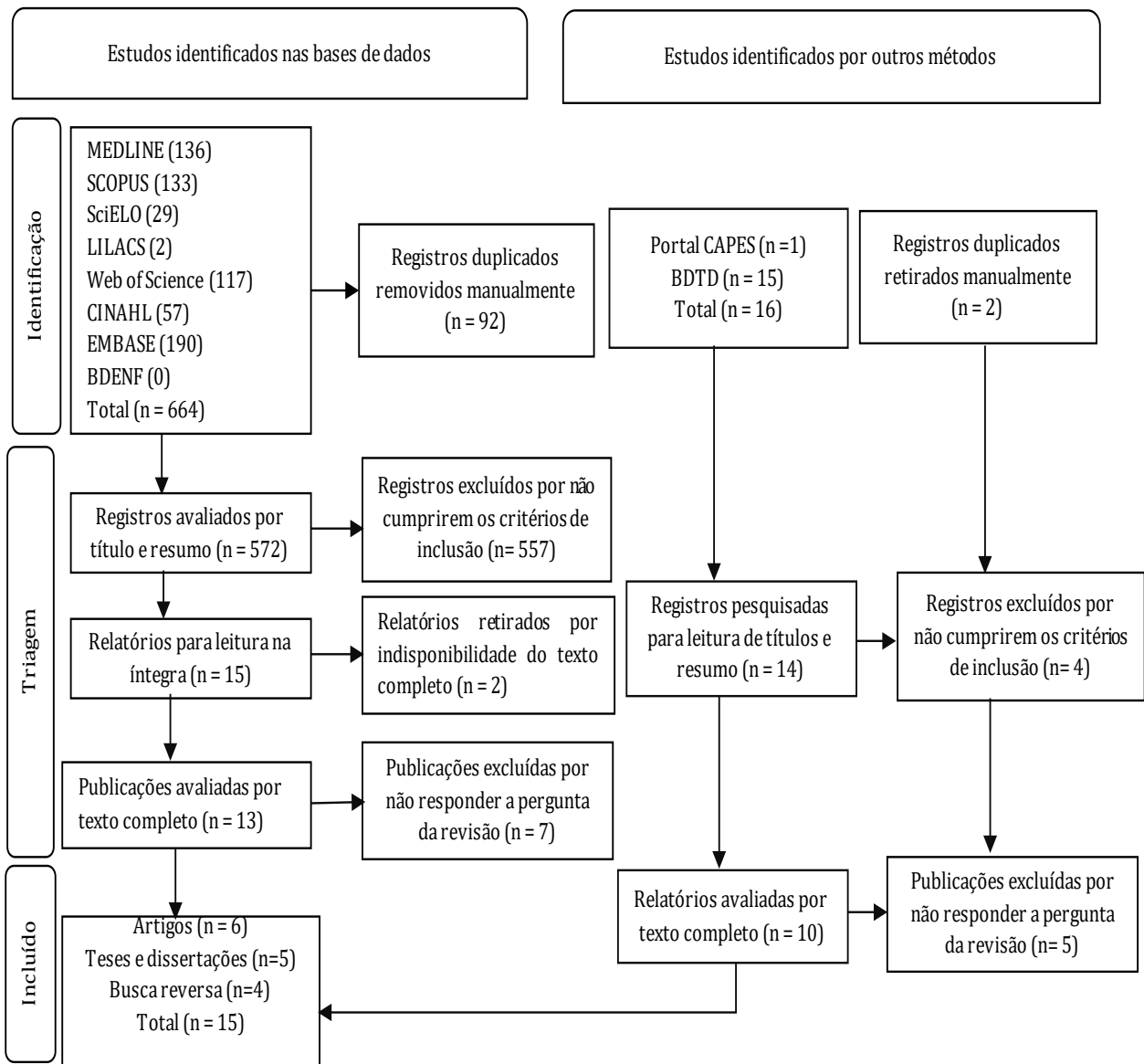
Os resultados foram apresentados em formato de figuras. Para fins de organização e apresentação, os artigos selecionados foram numerados e identificados sequencialmente como E1 a E15. As principais informações bibliográficas e metodológicas foram categorizadas em ano, periódico, país, principais resultados e método (Figura 3).

Questões éticas

Cabe ressaltar que a investigação respeitou os preceitos éticos, de modo que todos os autores foram referenciados e citados. Por se tratar de uma revisão, não se exige apreciação por comitê de ética.

Resultados

Foram identificados inicialmente 664 estudos por meio das bases de dados eletrônicas. Após a remoção de 92 registros duplicados, 572 estudos foram submetidos à triagem por meio da leitura de títulos e resumos. Nessa etapa, 557 registros foram excluídos por não atenderem aos critérios de inclusão, resultando em 15 publicações elegíveis para avaliação do texto completo. Após a leitura integral, 11 estudos atenderam aos objetivos da revisão e foram incluídos. Adicionalmente, a busca reversa nas referências dos estudos selecionados resultou na inclusão de quatro publicações. Dessa forma, a amostra final desta revisão de escopo foi composta por 15 estudos. Os motivos de exclusão em cada etapa do processo estão descritos no fluxograma, conforme as recomendações do PRISMA-ScR (Figura 2).



