

SMARTWATCHES COMO FERRAMENTA PARA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO FÍSICO EM IDOSOS: UMA REVISÃO DE ESCOPO SOBRE BIOMARCADORES DIGITAIS

SMARTWATCHES AS A TOOL FOR ASSESSING PHYSICAL PERFORMANCE IN OLDER ADULTS: A REVIEW OF DIGITAL BIOMARKERS

Betuel Gomes¹, Maria Simone Gomes de Lima¹,
Rafaela de Lima Medeiros¹, Amanda Caroline de Andrade Ferreira¹, Amanda Kesia
Gomes do Nascimento¹, Renata Janaína Pereira de Souza¹, Etiene Oliveira da Silva
Fittipaldi¹, Juliana Fernandes¹

¹ Departamento de Fisioterapia/Fisioterapia/Universidade Federal de Pernambuco.
Recife, Pernambuco. Brasil.

Resumo

Introdução: Os dispositivos vestíveis têm sido utilizados como ferramenta da avaliação da saúde da população idosa, todavia, na avaliação do desempenho físico quando utilizados dispositivos vestíveis, ainda não há consenso entre quais biomarcadores são utilizados para medi-lo. **Objetivo:** mapear as evidências disponíveis sobre a utilização de relógios inteligentes (*smartwatches*) como indicadores do desempenho físico de idosos comunitários. **Método:** Esta revisão de escopo foi conduzida por meio da metodologia do *Joanna Briggs Institute* e do *checklist* PRISMA-ScR. A pergunta condutora seguiu a estratégia população, conceito e contexto (PCC) com a seguinte formulação: os biomarcadores digitais provenientes de *smartwatches* servem como indicadores de desempenho físico de idosos? Foram consultadas seis bases de dados para busca de artigos. Dois revisores independentes fizeram as seleções dos artigos utilizando a ferramenta “*blind on*” do software Rayyan. As discordâncias foram resolvidas por meio de consenso. Os dados foram extraídos e colocados organizadamente em uma planilha. **Resultado:** Os principais biomarcadores utilizados foram frequência cardíaca (FC), número de passos diários, e índices compostos *Non-exercise Testing Cardiorespiratory Fitness*

(NET-F) e *Heart Rate Over Steps* (HROS). **Conclusão:** As evidências mapeadas indicam que os *smartwatches* apresentaram promissores para avaliação do desempenho físico de idosos.

Palavras-chave: Envelhecimento; Dados de Saúde Coletados Rotineiramente; Desempenho Físico-Funcional; Dispositivos vestíveis.

Abstract

Introduction: Wearable devices have been increasingly utilized as health assessment tools for older adults. However, there remains no consensus regarding which biomarkers should be used to evaluate physical performance when employing these devices. **Objective:** To map available evidence on the use of smartwatches as indicators of physical performance in community-dwelling older adults. **Methods:** This scoping review was conducted following the Joanna Briggs Institute methodology and PRISMA-ScR checklist. The guiding question was structured using the Population, Concept, and Context (PCC) framework: "Do digital biomarkers from smartwatches serve as indicators of physical performance in older adults?" Six databases were systematically searched. Two independent reviewers performed article selection using the "blind on" feature in Rayyan software, with discrepancies resolved through consensus. Data were systematically extracted and organized in a spreadsheet. **Results:** The primary biomarkers identified were heart rate (HR), daily step count, and composite indices including Non-exercise Testing Cardiorespiratory Fitness (NET-F) and Heart Rate Over Steps (HROS). **Conclusion:** The mapped evidence indicates that smartwatches show promise for assessing physical performance in older adults.

Keywords: Adolescent; Sexuality; Human Papilloma Virus; Education.

Recebido em: 03-04-2025

Publicado em: 07-04-2026

Autor correspondente

Betuel Gomes

Rua Nova Descoberta, 24, Recife - PE, Brasil. CEP: 52090-003.

Email: betuel.gomes@ufpe.br

1. Introdução

O desempenho físico (DF) é um domínio da funcionalidade dos idosos associado à sua independência funcional, qualidade de vida e mobilidade no espaço de vida^{1,3}. Sabendo-se que, com o aumento da

idade, os idosos podem ter alterações no seu DF, são necessárias ferramentas e instrumentos para avaliá-lo, e como isso impacta na vida do idoso^{3,4}.

