

O USO DE DISPOSITIVOS VESTÍVEIS E PLATAFORMA DE MONITORAMENTO REMOTO PARA ANÁLISE DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA EM IDOSOS: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

Gabriela Ramos Ventura¹
Eujessika Katielly Rodrigues Silva²
Dianna Livia da Silva Costa³
Caroline Sousa Truta Ramalho⁴
Luana da Silva Leal⁵
Paulo Eduardo e Silva Barbosa⁶

RESUMO

Introdução: O processo de envelhecimento humano é involuntário e inevitável que leva à perda estrutural e funcional do corpo. Dentre as alterações que ocorrem durante esse processo, está o comprometimento do sistema cardiovascular. Sabemos que a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) é um importante biomarcador da saúde durante o processo de envelhecimento, indicando adaptações fisiológicas do sistema nervoso autônomo (SNA). Atualmente, uma das formas para analisar a VFC são os dispositivos vestíveis, através de diferentes formas de análise de dados. **Objetivos:** Elucidar evidências sobre a análise da VFC através da utilização de dispositivos vestíveis, bem como o uso da plataforma de monitoramento remoto. **Metodologia:** Trata-se de uma revisão integrativa realizada nas bases de dados PubMed, Springerlink e Science Direct utilizando os descritores “*heart rate variability*”, “*wearables*” e “*elderly*”. Foram incluídos estudos publicados sem restrição de tempo, nos idiomas inglês, português e espanhol, que abarcavam a análise da VFC através de dispositivos vestíveis na população idosa. **Resultados:** A busca inicial resultou em 366 artigos, desses, 26 foram lidos na íntegra, restantes 6 incluídos para análise. Os estudos submeteram a análise da VFC através do uso de dispositivos do tipo smartwatch, bem como compararam com outros métodos de análise considerados padrão-ouro. **Considerações finais:** O estudo fornece informações relevantes acerca da validação e confiabilidade dos dispositivos vestíveis para análise da VFC na população idosa.

¹Mestranda do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia em Saúde da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, gabrielaramos.fisioterapia@gmail.com;

²Doutora em Fisioterapia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, eujessika.rodrigues@nutes.uepb.edu.br;

³Mestranda do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia em Saúde da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, luanaleal.fisioterapeuta@gmail.com;

⁴Mestranda do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia em Saúde da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, diannalivia2492@gmail.com;

⁵Doutoranda em Fisioterapia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, caroline.truta@gmail.com;

⁶ Professor orientador: Doutor em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, paulo.barbosa@nutes.uepb.edu.br.

Palavras-chave: Variabilidade da frequência cardíaca, Dispositivos vestíveis, Plataforma de monitoramento.

INTRODUÇÃO

A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) é caracterizada pela oscilação entre os batimentos cardíacos consecutivos, chamados de intervalos RR, que representa um marcador da interação entre o sistema nervoso autônomo (SNA) e o ritmo cardíaco (LEE; JEON; LEE, 2021). Sabe-se que a VFC é significativamente afetada pelo envelhecimento (UMETANI et al., 1998), e de acordo com Matos et al. (2020), um dos resultados esperados durante esse processo é o declínio da capacidade do SNA, conseqüentemente o declínio da VFC, bem como alterações do sistema cardiovascular.

Para observar algumas alterações desse sistema, tem-se utilizado a VFC como uma medida não invasiva, utilizando-a para identificar alterações relacionados ao SNA, fornecendo dados sobre as ativações simpáticas e parassimpáticas que controlam o coração (LONGHI; TOMAZ, 2010). Mudanças nos padrões da VFC fornecem um indicador de comprometimento na saúde, uma vez que a alta VFC sinaliza uma boa adaptação do sistema cardiovascular, caracterizando assim um indivíduo saudável com mecanismos autonômicos eficientes, enquanto a baixa VFC sinaliza uma adaptação anormal e insuficiente do SNA, podendo indicar a presença de mau funcionamento fisiológico no indivíduo (PUMPRLA et al., 2002).

A medida clínica da VFC utilizada para avaliar e identificar prejuízos à saúde do idoso, é uma técnica econômica e de fácil acesso para a aquisição de dados (CATAI et al., 2020). A ampla disponibilidade de dispositivos de rastreamento da FC levou a um interesse considerável no uso da VFC como uma potencial ferramenta clínica, a partir disso, surgiram dispositivos comerciais de rastreamento usados no pulso que medem os intervalos entre os batimentos cardíacos por meio de fotopletismografia (PPG) (NATARAJAN et al., 2020).

