

Relevância do uso de smartwatch para detecção e monitoramento de fibrilação atrial: um mapeamento sistemático

Relevance of smartwatch use for detecting and monitoring atrial fibrillation: a systematic mapping

Relevancia del uso de smartwatches para la detección y seguimiento de la fibrilación auricular: un mapeo sistemático

Recebido: 10/11/2022 | Revisado: 22/11/2022 | Aceitado: 24/11/2022 | Publicado: 02/12/2022

Bruna Ferreira Pfeiffer

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4635-423X>
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Brasil
E-mail: bruna.pfeiffer@edu.pucrs.br

Cristina Pio de Almeida

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3909-0296>
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Brasil
E-mail: cristina.almeida@pucrs.br

Resumo

Diante da expansão de dispositivos digitais para monitorar sinais vitais visando qualidade de vida – e-health –, o objetivo deste estudo foi realizar uma revisão de literatura que buscasse compreender a relevância do uso de smartwatch para detecção e monitoramento de sinais vitais que desencadeiam a fibrilação atrial (FA), cardiopatia comum na população mundial, mas de difícil diagnóstico. A partir de definições de buscas, ao final, 7 artigos foram reservados para análise. Os artigos reservados foram retirados das bases Biblioteca Virtual em Saúde, Science Direct e Scopus, de 2019 a 2022. Os estudos ocorreram em hospitais localizados na China, Estados Unidos, Bélgica, Austrália, Taiwan, Alemanha e Suíça, com participantes do gênero masculino (55,8%) e feminino (44,2%), entre 43 e 91 anos. As mensurações dos sinais vitais ocorreram por smartwatch das marcas Apple, Samsung, Garmin, Amazfit, Wavelet e Huawei. Para dupla verificação dos sinais, utilizou-se eletrocardiograma de 1, 7 e 12 derivações. Ao compilar os parâmetros quantitativos, a média geral de sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo, valor preditivo negativo e acurácia foram de 96,29%, 94,25%, 87,44%, 97,28% e 94,73%, respectivamente. Os resultados apresentados foram promissores para compreender o quão útil o smartwatch pode ser utilizado como ferramenta auxiliar para pacientes com FA.

Palavras-chave: Dispositivos eletrônicos vestíveis; Cardiopatias; Fibrilação atrial.

Abstract

Given the expansion of digital devices to monitor vital signs aiming at quality of life - e-health -, the aim of this study was to conduct a literature review that sought to understand the relevance of the use of smartwatch for detecting and monitoring vital signs that trigger atrial fibrillation (AF), a common but difficult to diagnose heart disease in the world population. From search definitions, at the end, 7 articles were reserved for analysis. The reserved articles were taken from the Virtual Health Library, Science Direct, and Scopus databases from 2019 to 2022. The studies occurred in hospitals located in China, the United States, Belgium, Australia, Taiwan, Germany, and Switzerland, with male (55,8%) and female (44,2%) participants, aged 43 to 91 years. Vital signs were measured using smartwatches from Apple, Samsung, Garmin, Amazfit, Wavelet, and Huawei. For double-checking the signals, electrocardiograms of 1, 7, and 12 leads were used. When compiling the quantitative parameters, the overall average of sensitivity, specificity, positive predictive value, negative predictive value, and accuracy were 96,29%, 94,25%, 87,44%, 97,28%, and 94,73%, respectively. The results presented were promising in understanding how useful smartwatch can be used as an auxiliary tool for patients with AF.

Keywords: Wearable electronic devices; Heart diseases; Atrial fibrillation.