BDTD: Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações

Figura 2 – Fluxograma de seleção dos estudos, adaptado do PRISMA-ScR. Campina Grande, PB, Brasil, 2026

Os 15 estudos da amostra foram publicados entre os anos de 2008 e 2025. A maioria das pesquisas foi selecionada na base de dados MEDLINE, com um total de 8 (53,3%), 4 da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (26,7%), seguido por três publicações da SCOPUS (20%).

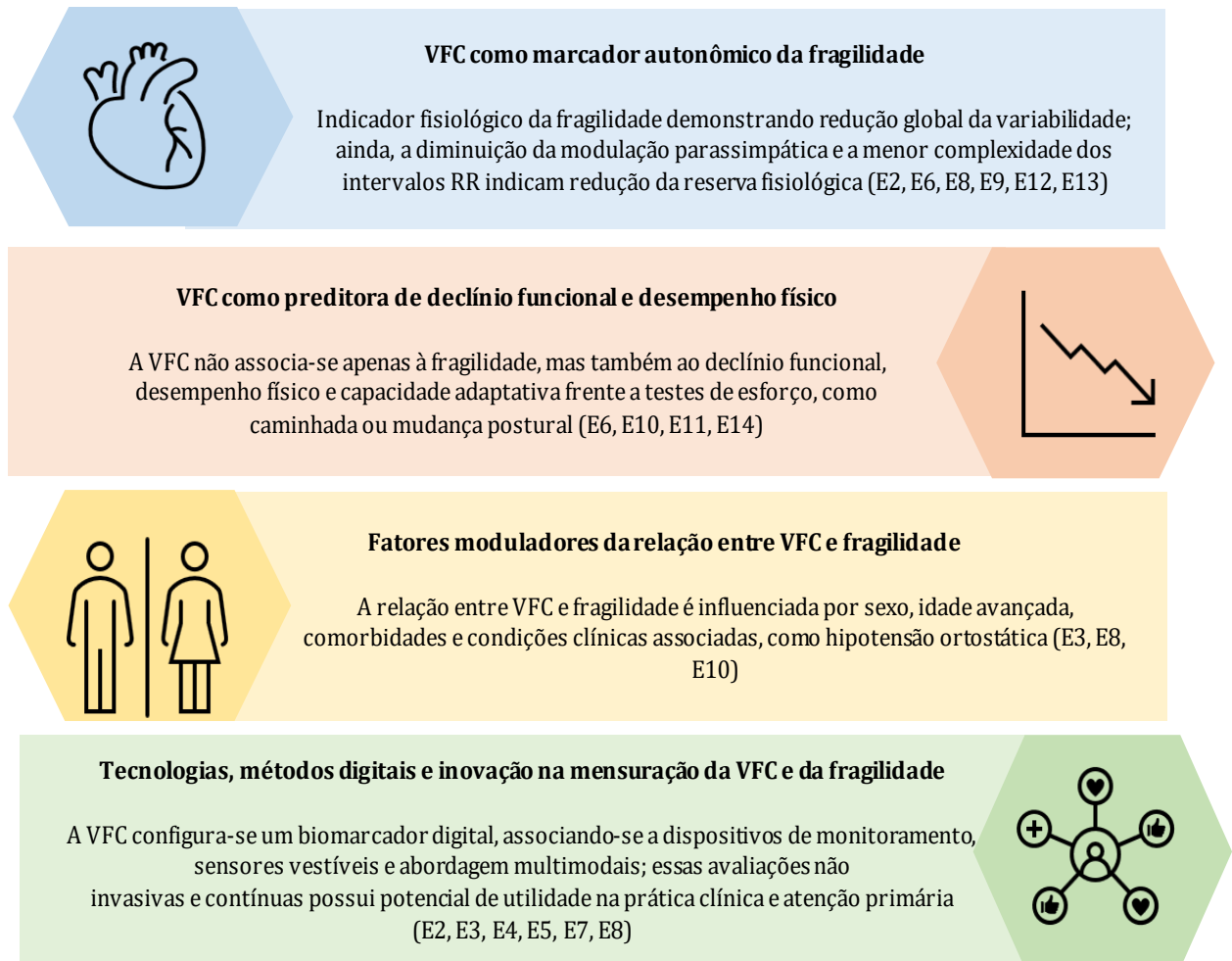
No que tange ao país de origem, 5 (33,3%) foram desenvolvidos no Brasil (E3, E4, E9, E11 e E13), seguidos de 3 (20%) dos Estados Unidos da América

(EUA) (E8, E14 e E15). Houve também pesquisas desenvolvidas em Hong Kong (E1), Índia (E2), China (E5), México (E6), Alemanha (E7) e Irlanda (E10).

Os estudos investigaram a relação entre a VFC e a fragilidade em pessoas idosas. Observou-se predominância do delineamento transversal, adotado pela maioria das pesquisas 9 (60%), incluindo os estudos E2, E5, E6, E8, E9, E12, E13, E14 e E15. Uma investigação apresentou delineamento quase experimental

(E7). Uma publicação foi classificada como estudo de método misto, combinando revisão de escopo e delineamento transversal (E3). Ademais, identificou-se uma revisão sistemática com meta-análise (E1). Dois estudos foram do tipo transversal observacional (E4 e E11), e um estudo utilizou delineamento longitudinal (E10).