Os sensores que captam as informações fisiológicas através dos dispositivos vestíveis surgiram no mercado graças aos avanços tecnológicos, e rapidamente se popularizaram entre os usuários e no campo da pesquisa científica (BROTHERS et al., 2019). O uso desses dispositivos no sistema de saúde apresenta vantagens únicas, como uma excelente instantaneidade, flexibilidade e compatibilidade com o processamento de grandes áreas da tecnologia (LOU et al., 2020).

Dito isso, a avaliação e monitoramento da VFC de forma não invasiva é considerado como parâmetro para estimar a interação entre o cérebro e o sistema cardiovascular em

indivíduos idosos. Através da plataforma *Sênior Mobile Health* (SMH) é possível realizar esse monitoramento contínuo, remoto e em tempo real dos dados adquiridos da VFC (RODRIGUES et al., 2020). Diante do exposto, o estudo propõe trazer evidências sobre a análise da VFC através da utilização de dispositivos vestíveis, bem como o uso da plataforma de monitoramento remoto.

METODOLOGIA

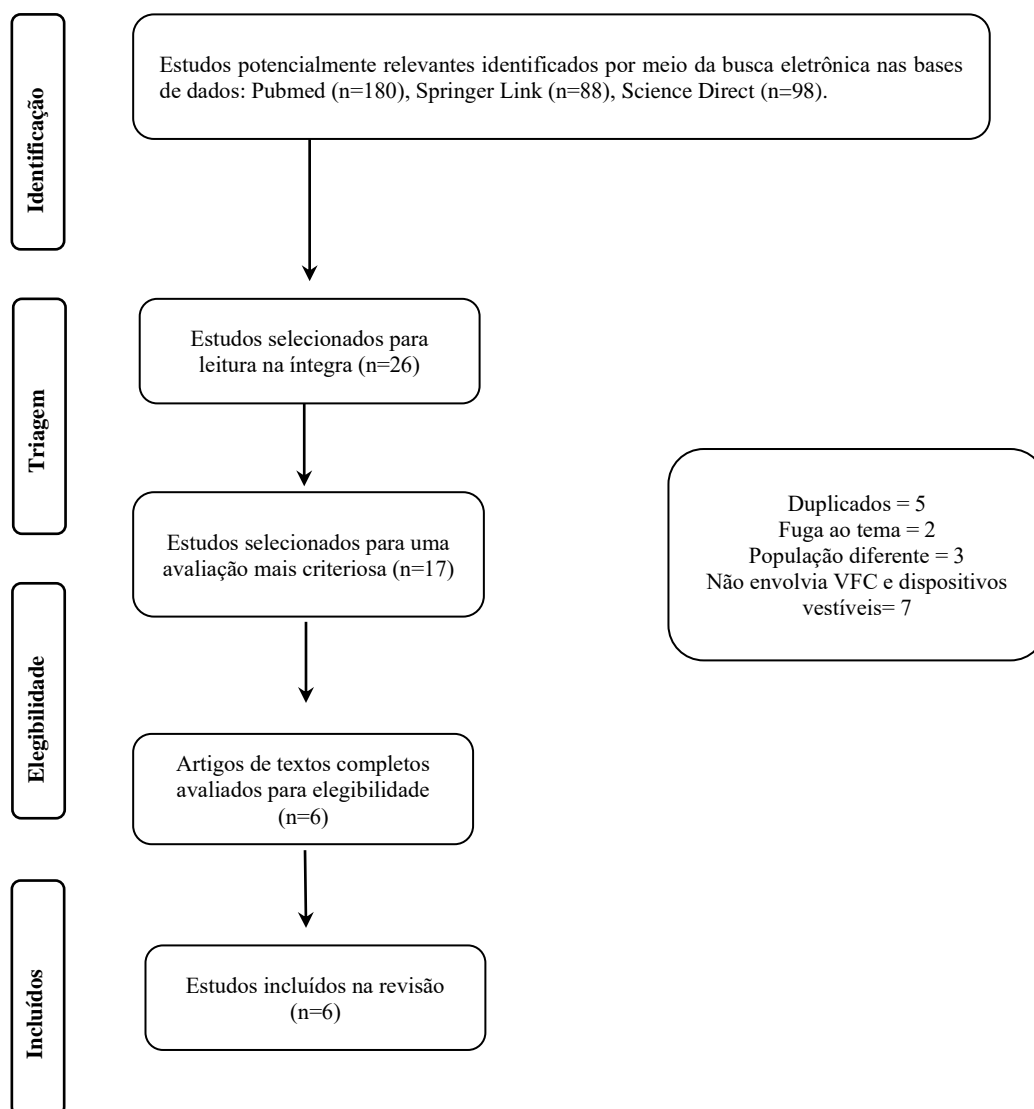
O presente estudo trata-se de uma revisão integrativa realizada no mês de junho de 2023. Para a realização do mesmo, foram consultadas as seguintes bases de dados: PubMed (Biblioteca Nacional de Medicina e Instituto Nacional de Saúde); Springerlink e Science Direct. Foram selecionados artigos sem restrição de tempo nos idiomas inglês, português e espanhol. Para a prospecção dos estudos, os descritores foram utilizados em combinação com operadores booleanos (AND). No PubMed, Springerlink e Science Direct a combinação foi: “*heart rate variability*”, “*wearables*” e “*elderly*”.