Resumen

Ante la expansión de los dispositivos digitales para monitorizar las constantes vitales con el objetivo de mejorar la calidad de vida - e-health-, el objetivo de este estudio fue realizar una revisión bibliográfica que buscaba conocer la relevancia del uso de smartwatch para detectar y monitorizar las constantes vitales que desencadenan la fibrilación auricular (FA), una cardiopatía común pero difícil de diagnosticar en la población mundial. A partir de las definiciones de la búsqueda, al final se reservaron 7 artículos para el análisis. Los artículos reservados fueron tomados de las bases de datos Virtual Health Library, Science Direct y Scopus, desde 2019 hasta 2022. Los estudios se llevaron a cabo en hospitales de China, Estados Unidos, Bélgica, Australia, Taiwán, Alemania y Suiza, con

participantes masculinos (55,8%) y femeninos (44,2%) de entre 43 y 91 años. Las constantes vitales se midieron con smartwatches de Apple, Samsung, Garmin, Amazfit, Wavelet y Huawei. Para la doble verificación de las señales, se utilizaron electrocardiogramas de 1, 7 y 12 derivaciones. Al recopilar los parámetros cuantitativos, la media global de la sensibilidad, la especificidad, el valor predictivo positivo, el valor predictivo negativo y la precisión fueron del 96,29%, 94,25%, 87,44%, 97,28% y 94,73%, respectivamente. Los resultados presentados fueron prometedores para comprender la utilidad de los smartwatches como herramienta auxiliar para los pacientes con FA.

Palabras clave: Dispositivos electrónicos vestibles; Cardiopatías; Fibrilación atrial.

1. Introdução

O desenvolvimento de dispositivos digitais voltados para área da saúde – e-Health – proporcionaram grandes evoluções na sociedade, o que reflete diretamente na qualidade e aumento da expectativa de vida populacional. Os dispositivos e-Health visam a obtenção e monitoramento de dados para o aprendizado profundo – deep learning – a fim de auxiliar na prevenção, controle e tratamento de doenças agudas e crônicas, assim como elucidar diagnósticos clínicos com baixo custo quando comparado com métodos tradicionais (Bocchiardo & Asteggiano, 2020; Song et al., 2021; Zhu et al., 2022).

Dentre os modelos de e-Health disponíveis, o smartwatch – relógio de pulso digital – apresenta boa aceitação por conta da livre comercialização e inclusão de recursos tecnológicos confiáveis para obtenção de sinais vitais, como frequência cardíaca e nível de oxigenação. Posteriormente, tais sinais são convertidos em dados de aprendizado profundo e utilizados para detecção e monitoramento de doenças cardíacas e respiratórias. Atualmente, os sinais são captados por fotopleletismografia – sensor óptico posicionado no pulso com leitura em um diodo emissor de luz (LED) para iluminar o tecido e um fotodiodo (PD) para medir a luz transmitida ou refletida pelo tecido –, o que reduz a captação de artefatos. Com o crescente diagnóstico mundial de cardiopatias, fabricantes de dispositivos e-Health estão em constante desenvolvimento de modelos de smartwatch capazes de auxiliar no monitoramento e armazenamento de sinais vitais e estimular práticas de atividades físicas (Bumgarner et al., 2018; Dai et al., 2021; Nazarian et al., 2021; Perez et al., 2019; Prasitlumkum et al., 2021).

Acerca das cardiopatias, a fibrilação atrial (FA) é uma condição de arritmia cardíaca mais comum, acometendo mais de 37 milhões de pessoas e estima-se que esse número duplique em 30 anos. Apesar de uma ser uma cardiopatia comum, muitos pacientes são assintomáticos e os sinais alterados são rápidos e transitórios, o que dificulta o diagnóstico. Apresenta alta incidência na população masculina, idosa e está associada a casos de acidente vascular cerebral (AVC), mortalidade cardiovascular, eventos cardíacos, insuficiência cardíaca, aumento de internações hospitalares e aumento de custos nos sistemas de saúde (Cintra & Figueiredo, 2021; Perez et al., 2019; Prasitlumkum et al., 2021).