Existem diversas ferramentas para mensurar o DF em pessoas idosas, desde

questionários até outros instrumentos validados, como testes de DF (Short Physical Performance Battery, Time Up and Go) e testes de capacidade funcional (Teste de Caminhada de 6 Minutos – TC6M)⁵⁻⁷. Os dispositivos vestíveis têm surgido como uma nova ferramenta na avaliação geriátrica, a fim de mensurar biomarcadores digitais e avaliar sua associação com desfechos adversos na saúde do idoso, bem como servir como preditor de riscos⁸⁻¹⁰.

Os biomarcadores digitais computam parâmetros biológicos e funcionais captados pelos dispositivos vestíveis, dentre eles a frequência cardíaca (FC), saturação periférica de oxigênio, parâmetros de sono, calorias gastas durante atividades, tempo gasto em atividades leves, moderadas e intensas, tempo sedentário, velocidade de marcha, cadência durante atividade física, número de passos, dentre outros^{8,11-13}.

Atualmente, os dispositivos vestíveis, como os *smartwatches*, emergem como uma tecnologia promissora para a avaliação contínua e não invasiva de biomarcadores digitais relacionados ao DF^{10,14-17}. No entanto, ainda há uma lacuna na literatura sobre quais biomarcadores digitais são mais eficazes para auxiliar na detecção precoce de alterações no desempenho físico de pessoas idosas comunitárias. Dessa forma, a presente revisão de escopo tem por objetivo mapear as evidências disponíveis sobre *smartwatches* para a amostragem de biomarcadores digitais utilizados como os indicadores do DF em pessoas idosas comunitárias.

2. Metodologia

Tipo de Estudo

Este estudo trata-se de uma revisão de escopo, que tem como estrutura metodológica as etapas adotadas pelo *Joanna Briggs Institute* (JBI) para *Scoping reviews*¹⁸ e utilizando o checklist do PRISMA-ScR¹⁹. Garantindo rigor metodológico da revisão de escopo.

Para a elaboração da pergunta condutora foram utilizados alguns elementos-chave e, por fim, a construção da estratégia PCC (Participante, Conceito e Contexto). Os elementos-chave foram: a “população”, composta por “idosos”, o “conceito” abordado foi “indicadores do desempenho físico”, e o “contexto” inserido foi a “utilização de *smartwatches* na avaliação gerontológica”. A questão da revisão foi formulada da seguinte maneira: “Os biomarcadores digitais, medidos por meio de *smartwatches*, podem ser indicadores do desempenho físico de idosos comunitários?”

Pcc

P: Idosos comunitários

C: indicadores do desempenho físico

C: utilização de *smartwatches* na avaliação gerontológica

Critérios de elegibilidade

Foram incluídos na revisão estudos em quaisquer idiomas, sem restrição de tempo de publicação, que utilizassem *smartwatches* ou dispositivos vestíveis no pulso para avaliar biomarcadores digitais e variáveis relacionadas ao desempenho físico em idosos. Foram considerados estudos observacionais de coorte (retrospectivos e prospectivos), estudos de caso-controle e estudos transversais. A decisão de incluir apenas dispositivos vestíveis no pulso foi baseada

na praticidade e na ampla adoção desses dispositivos entre idosos, além de sua capacidade de capturar dados contínuos e precisos, como frequência cardíaca e número de passos.

Foram excluídos estudos com pessoas idosas com doenças neurológicas, degenerativas, autoimunes, com alterações cognitivas moderadas/graves ou doenças cardiovasculares graves, para evitar vieses relacionados a condições de saúde que poderiam afetar diretamente o DF.

Estratégia de Busca

As pesquisas foram realizadas nas seguintes bases de dados: MEDLINE, EPISTEMONIKOS, COCHRANE LIBRARY, EMBASE, LILACS, SCOPUS.

As buscas foram realizadas utilizando os descritores “Aged”, “Wearable Electronic Devices”, “Routinely Collected Health Data” e “Physical Functional Performance”, incluindo suas variações. Em bases de dados que não possuem descritores, foram utilizadas palavras-chave correspondentes. As estratégias de busca foram elaboradas com os operadores Booleanos “AND”, “OR”, “NOT” e “AND NOT”, conforme descrito no protocolo registrado no Open Science Framework: <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/CGBFH>.