Para o cálculo do número de estudos, verificou-se se não foram repetidos em mais de uma base de dados, sendo cada artigo considerado apenas uma vez. A partir dos estudos identificados, foram selecionados aqueles que preenchiam os critérios de inclusão considerando os títulos e resumos. Artigos originais envolvendo a VFC e dispositivos vestíveis, foram incluídos nesta revisão. Foram excluídos os estudos voltados para uma população diferente de idosos e que não atenderam aos critérios de inclusão, além das duplicatas encontradas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um resumo da busca eletrônica nas bases de dados e as respectivas direções de inclusão são apresentados na [Figura 1](#). Inicialmente, foram identificados 366 artigos. Uma vez realizada uma triagem para seleção dos estudos, foram excluídos aqueles que não possuíam dados relevantes, por estarem em duplicata, ou pela utilização de dispositivos vestíveis em uma população diferente de idosos, restantes 26 artigos para leitura na íntegra que foram submetidos à análise de títulos e resumos e verificação de critérios de inclusão e exclusão. Desses, apenas 6 preencheram adequadamente todos os critérios de inclusão e foram selecionados para análise.

Figura 1. Pesquisa e seleção dos estudos para a revisão de acordo com o PRISMA.



Fonte: dados da pesquisa, 2023.

Tabela 1. Uso de dispositivos vestíveis para análise da VFC.

Autor(es)	Ano	Análise da VFC através de dispositivos vestíveis
Rodrigues, et al.	2020	Os dados obtidos através dos dispositivos fornecem resultados precisos na avaliação da VFC em comparação com os dispositivos padrão-ouro. Com isso, a aplicação dos métodos e técnicas utilizados são úteis para a criação e validação de indicadores de VFC em séries temporais obtidas por meio de dispositivos vestíveis baseados em sensores de PPG.

- Schäfer; Vagedes 2013 O PPG é frequentemente usado em condições de medições onde mobilidade, simplicidade, eficiência de tempo, flexibilidade e baixo custo são de suma importância, como por exemplo, no monitoramento de idosos.
- Georgiou et al. 2017 Dispositivos vestíveis, especialmente aqueles que usam PPG, podem fornecer uma solução alternativa promissora para medir a VFC.
- Tarniceriu et al. 2018 Os dados de dispositivos de pulso (PPG) são precisos o suficiente para a análise de VFC quando comparados com o ECG.
- Natarajan et al. 2020 Nosso avanço técnico na análise de dados vestíveis em larga escala e descrições dos dados de VFC, agora permitem seu uso potencial para promoção da saúde por meio de dezenas de milhões de rastreadores comerciais de pulso atualmente disponíveis.
- Pernice et al. 2018 Há viabilidade geral de computar medidas descritivas de VFC a partir de gravações baseadas em PPG, uma vez que a fotopletismografia é apropriada para a avaliação da VFC de curto prazo com base no domínio do tempo, domínio da frequência e índices teóricos da informação.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

A tabela 1 mostra os estudos selecionados (n=6) que submeteram a análise da VFC através do uso de dispositivos vestíveis. Rodrigues et al, (2020) e Natarajan et al, (2020) usaram o dispositivo do tipo smartwatch da marca Fitbit. Utilizaram o dispositivo vestível do tipo ECG os estudos de Pernice et al, (2018), Tarniceriu et al, (2018), Georgiou et al. (2017) e Schäfer; Vagedes (2013). Ambos validaram confiabilidade dos dispositivos para o rastreamento dos comprometimentos da saúde na população idosa.