A literatura indica que a VFC, isoladamente, possui limitações e deve ser interpretada em conjunto com outros marcadores funcionais, como mobilidade e força muscular, bem como com dados obtidos por dispositivos tecnológicos utilizados na sua mensuração (E1, E6, E9, E10, E11, E12, E13, E14 e E15). A figura 3 ilustra os principais resultados dos artigos.



VFC: Variabilidade da Frequência Cardíaca

Figura 3 – Principais achados da literatura. Campina Grande, PB, Brasil, 2026

Por fim, 6 estudos (E2, E3, E4, E5, E7 e E8) destacaram o potencial das tecnologias digitais e não invasivas para a aplicação clínica da VFC na avaliação da fragilidade, especialmente no contexto de reabilitação ou acompanhamento domiciliar. As principais finali-

dades, características e conclusões dos estudos estão dispostas na Figura 4.

Os padrões, avanços, lacunas na literatura, as evidências para a prática e as recomendações de pesquisa, foram expostos segundo a estratégia PAGER (Figura 5).

ID*	Periódico, ano e país	Resultados	Método
E1 ⁽¹¹⁾	Arch Gerontol Geriatr 2025, Hong Kong	Os modelos de curto prazo quanto os de longo prazo indicaram Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) menor em indivíduos pré-frágeis/frágeis em comparação com não frágeis, embora não houvesse heterogeneidade dos dados.	Revisão sistemática e meta-análise
E2 ⁽¹²⁾	Aging Med 2024, Índia	Pessoas idosas frágeis tiveram parâmetros parassimpáticos da VFC menores ($p < 0,05$), sem diferenças no equilíbrio simpatovagal ($p > 0,05$). A fragilidade correlacionou-se negativamente com a VFC ($p < 0,001$).	Transversal
E3 ⁽¹³⁾	BDTD, 2024, Brasil	O smartwatch foi capaz de identificar componentes da fragilidade: Passos associam-se com fraqueza muscular e nível de atividade física e sono: mais tempo de sono leve estava ligado à presença de Exaustão.	Misto (Revisão de escopo e estudo transversal)
E4 ⁽¹⁴⁾	BDTD, 2024, Brasil	O comportamento da VFC em idosos sarcopênicos e frágeis apresentou correlação significativa com o IMMEA (Coeficiente de correlação de Spearman ($r_s = 0,82$; $p = 0,04$), Índice de Barthel ($r_s = 0,83$; $p = 0,01$), TVM ($r_s = 0,88$; $p = 0,01$), FPP ($r_s = 0,67$; $p = 0,04$), IPAQ ($r_s = 0,92$; $p = 0,01$), MANr ($r_s = 0,79$; $p = 0,01$) e Índice de Charlson ($r_s = -0,59$; $p = 0,04$).	Transversal
E5 ⁽¹⁵⁾	BMC Geriatr 2023, China	Pacientes não frágeis tiveram variações na VFC entre posturas ($p < 0,05$), ao contrário dos pré-frágeis ($p > 0,05$). No grupo não frágil, a <i>Root mean square of the successive differences</i> (RMSSD) e <i>High Frequency</i> (HF) foram maiores deitados ($p = 0,003$; $p = 0,001$), e <i>Low Frequency</i> (LF) e LF/HF maiores sentados ($p = 0,024$; $p = 0,011$).	Transversal
E6 ⁽¹⁶⁾	Int J Environ Res Public Health 2022, México	Parâmetros da VFC mostraram-se potenciais marcadores de fragilidade, com destaque para a baixa frequência e o tempo necessário para atingir a frequência cardíaca máxima	Transversal
E7 ⁽¹⁷⁾	Gerontol 2022, Alemanha	A reabilitação geriátrica precoce resultou em melhora dos parâmetros de VFC, indicando uma possível recuperação da modulação autonômica cardíaca; o fotopleitismografia foi capaz de identificar modulações da VFC, com associação moderada a alta com eletrocardiograma.	Quase-experimental
E8 ⁽¹⁸⁾	BMC Geriatr 2022, EUA	Indivíduos pré-frágeis e frágeis apresentaram variações na VFC 47% menores durante e após a <i>Upper-Extremity Function</i> , comparados aos não frágeis ($p < 0,01$).	Transversal
E9 ⁽¹⁹⁾	BDTD, 2019, Brasil	Mulheres apresentam valores superiores de Alta Frequência (HF - Parassimpático) e Entropia da Amostra (Complexidade) em comparação aos homens.	Transversal
E10 ⁽²⁰⁾	CMAJ, 2015, Irlanda	VFC reduzida associa-se a um maior risco de declínio funcional em pessoas idosas, afetando as atividades diárias, independente de sexo, idade ou doenças cardíacas	Longitudinal
E11 ⁽²¹⁾	BDTD, 2015, Brasil	A VFC e a variabilidade da pressão arterial sistólica avaliadas isoladamente não se alteram com a presença da fragilidade.	Transversal
E12 ⁽²²⁾	Aging Clin Exp Res 2015, Brasil	O grupo frágil apresentou maior modulação simpática e menor modulação parassimpática em comparação com os outros grupos	Transversal
E13 ⁽²³⁾	BDTD, 2015, Brasil	Todos os grupos reduziram a complexidade ao ficar em pé, mas os frágeis não foram piores que os outros.	Transversal
E14 ⁽²⁴⁾	J Gerontol A Biol Sci Med Sci 2009, EUA	Parâmetros ligados à idade, fragilidade e mortalidade, destaca a relação entre fragilidade e disfunção autonômica cardíaca refletida na VFC.	Transversal
E15 ⁽²⁵⁾	J Am Geriatr Soc 2008, EUA	Participantes frágeis tiveram entropia cardíaca menor que as não frágeis ($p = 0,02$), indicando menor complexidade cardíaca. Valores baixos de entropia cardíaca e redução da VFC, mesmo após ajustes, associam-se à fragilidade	Transversal