Existem fatores de risco capazes de contribuir para o aumento da manifestação clínica da FA, como obesidade, apneia obstrutiva do sono, sedentarismo, tabagismo e consumo de bebida alcoólica. Portanto, recomendam-se práticas de atividades físicas, alimentação saudável e balanceada, tempo de sono adequado, controle do peso corporal, consumo moderado de bebida alcoólica, eliminar o hábito de fumar e controle da hipertensão arterial, diabetes e dislipidemia (Cintra & Figueiredo, 2021).

Diante da importância do monitoramento de sinais em pacientes com FA, torna-se essencial o investimento constante em pesquisas e tecnologias com recursos precisos de modo a garantir a saúde, aliado a qualidade de vida. Portanto, o objetivo do presente estudo foi realizar uma revisão de literatura de mapeamento sistemático que buscasse compreender a relevância do uso de smartwatch para detecção e monitoramento de sinais vitais que desencadeiam a FA.

2. Metodologia

De acordo com Falbo (2020), as revisões de literatura de mapeamento sistemático são estudos secundários que seguem uma ordem de pesquisa metodologicamente bem definido para identificar, analisar e interpretar evidências relacionadas a um conjunto de questões de pesquisa, tópico ou fenômeno de interesse, de maneira não tendenciosa e repetível entre pesquisadores. Além disso, mostra a qualidade de publicações e permite a identificação de lacunas na área pesquisada

ilustrada por gráficos (Kitchenham et al., 2011; Petersen et al., 2008; Wohlin et al., 2013). O presente estudo de revisão, de cunho qualitativo, buscou expressar os resultados a partir da análise dos conteúdos dos estudos de interesse selecionados (Cardoso et al., 2021). As etapas essenciais para condução e conclusão das buscas por estudos de interesse estão detalhadas a seguir.

2.1 Questões de pesquisa

A partir da questão central “Qual a relevância do uso de smartwatch para usuários com fibrilação atrial?” construiu-se o protocolo de pesquisa do estudo. Como parte do protocolo, cinco questões de pesquisa (QP) capazes de contribuir com o objetivo foram elaboradas:

- QP1: Qual evolução temporal e geográfica das publicações?
- QP2: Quais marcas/modelos de smartwatch analisados?
- QP3: Qual perfil dos participantes?
- QP4: Qual ferramenta utilizada para dupla verificação dos sinais obtido pelo smartwatch?
- QP5: Quais os resultados quantitativos apresentados?

2.2 Fontes de pesquisa e string de pesquisa

Ao total 6 fontes de pesquisa foram selecionadas a fim de esgotar as possibilidades de buscas por estudos de interesse: Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) <<https://bvsalud.org/>>, Pubmed <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>>, Scielo <<https://scielo.org/>>, Science Direct <<https://www.sciencedirect.com/>>, Scopus <<https://www.scopus.com/>> e Web of Science <<https://www.webofscience.com/>>. A string de pesquisa foi aplicada em títulos e resumos, adicionou-se o operador booleano AND e dupla aspas em alguns conjuntos de palavras para buscas exatas. O Quadro 1 mostra o procedimento de busca.

Quadro 1 - Procedimento de busca nas respectivas fontes de pesquisa.

Fonte de pesquisa	String de pesquisa
BVS	(“atrial fibrillation”) AND (smartwatch) AND (specificity) AND (sensitivity) AND (“positive predictive value”) AND (“negative predictive value”) AND (accuracy)
Pubmed	(“atrial fibrillation”) AND (smartwatch) AND (specificity) AND (sensitivity) AND (“positive predictive value”) AND (“negative predictive value”) AND (accuracy)
Scielo	(“atrial fibrillation”) AND (smartwatch) AND (specificity) AND (sensitivity) AND (“positive predictive value”) AND (“negative predictive value”) AND (accuracy)
Science Direct	“atrial fibrillation” AND smartwatch AND specificity AND sensitivity AND “positive predictive value” AND “negative predictive value” AND accuracy
Scopus	“atrial fibrillation” AND smartwatch AND specificity AND sensitivity AND “positive predictive value” AND “negative predictive value” AND accuracy
Web of Science	ALL=(“atrial fibrillation” AND smartwatch AND specificity AND sensitivity AND “positive predictive value” AND “negative predictive value” AND accuracy)

Fonte: Autores (2022).