Processo de Seleção

A seleção dos artigos nas bases de dados foi realizada por dois revisores independentes (B.G e R.M), utilizando um *software* Rayyan® para fazer a triagem e manejo dos artigos, aplicando os critérios de elegibilidade a partir do título e do resumo. Os estudos possivelmente

elegíveis foram lidos por completo e avaliados quanto à sua elegibilidade. Em caso de discordância sobre a elegibilidade, os revisores discutiram até alcançarem um consenso. Quando necessário, um terceiro revisor foi consultado para resolver os impasses. O período de seleção de artigos foi de agosto de 2023 a dezembro de 2023.

Extração de dados

Para a extração de dados a serem incorporados nesta revisão, a relação de referências compiladas no Rayyan® foi exportada para uma planilha do *software* Microsoft Excel®, a qual foi preenchida pelos dois revisores de forma independente, seguindo um formulário específico para essa fase, alinhado com os objetivos e à questão da revisão.

Síntese dos resultados

Os dados listados, a seguir, foram extraídos do texto, das tabelas ou das figuras dos artigos incluídos na revisão:

- Tipo de estudo;
- Ferramentas de avaliação do desempenho físico;
- Testes funcionais de referência;
- Biomarcadores digitais provenientes do *smartwatch* usado na avaliação e identificação do desempenho físico.

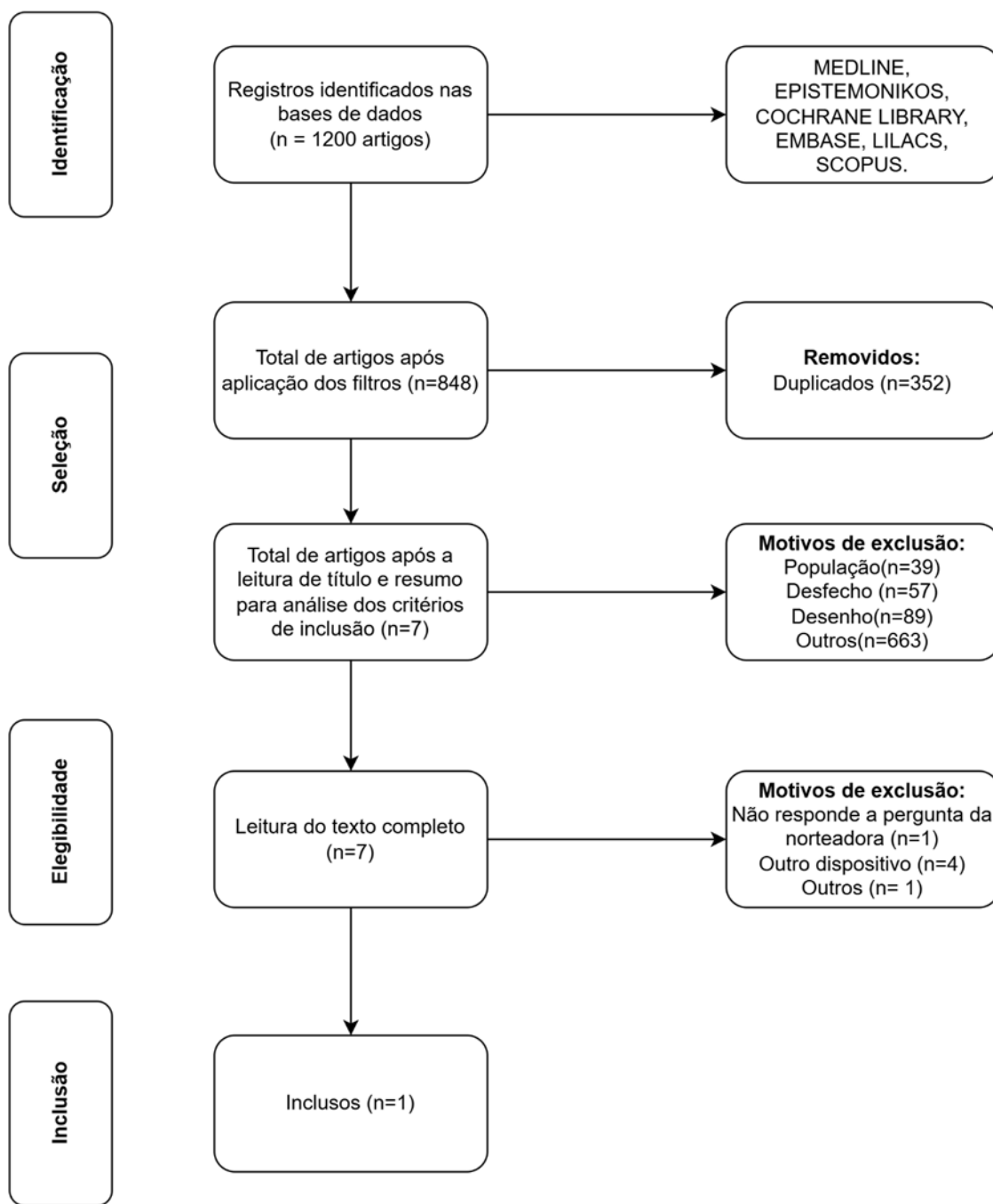
Esta revisão tem o objetivo de analisar como desfecho primário a utilização dos biomarcadores digitais provenientes dos relógios inteligentes para indicar alguma medida referente ao desempenho físico de idosos comunitários.