IMMEA: Índice de Massa Muscular Esquelética Apendicular; TVM: Teste de Velocidade Máxima; FPP: Força de Prensão Palmar; IPAQ: Questionário Internacional de Atividade Física; MANr: Mini Avaliação Nutricional - versão reduzida; PPGI: fotopleitismografia por imagem; BDTD: Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações

Figura 4 – Caracterização dos estudos quanto o ano, país, periódico, principais resultados e método. Campina Grande, PB, Brasil, 2026

Padrões	Avanços	Lacunas	Evidências para a prática	Recomendações de pesquisa
Correlação inversa ^(11-12,18,23)	Análise da VFC em diferentes populações idosas	Necessidade de estudos com amostras maiores e heterogêneas	A redução da VFC está associada à fragilidade e ao declínio funcional	Uso da VFC como marcador para triagem precoce da fragilidade
Tecnologias de mensuração da VFC ^(12-15,17-18)	Dispositivos não invasivos e com abordagens combinadas	Validação e padronização desses métodos	Utilidade na monitorização do risco de fragilidade	Inserir tecnologias acessíveis na avaliação geriátrica
Mudança postural e esforço ⁽¹⁵⁻¹⁶⁾	Estudos transversais com análise de mudança postural e pós-esforço	Falha detecção da dinâmica autonômica em diferentes posturas e após atividades	Diferenças na resposta autonômica entre grupos	Considerar a postura e exercícios de esforço na avaliação da fragilidade baseada em VFC
Influência do sexo e idade avançada ^(22,25)	Análises estratificadas por sexo e faixa etária	Pouca exploração de diferentes sexos	Interpretação mais fidedigna dos índices da VFC	Desenvolver análises robustas por sexo e idade
Redução dos valores da VFC com o envelhecimento ^(16,19-21,24)	Inclusão de vários domínios da VFC	Falta de um limiar clínico para a VFC	Identificação de pessoas idosas com pouca reserva autonômica	Definir valores de referência da VFC para pessoas idosas

VFC: Variabilidade da Frequência Cardíaca

Figura 5 – Estratégia PAGER para revisão de escopo. Campina Grande, PB, Brasil, 2026

Discussão

Os avanços tecnológicos têm promovido transformações fundamentais no âmbito da saúde, aprimorando os métodos de diagnóstico, tratamento e a organização dos serviços. Por conseguinte, com o aumento da expectativa de vida, cresce a demanda por ferramentas tecnológicas que subsidiem um envelhecimento saudável bem como a identificação precoce de desfechos clínicos negativos^(23,26).

Nesse cenário, destacam-se os instrumentos voltados à manutenção da funcionalidade e à reabilitação do indivíduo acometido pela fragilidade. É sabido que a pessoa idosa frágil dispõe de uma redução das reservas fisiológicas e maior vulnerabilidade a agravos, o que compromete a autonomia e a independência. Diante disso, os dispositivos tecnológicos configuram-se aliados no monitoramento da saúde, prevenção de eventos adversos e no autocuidado, tornando propício intervenções que atendam as demandas dessa população⁽²⁵⁻²⁶⁾.

Os estudos revelam que tais recursos favorecem um envelhecimento autônomo e ativo. Destacam-se, ainda, recursos digitais como câmaras de mensuração da frequência cardíaca, monitores Holter e aplicativos móveis. Além disso, os sensores vestíveis apresentam-

-se como uma alternativa acessível para avaliação das funções cardíacas e motoras, como a mensuração da VFC^(13,17,24).

O desenvolvimento das tecnologias vestíveis possibilita o monitoramento de parâmetros fisiológicos, como a VFC, isso permite a identificação precoce de desfechos negativos em populações idosas. Não obstante, a análise da VFC, associada a algoritmos computacionais e inteligência artificial, favorece intervenções preventivas e individualizadas no cuidado à saúde da pessoa idosas⁽²⁷⁻²⁸⁾.

A avaliação desempenhada de forma não invasiva emerge como uma alternativa metodológica para pessoas idosas com restrições físicas, as quais podem comprometer a aplicabilidade de métodos convencionais. Nesse contexto, dispositivos equipados com sensores integrados, possibilitam o monitoramento contínuo de parâmetros fisiológicos, como padrão de sono, o nível de atividade física e a força muscular^(16,18).