2.3 Filtros de busca

Alguns filtros de busca foram definidos e aplicados para reduzir a quantidade de textos que não atendessem com o objetivo do estudo: I) Estudos publicados de março de 2017 a março de 2022; II) Publicados em inglês, português e espanhol; III) Estudos categorizados como artigos científicos completos; IV) Artigos com acesso aberto.

2.4 Critérios de inclusão e exclusão

Os artigos que retornaram após filtros de busca foram avaliados individualmente com base nas definições de critérios de inclusão (CI) e critérios de exclusão (CE), conforme proposto pelo Quadro 2.

Quadro 2 - Critérios de inclusão e exclusão aplicados ao presente estudo.

Critérios de inclusão (CI)	Critérios de exclusão (CE)
CI1: Artigos disponíveis na íntegra	CE1: Textos publicados como artigos embora não sejam, exemplo: capítulos de livros, relato de caso, entre outros.
CI2: Artigos disponíveis em PDF para <i>download</i>	CE2: Artigos que não respondam as questões de pesquisa
CI3: Artigos publicados em revistas e jornais revisado por pares	CE3: Artigos encontrados em duplicidade
	CE4: Artigos de revisão de literatura

Fonte: Autores (2022).

2.5 Extração, síntese e resultados de dados

Na última etapa, os artigos reservados após a leitura dos títulos e resumos foram organizados em planilha digital via software Excel versão 2019. A planilha compõe dados como: identificação do artigo, título do artigo, fonte de pesquisa, ano de publicação, país de estudo, marca/modelo de smartwatch, gênero dos participantes, idade dos participantes, ferramenta confirmatória, sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo (VPP), valor preditivo negativo (VPN) e acurácia. O Quadro 3 revela a quantidade de estudos retornados em cada etapa de buscas.

Quadro 3 - Quantidade de estudos retornados em cada etapa de buscas.

	Quantidade geral	Após filtros de busca	Após critérios de inclusão	Após critérios de exclusão
BVS	5	5	5	3
Pubmed	4	3	3	0
Scielo	0	0	0	0
Science Direct	23	11	11	2
Scopus	13	12	11	2
Web of Science	5	5	5	0

Fonte: Autores (2022).

Durante leitura dos artigos, 1 artigo não atendeu ao critério de inclusão por não apresentar acesso aberto completo. Na análise de critérios de exclusão, 28 artigos foram retirados do estudo (7 artigos de revisão bibliográfica, 9 artigos em duplicidade, 9 artigos não respondiam as questões de pesquisa e 3 textos não se enquadravam como artigo). Ao final, 7 artigos atenderam com todos os critérios, apresentados no próximo tópico.

3. Resultados

Os artigos reservados para análise de resultados foram organizados conforme as 5 QP e estão dispostos nos subtópicos a seguir. A Tabela 1 apresenta os artigos reservados e explorados no presente estudo. Para melhor disposição, foram organizados por número de identificação (ID) e referência bibliográfica.

Tabela 1 - Identificação (ID) e referência bibliográfica dos artigos reservados e explorados.