Por fim, foi elaborada uma síntese

descritiva abrangente dos resultados obtidos nos estudos, garantindo uma abordagem estruturada que abarque o conteúdo da Revisão de Escopo. Além disso, foram conduzidas análises qualitativas e quantitativas dos trabalhos pesquisados, avaliando tanto seus conteúdos, quanto suas conclusões.

3. Resultados

Foram selecionados 1.200 artigos, advindos das bases de dados, dos quais foram removidos 352 artigos duplicados, ficando 848 artigos para leitura do título e resumo. Após essa triagem, foram selecionados apenas 7 artigos para leitura completa. Depois da leitura dos artigos, aplicando os critérios de elegibilidade, apenas 1 artigo foi considerado elegível para esta revisão de escopo²⁰. Assim como mostra a figura 1, com o fluxograma do processo de seleção dos artigos.



Fonte: autoria própria (2025).

Por se tratar de uma abordagem recente, ficou constatado após a leitura do artigo que os principais biomarcadores provenientes de *smartwatches* avaliados como indicadores do desempenho físico comparados a teste funcionais foram: número de passos diários (NPD), adotando o ponto de corte de 10.000 passos como vida ativa. A frequência

cardíaca de repouso (FCR), considerando batidas por minuto (bpm)²¹⁻²³. Além disso, houve a utilização de biomarcadores para realização de índices compostos: *Non-exercise Testing Cardiorespiratory Fitness* (NET-F) (tempo gasto em atividade física: tempo sedentário, tempo gasto em atividades leve, moderada e vigorosa) e o índice *Heart Rate Over Steps* (HROS) (FC

e número de passos)^{24,25}. Os instrumentos de avaliação e testes funcionais também

foram descritos, como mostra a tabela 1.

TABELA 1 - Características dos estudos.

Autor	Tipo de estudo	Ferramenta de avaliação	Biomarcadores	Teste Funcional de referência
Angelucci et al. 2023	Piloto Observacional Prospectivo	FitBit Inspire 2	Número de passos diários (NPD) Frequência cardíaca de repouso (FCR). Non-exercise Testing Cardiorespiratory Fitness (NET-F): tempo gasto em atividade física: tempo sedentário, tempo gasto em atividades leve, moderada e vigorosa. índice HROS: frequência cardíaca de repouso, variabilidade da frequência cardíaca e número de passos.	Teste de Caminhada de 6 minutos (TC6M) (<350m desempenho ruim; ≥350 bom desempenho)

O NET-F é um índice composto, utilizando a seguinte fórmula:

$$\text{NET-F} = \text{Sexo} \times 2,87 - (\text{idade} \times 0,11) - (\text{índice de massa corporal} \times 0,17) - (\text{frequência}$$

cardíaca de repouso x 0,05) + (nível de atividade física) + 21,41.

Valores de sexo 1 quando sexo masculino, e 0 quando sexo feminino, a idade expressa em anos. O índice de massa corporal expresso em quilogramas por centímetros quadrados (Kg/cm^2), a FC expressa em batimentos por minuto (bpm) e o nível de atividade física foi categorizado em 5 níveis, tomando como referência a frequência semanal em atividade física moderada e vigorosa (AFMV), delimitadas por sessões. Uma sessão foi definida como 30 minutos de atividade moderada ou 15 minutos de atividade vigorosa. Expressa da seguinte maneira:

1. Nível 1—nenhuma atividade física; coeficiente=0
2. Nível 2—<1.5 AFMV sessões por semana; coeficiente=0.35
3. Nível 3—1.5 a <3 AFMV sessões por semana; coeficiente=0.29
4. Nível 4—3 a 6 AFMV sessões por semana; coeficiente=0.64

5. Discussão

Por se tratar de uma abordagem recente, apenas um artigo, de Angelucci *et al.* (2023), utilizou biomarcadores digitais provenientes de *smartwatches* para avaliar o DF de pessoas idosas com referência de testes de capacidade funcional validados, como o caso do TC6M²⁰.