Usualmente, a VFC é medida em ambientes clínicos ou laboratoriais, utilizando-se de equipamentos como o eletrocardiograma (ECG) ou cinta cardíaca, no entanto, essas ferramentas possuem algumas características que inviabilizam seu uso no cotidiano e dificultam o monitoramento contínuo e rotineiro (HINDE; WHITE; ARMSTRONG, 2021). O ECG apresenta desvantagem em relação à detecção adequada e precisa dos intervalos RR, como nos casos de pacientes com tremor ou idosos com pele frágil que têm gravações de baixa qualidade com muito ruído e artefatos. Porém, ainda é aceito como padrão-ouro para análise da VFC (PÉREZ-RIERA et al., 2017).

Em geral, os problemas de biocompatibilidade, desconforto, design insatisfatório e acesso limitado a ambientes clínicos ou laboratoriais são fatores que tornam o uso desses instrumentos menos apropriado para avaliações de saúde e improvável de ser adotado na rotina diária do indivíduo (HERNÁNDEZ-VICENTE et al., 2021).

Diante desse cenário, foi desenvolvido um sistema de monitoramento remoto para idosos com a finalidade de captar informações 24 horas por dia por meio de dispositivos vestíveis. Através da SMH, é possível avaliar remotamente e continuamente a saúde do idoso, onde os recursos de monitoramento incluem vários indicadores de saúde, dentre esses, os dados de VFC. A plataforma recebe os dados de FC através dos dispositivos vestíveis e transformamos em informações sobre a VFC, como demonstrado na [figura 2](#) (RODRIGUES et al., 2020).

Figura 2. Dados de VFC obtidos através da plataforma SMH.



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

A análise da VFC pode-se dar através das métricas lineares do domínio do tempo (RMSSD e SDNN), domínio da frequência (alta frequência e baixa frequência), e métricas não lineares (NATARAJAN et al., 2020). RMSSD (Root-Mean of Square Sucessive NN Interval Difference) representa a raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes, em um intervalo de tempo em ms (VANDERLEI et al., 2009). SDNN (Standard Deviation of All Normal NN Interval), que é o desvio padrão de todos os intervalos RR normais gravados em um intervalo de tempo em ms (LOPES et al., 2013).

A SMH implementou algoritmos para métricas de VFC apenas no domínio do tempo, tendo em vista à menor complexidade e pragmatismo. Para isso, foi utilizado o dispositivo vestível Fitbit do modelo Inspire HR, que encontra-se disponível no mercado e atende a critérios

importantes como conforto, design e usabilidade, bem como adesão à solução biocompatibilidade do material, diminuindo a possibilidade de processos alérgicos devido ao contato constante com a pele (RODRIGUES et al., 2022). Assim como em um estudo multicêntrico, Natarajan et al. (2020), extraíram as medições de VFC em mais de 8 milhões de indivíduos utilizando os dispositivos vestíveis Fitbit, e constataram que com o avançar da idade, o RMSSD diminui mais rapidamente do que o SDRR, representando predominantemente o tônus vagal do SNA (VANDERLEI et al., 2009).

Segundo Singh et al. (2018), que calcularam a VFC através de vários dispositivos, contataram que, embora os dispositivos ambulatoriais de ECG tenham servido como padrão-ouro, vários dispositivos alternativos, principalmente baseados em PPG são mais convenientes e práticos para medir parâmetros de VFC. Em outro estudo, que compararam os intervalos RR de um dispositivo PPG de pulso e um dispositivo de ECG, evidenciaram que os dados de dispositivos de pulso (PPG) eram precisos o suficiente para a análise de VFC e para diferenciar casos entre ritmo sinusal e fibrilação atrial (TARNICERIU et al., 2018).

De forma geral, a simplicidade da técnica, o custo-efetividade, fácil aquisição de sinal e monitoramento remoto são as principais vantagens dos dispositivos vestíveis em relação ao ECG padrão-ouro, uma vez que o uso frequente em condições de medições onde a mobilidade, simplicidade, eficiência de tempo, flexibilidade e baixo custo são de suma importância, como por exemplo, no monitoramento de idosos (SCHÄFER; VAGEDES, 2013).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, os achados provenientes dessa revisão evidenciam as informações relevantes acerca da utilização de dispositivos vestíveis e a plataforma de monitoramento para análise da VFC. Devido as possibilidades da técnica e o fácil acesso para a aquisição de dados abrangente nos dispositivos, muitas pesquisas têm utilizado com diversas finalidades a fim de potencializar o cuidado à população idosa. A aplicabilidade da VFC nessa população é mais do que comprovada, e através do uso de uma plataforma de monitoramento remoto é possível assegurar a acessibilidade de informações à profissionais e pacientes. Quanto ao uso de dispositivos vestíveis, os *smartwatch* foram os tipos mais utilizados nos estudos analisados, o que pode ser justificado pela sua precisão na captação de dados, praticidade para aplicação e conforto para o usuário.