A fotopleitismografia, utilizada em sensores vestíveis, demonstra capacidade de identificar alterações na modulação autonômica associadas a um prognóstico positivo. Assim, fica evidente a utilidade das tecnologias assistivas e do monitoramento não invasivo como iniciativas para promoção da saúde e da funcionalidade da pessoa idosa no contexto da fragi-

lidade. Ademais, esse recurso tecnológico mostrou-se eficaz na detecção de diferentes graus de fragilidade, ressaltando sua relevância no acompanhamento e em intervenções voltadas à reabilitação geriátrica⁽¹⁷⁾.

Dessa forma, a utilização de biomarcadores digitais destaca-se como ferramenta na avaliação multidimensional da fragilidade em pessoas idosas. Sendo assim, os sinais fisiológicos e comportamentais, quando analisados em conjunto, auxiliam na predição de alterações clínicas, por sua vez, isso reforça a importância da incorporação da tecnologia na prática clínica e na vigilância em saúde da pessoa idosa^(16,18).

A VFC, compreendida como a oscilação entre os intervalos dos batimentos cardíacos, reflete a atividade do sistema nervoso autônomo, uma vez que valores elevados sugerem maior capacidade adaptativa do organismo, enquanto valores reduzidos indicam vulnerabilidade a estressores e menor reserva funcional^(5,17,29). Pesquisas elucidam que pessoas idosas frágeis apresentam menor VFC em comparação às não frágeis, reforçando sua associação com a fragilidade. Sob esse aspecto, a análise da VFC pode ser realizada por métodos lineares e não lineares, oferecendo dados acerca da atividade dos sistemas simpático e parassimpático^(12,15-16).

A VFC pode ser avaliada por métodos lineares e não lineares. Os métodos lineares incluem a análise no domínio do tempo, que avalia os intervalos entre batimentos por meio de indicadores como *Standard Deviation of NN intervals* (SDNN), *Root Mean Square of Successive Differences* (RMSSD), *Number of pairs of successive NN intervals that differ by more than 50 ms* (NN50), *Proportion derived by dividing NN50 by the total number of NN intervals* (PNN50), e no domínio da frequência, que examina a contribuição das diferentes faixas espectrais para a modulação autonômica, *High Frequency* (HF), *Low Frequency* (LF), relação entre baixa e alta frequência (LF/HF) e *Very Low Frequency* (VLF)^(16,19,29-30).

Já os métodos não lineares utilizam indicadores capazes de captar padrões complexos da dinâmica cardíaca, como *Standard deviation 1* (SD1), *Stan-*

dard deviation 2 (SD2), relação entre variabilidade de curto e longo prazo (SD1/SD2), *Approximate Entropy* (ApEn) e *Sample Entropy* (SampEn)⁽¹⁶⁾. A análise integrada desses parâmetros tem se mostrado útil para diferenciar os graus de fragilidade em pessoas idosas. Destaca-se, em especial, a razão LF/HF, que apresenta relação inversa com os estágios de fragilidade e permite discriminar indivíduos frágeis e não frágeis. De modo geral, pessoas idosas frágeis apresentam valores reduzidos de SDNN, RMSSD, HF e LF/HF, refletindo menor variabilidade da frequência cardíaca e redução da atividade parassimpática^(19,31-33).

A redução da VFC indica que o organismo não é capaz de adaptar-se aos estressores. Em síntese, observou-se que a modulação autonômica apresenta alterações frente às mudanças posturais de pessoas idosas, como na conversão entre as posições ortostática, sentada e supina. Essas variações posturais requerem mecanismos de ajustes do organismo, comumente preservados em pessoas idosas não frágeis. Contudo, em indivíduos pré-frágeis, essa capacidade de regulação é deficiente, refletindo-se em alterações nos parâmetros da VFC⁽¹⁵⁾. A capacidade de modular a FC diante de estímulos fisiológicos, como a realização de atividade, encontra-se limitada em pessoas idosas em condição de fragilidade. Por sua vez, essa redução funcional compromete a resposta cronotrópica pós esforço, que implica em menores índices da VFC⁽¹⁶⁾.

Foi observado em mulheres idosas classificadas como frágeis uma maior modulação simpática e menor parassimpática quando comparada às não frágeis e pré-frágeis. Assim, isso implica em uma menor capacidade adaptativa ao estresse, maior risco cardiovascular e um prognóstico funcional negativo⁽²²⁾. Dessa forma, a VFC associa-se ao declínio funcional em pessoas idosas, reforçando seu uso como um biomarcador precoce e não invasivo da fragilidade⁽²⁰⁾. Entretanto, é necessário elucidar que a mensuração em uma única visita não se mostrou eficaz, ressaltando a importância do monitoramento longitudinal da VFC como medida preventiva frente à vulnerabilidade da população idosa⁽³²⁾.

Ainda, a integração entre tecnologias digitais e o cuidado expandiu o escopo do acompanhamento longitudinal de pessoas idosas. Diante disso, o monitoramento remoto de parâmetros fisiológicos viabiliza segurança clínica, além de favorecer a tomada de decisão baseada em evidências, contribuindo para uma personalização do cuidado e uma assistência de qualidade⁽³³⁻³⁴⁾.