Os biomarcadores que apresentaram melhores resultados em relação aos dados do TC6M foram os que estavam relacionados com o índice NET-F, mostrando uma boa confiabilidade entre a utilização desse índice com o ponto de corte adotado do TC6M, utilizando os

5. Nível 5—>6 AFMV sessões por semana; coeficiente=1.21

O HROS é um índice de razão de frequência cardíaca sobre o número de passos que constitui um recurso calculado mediante a simples determinação da proporção instantânea entre a FC e o número de passos realizados. A FC é registrada a cada intervalo de 5 segundos, ao passo que o valor referente aos passos é mostrado a cada minuto pelo dispositivo. Este último valor é incrementado em 1, a fim de evitar a ocorrência de divisões por zero durante períodos de inatividade. O valor dos passos é considerado constante ao longo de um minuto, utilizando-se os dados disponíveis da FC. Essa abordagem proporciona uma estimativa do esforço e DF do paciente, visto que um HROS elevado sugere uma aceleração da FC durante atividades físicas de intensidade moderada, ao passo que um HROS baixo indica uma frequência cardíaca contida durante atividades físicas desafiadoras.

valores referências do estudo do qual os autores se embasaram²⁰. Tendo em vista que um TC6M requer treinamento de avaliadores, pelo menos um espaço físico com 30 metros planos (o que inviabiliza a realização do teste em alguns locais), suportes de oxigênio, materiais (cones, oxímetro, cronômetro) e é realizado em ambiente controlado, ele mensura não necessariamente o DF em situações de vida real pois existem inúmeros fatores que podem influenciar o DF que estão envolvidos no ambiente onde o indivíduo está inserido^{5,26}. Com isso, utilizar um *smartwatch* em contexto de vida real e utilizar esse biomarcador como indicativo se torna uma proposta promissora para

mensurar o DF na população idosa e não se restringir apenas a testes em ambientes controlados.

A FC e FCR foram analisadas pelo *smartwatch* e comparadas com o ponto de corte do teste de caminhada, foi feita uma análise de regressão linear. Após análise, mostrou-se que a mensuração diária feita pelo dispositivo se mostrou útil, mesmo sabendo que alguns dos participantes não utilizaram durante à noite, período preferível para serem feitas as coletas desses dados²⁰. Muitos estudos utilizam a FC e FCR para observar padrões de alterações biológicas de indivíduos, principalmente em doenças cardiovasculares, que influenciam diretamente no DF²⁷. A monitorização contínua pelos *smartwatches*, pode, por sua vez, facilitar o acompanhamento rotineiro dos padrões fisiológicos desses indivíduos e que vão refletir no seus DF.

Quanto ao índice HROS, esse não mostrou nenhum ponto de corte que conseguisse separar em grupos, com base nos resultados da distância percorrida no TC6M em um tipo de análise, mas quando realizada uma versão que utiliza alteração de 1% do quartil, em relação à curva ROC utilizada no estudo, mostrou um limiar de 1,24 bpm/passos para dicotomizar os participantes com bom ou mau desempenho no TC6M²⁰. A proposta inicial desse índice foi de criar uma medida de rastreamento precoce de contaminação pela covid-19 durante a pandemia, mediante os biomarcadores digitais²⁴. Contudo, percebendo que esses biomarcadores indicaram alterações fisiológicas importantes nesses indivíduos expostos à contaminação pela covid-19, pôde-se aplicar com uma população diferente, mostrando que o índice HROS pode ser um promissor indicador de alterações do DF durante o processo de

envelhecimento da população.

A comparação entre o desempenho dos participantes e o NPD foi feita de duas maneiras: a média do NPD e o melhor valor de NPD. O último se mostrou mais representativo da capacidade de caminhar determinada distância, devido ao fato do maior valor de NPD representar o melhor DF dos membros inferiores do indivíduo, além da média, pois representa comportamentos de atividades basais do cotidiano²⁰.