REFERÊNCIAS

CATAI, et al. Heart rate variability: are you using it properly? Standardisation checklist of procedures. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, 24(2), 91-102. doi:10.1016/j.bjpt.2019.02.006. 2020

HERNÁNDEZ-VICENTE, A et al. Validade do sensor de frequência cardíaca Polar H7 para análise da variabilidade da frequência cardíaca durante o exercício em diferentes grupos de idade, composição corporal e nível de condicionamento físico. **Sensores**. 2021; 21 :902. doi: 10.3390/s21030902

HINDE K., WHITE, G., ARMSTRONG, N. Wearable Devices Suitable for Monitoring Twenty Four Hour Heart Rate Variability in Military Populations. **Sensors**. 2021;21:1061. doi: 10.3390/s21041061.

LEE H., JEON S.B., LEE K.S. Continuous heart rate variability and electroencephalography monitoring in severe acute brain injury: A preliminary study. **Acute Crit. Care**. 2021;36:151–161. doi: 10.4266/acc.2020.00703

LONGHI, A., TOMAZ, C.A.B., Variabilidade da Frequência Cardíaca, Depressão, Ansiedade e Estresse em Intensivistas, **Revista Brasileira de Cardiologia**, v.23, n.6, p. 315-323, novembro/dezembro, 2010.

LOPES, et al. Clinical Applications of Heart Rate Variability. **Rev Neurocienc**. 2013;21(4):600-603

LOU, Z. et al. Reviews of wearable healthcare systems: materials, devices and system integration. **Materials Science And Engineering: R**, [S.L.], v. 140, p. 100523, abr. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.mser.2019.100523>.

Matos F. et al. Um Estudo Integrativo Neurovisceral sobre Cognição, Variabilidade da Frequência Cardíaca e Aptidão em Idosos Frente Envelhecimento. **Neurosci**. 2020; 12:51 . doi: 10.3389/fnagi.2020.00051

NATARAJAN, A. et al. Heart rate variability with photoplethysmography in 8 million individuals: a cross-sectional study. **The Lancet Digital Health**, [S.L.], v. 2, n. 12, p. 650-657, dez. 2020. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s2589-7500\(20\)30246-6](http://dx.doi.org/10.1016/s2589-7500(20)30246-6).

PÉREZ-RIERA, AR. et al. Principais artefatos em eletrocardiografia Ann Eletrocardiol Não Invasivo 2017; doi:10.1111/ anec.12494

PUMPRLA J, et al. Functional assessment of heart rate variability: physiological basis and practical applications. **Int J Cardiol**. 2002;84(1):1-14

RODRIGUES, E. et al. HRV Monitoring Using Commercial Wearable Devices as a Health Indicator for Older Persons during the Pandemic. **Sensors**. 2022 Mar; 22(5).

SCHÄFER, A., VAGEDES, J. Quão precisa é a variabilidade da frequência cardíaca como uma estimativa da variabilidade da frequência cardíaca? Uma revisão de estudos comparando a tecnologia fotopletismográfica com um eletrocardiograma. **Int J Cardiol** 2013;166:15-29



SINGH, N et al. Variabilidade da frequência cardíaca: uma métrica antiga com novo significado na era do uso de tecnologias para orientação de treinamento de saúde e exercícios. Parte um: fisiologia e métodos. **Arritmia Eletrofisiológica Rev** 2018; 7: 193–98

TARNICERIU, A. et al. Detecção de intervalos batimento a batimento a partir de fotopletimografia de punho em pacientes com ritmo sinusal e fibrilação atrial após cirurgia. Conferência Internacional IEEE EMBS 2018 sobre Informática Biomédica e de Saúde (BHI); Las Vegas, Nevada; 4–7 de março de 2018: 133–36.

UMETANI, K. et al. Twenty-four variabilidade da frequência cardíaca no domínio do tempo e frequência cardíaca: relações com a idade e o sexo ao longo de nove décadas. **J Am Coll Cardiol** 1998; 31: 593–601

VANDERLEI, L.C. et al. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. **Rev Bras Cir Cardiovascular**, 24:2009, pp. 205-17.