No contexto do envelhecimento populacional, a introdução de ferramentas tecnológicas em saúde surge como iniciativa capaz de otimizar a avaliação funcional e gestão do cuidado. Sob essa perspectiva, o uso de dispositivos favorece a detecção de vulnerabilidades, auxiliando em ações preventivas e fortalecendo o cuidado centrado na pessoa idosa^(12,35).

Além disso, a avaliação funcional associada a tecnologias digitais é fundamental para a promoção do envelhecimento saudável. Pois, o uso de métodos objetivos de mensuração permite maior precisão na clínica e é capaz de contribuir para o planejamento de intervenções mais eficazes, especialmente em contextos de cuidado contínuo e domiciliar^(21,36).

Outrossim, incorporar tecnologias no cuidado à pessoa idosa deve envolver a articulação entre o processo de trabalho da enfermagem, enfatizando o âmbito da atenção integral e da avaliação multidimensional. Assim, a aplicação de ferramentas tecnológicas no cuidado permite identificar vulnerabilidades mais cedo, qualifica o planejamento assistencial e reforça práticas centradas na funcionalidade e autonomia da pessoa idosa. Nesse contexto, integrar diferentes tecnologias ao cuidado expande as alternativas de monitoramento clínico e favorece uma abordagem mais sistematizada e adaptada às necessidades do envelhecimento populacional⁽³⁷⁾.

Ressalta-se que no contexto da prática de Enfermagem, os achados desta revisão indicam que a VFC pode constituir uma ferramenta complementar relevante para o cuidado da pessoa idosa, a partir do planejamento do cuidado centrado no paciente, foco na preservação da funcionalidade, na prevenção de eventos adversos e no fortalecimento do autocuidado.

A crescente incorporação de tecnologias não invasivas ao processo de trabalho da Enfermagem alinha-se às demandas contemporâneas do envelhecimento populacional.

Limitações do estudo

Como limitações desta revisão, destaca-se a predominância de estudos com delineamento transversal e amostras reduzidas, o que restringe a diversidade metodológica da evidência disponível sobre o tema. Ainda, há deficiência de pesquisas que explorem a dinâmica autonômica em situações como mudanças posturais ou respostas ao exercício físico. Outrossim, apesar de serem tecnologias emergentes, os dispositivos vestíveis carecem de validação e padronização para seu uso na clínica.

Contribuições para a prática

A utilização da variabilidade da frequência cardíaca como marcador funcional pode subsidiar a prática da Enfermagem ao permitir o monitoramento contínuo da resposta fisiológica da pessoa idosa frente a estressores clínicos e funcionais, o que pode favorecer a identificação precoce da fragilidade e contribuir para planejamento de intervenções individualizadas.

Conclusão

Conclui-se que a mensuração da variabilidade da frequência cardíaca constitui uma estratégia não invasiva e promissora para o rastreamento da fragilidade em pessoas idosas, uma vez que a redução dos parâmetros autonômicos se associa aos diferentes graus de fragilidade, especialmente quando utilizada de forma integrada a outros marcadores funcionais.

Contudo, a consolidação da variabilidade da frequência cardíaca como marcador clínico da fragilidade requer maior homogeneidade metodológica e a adoção de delineamentos longitudinais, que permitam compreender a dinâmica da modulação autonô-

mica ao longo do tempo. Outrossim, tecnologias, como sensores vestíveis, configuram-se como alternativas viáveis, apesar das limitações relacionadas ao seu uso na prática clínica e da necessidade de processos contínuos de validação e padronização.

Contribuição dos autores

Concepção e desenho ou análise e interpretação dos dados: **Inácio EDAS**. Redação do manuscrito ou revisão crítica relevante do conteúdo intelectual: **Silva AMR, Abdala EAR, Alves KCA, Ramos SAA**. Aprovação final da versão a ser publicada: **Cabral JVB, Barbosa KTF**. Concordância em ser responsável por todos os aspectos do manuscrito relacionados à precisão ou integridade de qualquer parte sejam investigadas e resolvidas adequadamente: **Barbosa KTF**.

Disponibilidade de dados

Os autores declaram que os dados brutos da coleta encontram-se disponíveis, mediante solicitação ao autor correspondente.