Um fator importante da interpretação desses dados é que ainda há inconsistência sobre a utilização dos relógios inteligentes, inclusive da Fitbit, em relação à sua confiabilidade a dados clínicos, contudo reiteram-se que as empresas responsáveis por comercialização de dispositivos vestíveis de fácil acesso têm-se especializado, cada vez mais, em melhorar seus equipamentos e, assim, introduzir esses equipamentos em contexto clínico²⁰.

Um ponto a ser levantado é a praticidade dos *smartwatches* em fornecer com maior rapidez o acesso aos dados provenientes deles. Contudo, por se tratar de uma revisão de escopo possui algumas limitações, dentre elas, a avaliação da qualidade dos artigos, com isso não se fez avaliação dos vieses, para verificar a certeza de evidência, realizando-se, apenas, o levantamento da amplitude de artigos, que de fato utilizaram *smartwatches* para indicar desempenho físico em estudos observacionais.

Uma outra limitação do estudo, por exemplo, está pela quantidade de participantes incluídos nessa avaliação. O tamanho reduzido de participantes na amostra pode não refletir necessariamente a população idosa, deixando numa visão mais reduzida e não

generalizada dos resultados. Além disso, o estudo utilizou apenas um tipo de *smartwatch*, tendo apenas a mensuração de biomarcadores advindos de marca e modelo específico. O tempo de sete dias de uso pode influenciar, pois pode haver o período de adaptação ao equipamento, podendo este influenciar em padrões de comportamento do sono, por exemplo, para mensuração da FCR por exemplo.

Além disso, pode haver potencial viés de publicação, tendo em vista que estudos com resultados positivos tendem a ter mais chances de publicação. Essa escassez de estudos elegíveis reflete o caráter emergente dessa tecnologia e estudos para mensuração e análises inferenciais entre biomarcadores digitais provenientes de *smartwatches* e DF. Por fim, uma revisão de escopo pode oferecer uma visão abrangente, mas a generalização dos resultados para uma população específica pode ser uma limitação.

Apesar dessas limitações, os *smartwatches* oferecem como vantagens a praticidade e a capacidade de fornecer dados em tempo real. Futuros estudos devem explorar a aplicabilidade desses dispositivos em diferentes contextos clínicos, incluindo a avaliação de outras marcas de *smartwatches* e a integração de múltiplos biomarcadores para aumentar a precisão das predições.

6. Conclusão

Os *smartwatches* demonstraram ser instrumentos promissores na avaliação do desempenho físico de idosos, fornecendo dados significativos por meio de biomarcadores digitais, como número de passos diários, frequência cardíaca e índices compostos (NET-F e HROS). No entanto, a escassez de estudos robustos e

a falta de padronização na coleta de dados destacam a necessidade de mais pesquisas para validar essas ferramentas em diferentes populações e contextos clínicos.

Recomenda-se que futuros estudos incluam amostras maiores, explorem outras marcas de *smartwatches* e investiguem a integração de múltiplos biomarcadores para aumentar a precisão das avaliações. Além disso, é essencial desenvolver diretrizes para a utilização desses dispositivos na prática clínica, garantindo que os dados coletados sejam interpretados de forma consistente e aplicados de maneira eficaz para promover o envelhecimento saudável.

7. Declaração de conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

8. Agradecimento

Este estudo foi parcialmente financiado por doação do programa “Fazer o bem faz bem” (JBS S.A). Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) – Número do processo: 407870/2021-0. Auxílio a Projetos de Pesquisa para Jovens. (APQ) – Número do processo: APQ-0690-4.08/21 – APQ Jovens Pesquisadores 2021 e Bolsa de Pós-Graduação, número do processo IBPG-1400-4.08/22, ambas pela Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE).

9. Referências

1. BAKER PS, BODNER EV, ALLMAN RM. Measuring Life-Space Mobility in Community-Dwelling Older Adults.

Journal of the American Geriatrics

Society, v. 51, n. 11, p. 1610–1614, 2003. DOI: 10.1046/j.1532-5415.2003.51512.x. Acesso em: 9 ago. 2023.

2. GILL TM. Assessment of Function and Disability in Longitudinal Studies: Assessment of Function and Disability. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 58, p. 5308–312, 2010. DOI: 10.1111/j.1532-5415.2010.02914.x. Acesso em: 9 ago. 2023.

3. IKEGAMI ÉM, SOUZA LA, TAVARES DMS, RODRIGUES LR. Capacidade funcional e desempenho físico de idosos comunitários: um estudo longitudinal. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, v. 25, n. 3, p. 1083–1090, 2020. DOI: 10.1590/1413-81232020253.18512018. Acesso em: 9 ago. 2023.

4. GURALNIK JM, FERRUCCI L, PIEPER CF, LEVEILLE SG, MARKIDES KS, OSTIR GV, et al. Lower extremity function and subsequent disability: Consistency across studies, predictive models, and value of gait speed alone compared with the short physical performance battery. **Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 55, n. 4, p. 221–231, 2000. DOI: 10.1093/gerona/55.4.m221. Acesso em: 11 ago. 2023.

5. ATS Statement: Guidelines for the Six-Minute Walk Test. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 166, n. 1, p. 111–117, 2002. DOI: 10.1164/ajrccm.166.1.at1102. Acesso em: 11 ago. 2023.

6. CRUZ-JENTOFT AJ, BAHAT G, BAUER J, BOIRIE Y, BRUYÈRE O, CEDERHOLM T, et al. Sarcopenia: Revised European consensus on definition and diagnosis. **Age and Ageing**, v. 48, n. 1, p. 16–31, 2019. DOI: 10.1093/ageing/afy169. Acesso em: 11 ago. 2023.

7. GURALNIK JM, SIMONSICK EM, FERRUCCI L, GLYNN RJ, BERKMAN LF, BLAZER DG, et al. A Short Physical Performance Battery Assessing Lower Extremity Function: Association With Self-Reported Disability and Prediction of Mortality and Nursing Home Admission. **Journal of Gerontology**, v. 49, n. 2, p. M85–94, 1994. DOI: 10.1093/geronj/49.2.M85. Acesso em: 11 ago. 2023.

8. ALLET L, KNOLS RH, SHIRATO K, DE BRUIN ED. Wearable systems for monitoring mobility-related activities in chronic disease: a systematic review. **Sensors (Basel)**, v. 10, n. 10, p. 9026–9052, 2010. DOI: 10.3390/s101009026. Acesso em: 16 ago. 2023.

9. BOISSY P, BLAMOUTIER M, BRIÈRE S, DUVAL C. Quantification of Free-Living Community Mobility in Healthy Older Adults Using Wearable Sensors. **Frontiers in Public Health**, v. 6, Article 216, p. 1-13, 2018. DOI: 10.3389/fpubh.2018.00216. Acesso em: 16 ago. 2023.

10. MARDINI MT, NERELLA S, KHEIRKHAHAN M, RANKA S, FILLINGIM RB, HU Y, et al. The temporal relationship between ecological pain and life-space mobility in older adults with knee osteoarthritis: A smartwatch-based demonstration study. **JMIR mHealth and uHealth**, v. 9, n. 1, p. 1–14, 2021. DOI: 10.2196/19609. Acesso em: 16 ago. 2023.

11. CALIFF RM. Biomarker definitions and their applications. **Experimental Biology and Medicine**, v. 243, n. 3, p. 213–21, 2018. DOI: 10.1177/1535370217750088. Acesso em: 18 ago. 2023.

12. DÜKING P, VAN HOOREN B, SPERLICH B. Assessment of Peak Oxygen Uptake with a Smartwatch and its Usefulness for Training of Runners. **International Journal of Sports Medicine**, v. 43, n. 7, p. 642–647, 2022. DOI: 10.1055/a-

1686-9068. Acesso em: 18 ago. 2023.

13. REEDER B, DAVID A. Health at hand: A systematic review of smart watch uses for health and wellness. **Journal of Biomedical Informatics**, v. 63, p. 269–276, 2016. DOI: 10.1016/j.jbi.2016.09.001. Acesso em: 18 ago. 2023.

14. FERREIRA ACDA, SILVA BGD, GOMES CDS, FITTIPALDI EODS, ANDRADE ADFDD, BARBOSA JFDS. Relação entre medidas fornecidas por smartwatches e a identificação de síndrome da fragilidade em idosos: revisão de escopo. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, v. 27, e230238, p. 1-11, 2024. DOI: 10.1590/1981-22562024027.230238.pt. Acesso em: 5 jun. 2024.

15. HRIKSEN A, WOLDAREGAY AZ, MUZNY M, HARTVIGSEN G, HOPSTOCK LA, GRIMSGAARD S. Dataset of fitness trackers and smartwatches to measuring physical activity in research. **BioMed Central Research Notes**, v. 15, n. 1, p. 258, 2022. DOI: 10.1186/s13104-022-06146-5. Acesso em: 23 ago. 2023.