Referências

1. Silva DBL, Fernandes MGM, Arruda AJCG, Cavalcanti CC. Saúde do idoso no contexto do crescimento populacional e das legislações: uma pesquisa ex-post-facto. *Enferm Foco*. 2022;13:e-202228. doi: <https://doi.org/10.21675/2357-707X.2022.v13.e-202228>
2. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Censo 2022: número de pessoas com 65 anos ou mais de idade cresceu 57,4% em 12 anos [Internet]. 2023 [cited Feb 2, 2026]. Available from: <http://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/38186-censo-2022-numero-de-pessoas-com-65-anos-ou-mais-de-idade-cresceu-57-4-em-12-anos>
3. Maeyama MA, Souza GG, Carvalho TNN, Oliveira LAEL, Munaro CA, Kuhnen ÉR. Organização da atenção à saúde da pessoa idosa - relato de experiência a partir da técnica do Arco de Magueres. *Arq Cienc Saúde UNIPAR*. 2024;28(1):1-23. doi: <https://doi.org/10.25110/arqsaude.v28i1.2024-10507>
4. Mrejen M, Nunes L, Giacomini K. Envelhecimento populacional e saúde dos idosos: o Brasil está preparado? [Internet]. 2023 [cited Feb 2, 2026]. Available from: https://ieps.org.br/wp-content/uploads/2023/01/Estudo_Institucional_IEPS_10.pdf
5. Ferreira ACA, Silva BG, Gomes CS, Fittipaldi EOS, Andrade AFD, Barbosa JFS. Relationship between measures provided by smartwatches and identification of frailty syndrome in older adults: a scoping review. *Rev Bras Geriatr Gerontol*. 2024;27:e230238. doi: <https://dx.doi.org/10.1590/1981-22562024027.230238.en>
6. Fried LP, Tangen CM, Walston J, Newman AB, Hirsch C, Gottdiener J, et al. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2001;56(3):146-57. doi: <https://dx.doi.org/10.1093/gerona/56.3.m146>
7. Alves EC, Araújo-Monteiro GKN, Oliveira LM, Brandão BMLS, Souto RQ. Frailty syndrome and quality of life in hospitalized older adults. *Rev Bras Geriatr Gerontol*. 2023;26:e230106. doi: <https://doi.org/10.1590/1981-22562023026.230106.en>
8. Aromataris E, Lockwood C, Porritt K, Pilla B, Jordan Z, editors. *JBI Manual for Evidence Synthesis*. JBI; 2024. doi: <http://doi.org/10.46658/JBI-MES-24-01>
9. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021;372:n71. doi: <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
10. Bradbury-Jones C, Aveyard H, Herber OR, Isham L, Taylor J, O'Malley L. Scoping reviews: the PAGER framework for improving the quality of reporting. *Int J Soc Res Methodol*. 2022;25(4):457-70. doi: <https://doi.org/10.1080/13645579.2021.1899596>
11. Chen H, Huang S, Zhou K, Zhang T, Tse MMY, Tse G. The relationship between heart rate variability and frailty in older adults: systematic review and three-level meta-analysis. *Arch Gerontol Geriatr*. 2025;139:105991. doi: <http://doi.org/10.1016/j.archger.2025.105991>

12. Dewangan GC, Singhal S, Chandran DS, Khan MA, Dey AB, Chakrawarty A. Short-term heart rate variability: a potential approach to frailty assessment in older adults. *Aging Med (Milton)*. 2024;7(4):456-62. doi: <https://dx.doi.org/10.1002/agm2.12353>
13. Ferreira ACA. Uso de smartwatches para identificação de biomarcadores digitais de síndrome da fragilidade em idosos comunitários. Dissertação [Internet]. 2024 [cited Apr 13, 2026]. Available from: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFPE_8e74577dc1b987fe31b95adfe9d88b15
14. Oliveira MO. Relação entre os índices de variabilidade da frequência cardíaca, força muscular periférica, funcionalidade e aspectos nutricionais de idosos hospitalizados, sarcopênicos e frágeis. Dissertação [Internet]. 2024 [cited Apr 13, 2026]. Available from: <https://repositorio.ufscar.br/items/1a1e7840-f11f-47e4-99c6-be342c0a3b51>
15. Chen H, Mun M, Wai J, Yau SY, Kwok T. Effects of posture on heart rate variability in non-frail and prefrail individuals: a cross-sectional study. *BMC Geriatr*. 2023;23(1):870. doi: <https://dx.doi.org/10.1186/s12877-023-04585-8>
16. Álvarez-Millán L, Lerma C, Castillo-Castillo D, Quispe-Siccha RM, Pérez-Pacheco A, Rivera-Sánchez J, et al. Chronotropic response and heart rate variability before and after a 160 m walking test in young, middle-aged, frail, and non-frail older adults. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(14):8413. doi: <https://dx.doi.org/10.3390/ijerph19148413>
17. Yu X, Antink CH, Leonhardt S, Bollheimer LC, Laurentius T. Non-contact measurement of heart rate variability in frail geriatric patients: response to early geriatric rehabilitation and comparison with healthy old community-dwelling individuals - a pilot study. *Gerontology*. 2022;68(6):707-19. doi: <https://doi.org/10.1159/000518628>
18. Toosizadeh N, Eskandari M, Ehsani H, Parvaneh S, Asghari M, Sweitzer N. Frailty assessment using a novel approach based on combined motor and cardiac functions: a pilot study. *BMC Geriatr*. 2022;22(1):199. doi: <https://doi.org/10.1186/s12877-022-02849-3>
19. Costa JG. Variabilidade da frequência cardíaca em idosos de um município da Amazônia brasileira com ênfase na síndrome da fragilidade. Dissertação [Internet]. 2019 [cited Apr 13, 2026]. Available from: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/7403>
20. Ogliari G, Mahinrad S, Stott DJ, Jukema JW, Mooijaart SP, Macfarlane PW, et al. Resting heart rate, heart rate variability and functional decline in old age. *CMAJ*. 2015;187(15):442-9. doi: <https://doi.org/10.1503/cmaj.150462>
21. Buto MSS. Análise da variabilidade da frequência cardíaca e da pressão arterial sistólica na síndrome da fragilidade. Dissertação [Internet]. 2015 [cited Apr 13, 2026]. Available from: <https://repositorio.ufscar.br/items/3919e106-9e8f-4b1c-a1c8-eda27cc86619>
22. Katayama PL, Penteado D, Virgilio E, Virtuoso-Junior JS, Marocolo M. Cardiac autonomic modulation in non-frail, pre-frail and frail elderly women: a pilot study. *Aging Clin Exp Res*. 2015;27(5):621-9. doi: <http://doi.org/10.1007/s40520-015-0320-9>
23. Arantes BL. Complexidade da variabilidade da frequência cardíaca na síndrome da fragilidade. Dissertação [Internet]. 2014 [cited Apr 13, 2026]. Available from: <https://repositorio.ufscar.br/items/43084a1f-1791-40ed-99c5-49d88e3feb7c>
24. Varadhan R, Chaves PHM, Lipsitz LA, Stein PK, Tian J, Windham BG, et al. Frailty and impaired cardiac autonomic control: new insights from principal components aggregation of traditional heart rate variability indices. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2009;64A(6):682-7. doi: <http://doi.org/10.1093/gerona/glp013>
25. Varadhan R, Lipsitz LA, Stein PK, Windham BG, Tian J, et al. Physiological complexity underlying heart rate dynamics and frailty status in community-dwelling older women. *J Am Geriatr Soc*. 2008;56(9):1698-703. doi: <https://dx.doi.org/10.1111/j.1532-5415.2008.01858.x>
26. Grden CRB, Sousa JAV, Cabral LPA, Reche PM, Bordin D, Borges PKO. Syndrome of frailty and the use of assistive technologies in elderly. *Rev Pesqui Cuid Fundam Online*. 2020;12:499-504. doi: <http://doi.org/10.9789/2175-5361.rpcfo.v12.8594>
27. Arantes FS, Oliveira VR, Leão AKM, Afonso JPR, Fonseca AL, Fonseca DRP, et al. Heart rate variability: a biomarker of frailty in older adults? *Front Med (Lausanne)*. 2022;9:1008970. doi: <https://doi.org/10.3389/fmed.2022.1008970>
28. Eskandari M, Parvaneh S, Ehsani H, Fain M, Toosizadeh N. Frailty identification using heart rate dynamics: a deep learning approach. *IEEE J*