16. IMERAJ A, PIHL A, JAKOBSEN PR, JACOBSEN PK, SØNDERGAARD J, BRANDT CJ. Clinical applications of smartwatches. **Ugeskrift for Laeger**, v. 184, n. 9, p. V03210225, 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35244021/>. Acesso em: 23 ago. 2023.

17. KHEIRKHAHAN M, NAIR S, DAVOUDI A, RASHIDI P, WANIGATUNGA AA, CORBETT DB, et al. A smartwatch-based framework for real-time and online assessment and mobility monitoring. **Journal of Biomedical Informatics**, v. 89, p. 29–40, 2019. DOI: 10.1016/j.jbi.2018.11.003. Acesso em: 23 ago. 2023.

18. JBI Manual for Evidence Synthesis. JBI; 2020. Disponível em: <https://jbi-global->

wiki.refined.site/space/MANUAL. Acesso em: 16 out. 2023.

19. TRICCO AC, LILLIE E, ZARIN W, O'BRIEN KK, COLQUHOUN H, LEVAC D, et al. PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): Checklist and Explanation. **Annals of Internal Medicine**, v. 169, n. 7, p. 467–473, 2018. DOI: 10.7326/M18-0850. Acesso em: 16 out. 2023.

20. ANGELUCCI A, GRECO M, CANALI S, MARELLI G, AVIDANO G, GORETTI G, et al. Fitbit Data to Assess Functional Capacity in Patients Before Elective Surgery: Pilot Prospective Observational Study. **Journal of Medical Internet Research**, v. 13, n. 25, e42815, 2023. DOI: 10.2196/42815. Acesso em: 11 dez. 2023.

21. LE-MASURIER GC, SIDMAN CL, CORBIN CB. Accumulating 10,000 Steps: Does this Meet Current Physical Activity Guidelines? **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v. 74, n. 4, p. 389–394, 2003. DOI: 10.1080/02701367.2003.10609109. Acesso em: 10 fev. 2025.

22. TUDOR-LOCKE C, HATANO Y, PANGRAZI RP, KANG M. Revisiting “How Many Steps Are Enough?” **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 40, n. 7, p. S537–43, 2008. DOI: 10.1249/MSS.0b013e31817c7133. Acesso em: 11 dez. 2023.

23. TUDOR-LOCKE C, CRAIG CL, AOYAGI Y, BELL RC, CROTEAU KA, DE BOURDEAUDHUIJ I, et al. How many steps/day are enough? For older adults and special populations. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 8, n. 1, p. 1-19, 2011. Disponível em: <https://ijbnpa.biomedcentral.com/articles/10.1186/1479-5868-8-80>. Acesso em: 11 dez. 2023.

24. MISHRA T, WANG M, METWALLY AA, BOGU GK, BROOKS AW, BAHMANI A, et al. Pre-symptomatic detection of COVID-19 from smartwatch data. **Nature Biomedical Engineering**, v. 4, n. 12, p. 1208–1220, 2020. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41551-020-00640-6>. Acesso em: 23 jan. 2024.

25. STAMATAKIS E, HAMER M, O'DONOVAN G, BATTY GD, KIVIMAKI M. A non-exercise testing method for estimating cardiorespiratory fitness: associations with all-cause and cardiovascular mortality in a pooled analysis of eight population-based cohorts. **European Heart Journal**, v. 34, n. 10, p. 750–758, 2013. DOI: 10.1093/eurheartj/ehs097. Acesso em: 23 jan. 2024.

26. HERESI GA, DWEIK RA. Strengths and Limitations of the Six-Minute-Walk Test: A Model Biomarker Study in Idiopathic Pulmonary Fibrosis. **Am J Respir Crit Care Med** [Internet]. 1o de maio de 2011 [citado 26 de maio de 2025];183(9):1122–4. Disponível em: <https://www.atsjournals.org/doi/10.1164/rccm.201012-2079ED>. Acesso em 26 mai. 2025.

27. MASOUMIAN HOSSEINI M, MASOUMIAN HOSSEINI ST, QAYUMI K, HOSSEINZADEH S, SAJADI TABAR SS. Smartwatches in healthcare medicine: assistance and monitoring; a scoping review. **BMC Med Inform Decis Mak** [Internet]. 3 de novembro de 2023 [citado 16 de agosto de 2024];23(1):248. Disponível em: <https://bmcmmedinformdecismak.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12911-023-02350-w> Acesso em 26 mai. 2025.