- Biomed Health Inform. 2022;26(7):3409-17. doi: <https://doi.org/10.1109/JBHI.2022.3152538>
29. Garcia FA, Gonzáles LR, Cabo LR, Viadero CF, Segares S, Valle SD, et al. Early diagnosis of frailty: technological and non-intrusive devices for clinical detection. *Ageing Res Rev.* 2021;70:101399. doi: <https://doi.org/10.1016/j.arr.2021.101399>
30. Hayano J, Yuda E. Assessment of autonomic function by long-term heart rate variability: beyond the classical framework of LF and HF measurements. *J Physiol Anthropol.* 2021;40(1):21. doi: <https://doi.org/10.1186/s40101-021-00272-y>
31. Shaffer F, Meehan ZM, Zerr CL. A critical review of ultra-short-term heart rate variability norms research. *Front Neurosci.* 2020;14:594880. doi: <https://doi.org/10.3389/fnins.2020.594880>
32. Wang C, Xin Q, Zheng M, Liu S, Yao S, Li Y, et al. Association of resting heart rate trajectories with cardiovascular disease and mortality in patients with diabetes mellitus. *J Clin Endocrinol Metab.* 2023;108(11):2981-9. doi: <http://dx.doi.org/10.1210/clinem/dgad228>
33. Turcu AM, Ilie AC, Albișteanu SM, Grigoraș G, Lungu ID, Ștefăniu R, et al. Heart rate variability: marker of the impact of cardiovascular disease on intrinsic capacity in older adults. *J Clin Med.* 2025;14(9):2981. doi: <https://doi.org/10.3390/jcm14092981>
34. Jeon M, Jang H, Lim A, Kim S. Frailty and its associated factors among older adults with cancer undergoing chemotherapy as outpatients: a cross-sectional study. *Eur J Oncol Nurs.* 2022;60:102192. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ejon.2022.102192>
35. Moreira LDP, Pinto Neto O, Brasileiro-Santos MS, Ueno-Pardi LM, Munin E, Oliveira AS. Effect of isometric handgrip training on heart rate variability and blood pressure in frail older adults: a randomized controlled trial. *Rev Bras Geriatr Gerontol.* 2025;28:e240145. doi: <https://dx.doi.org/10.1590/1981-22562025028.240145.en>
36. Samuel M, Arif SG, Afilalo J. Heart rate variability as a digital biomarker for frailty in cardiovascular patients. *J Frailty Aging.* 2025;14(1):100007. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tjfa.2024.100007>
37. Lopes-Júnior LC. Precision nursing: the personalized future of care and revolution in clinical practice. *Rev Bras Enferm.* 2026;79:e20250423. doi: <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2025-0423>



Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença Creative Commons