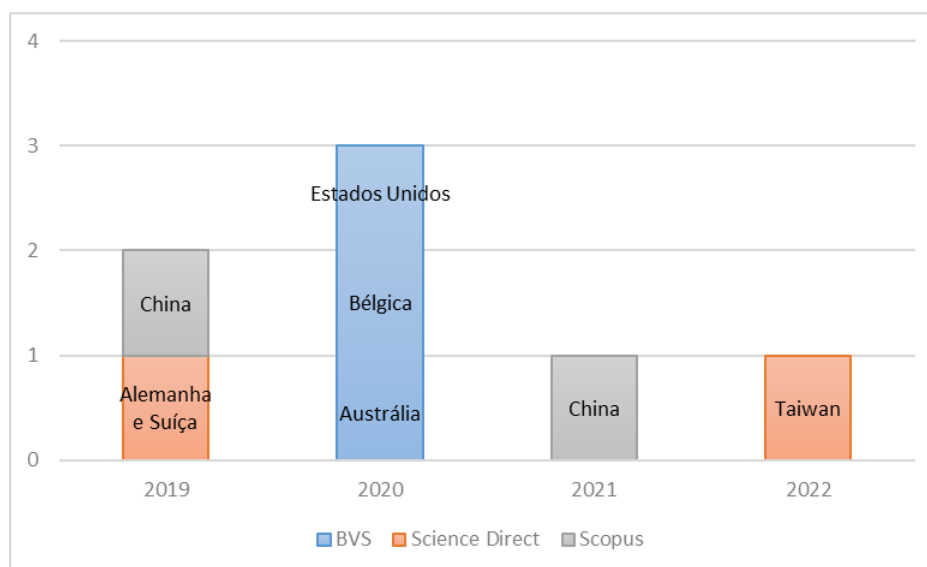
ID	Referência bibliográfica
01	Han, D., Khairul Bashar, S., Mohagheghian, F., Ding, E., Whitcomb, C., D. McManus, D., & H. Chon, K. (2020). Premature Atrial and Ventricular Contraction Detection Using Photoplethysmographic Data from a Smartwatch. <i>Sensors</i> , 20(19). https://doi.org/https://doi.org/10.3390/s20195683
02	Selder, J. L., Proesmans, T., Breukel, L., Dur, O., Gielen, W., Rossum, A. C. van, & Allaart, C. P. (2020). Assessment of a standalone photoplethysmography (PPG) algorithm for detection of atrial fibrillation on wristband-derived data. <i>Computer Methods and Programs in Biomedicine</i> , 197(105753). https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2020.105753
03	Rajakariar, K., Koshy, A. N., Sajeev, J. K., Nair, S., Roberts, L., & Teh, A. W. (2020). Accuracy of a smartwatch based single-lead electrocardiogram device in detection of atrial fibrillation. <i>Heart</i> , 106(9). https://doi.org/10.1136/heartjnl-2019-316004
04	Chang, P.-C., Wen, M.-S., Chou, C.-C., Wang, C.-C., & Hung, K.-C. (2022). Atrial fibrillation detection using ambulatory smartwatch photoplethysmography and validation with simultaneous holter recording. <i>American Heart Journal</i> , 247, 55–62. https://doi.org/10.1016/j.ahj.2022.02.002
05	Dörr, M., Nohturfft, V., Brasier, N., Bosshard, E., Djurdjevic, A., Gross, S., Raichle, C. J., Rhinisperger, M., Stöckli, R., & Eckstein, J. (2019). The WATCH AF Trial: SmartWATCHes for Detection of Atrial Fibrillation. <i>JACC. Clinical Electrophysiology</i> , 5(2), 199–208. https://doi.org/10.1016/j.jacep.2018.10.006
06	Zhang, S., Xian, H., Chen, Y., Liao, Y., Zhang, N., Guo, X., Yang, M., & Wu, J. (2021). The Auxiliary Diagnostic Value of a Novel Wearable Electrocardiogram-Recording System for Arrhythmia Detection: Diagnostic Trial. <i>Frontiers in Medicine</i> , 8. https://doi.org/10.3389/fmed.2021.685999
07	Fan, Y.-Y., Li, Y.-G., Li, J., Cheng, W.-K., Shan, Z.-L., Wang, Y.-T., & Guo, Y.-T. (2019). Diagnostic Performance of a Smart Device With Photoplethysmography Technology for Atrial Fibrillation Detection: Pilot Study (Pre-mAFA II Registry). <i>JMIR MHealth and UHealth</i> , 7(3). https://doi.org/10.2196/11437

Fonte: Autores (2022).

3.1 Evolução temporal e geográfica das publicações

Em 2019 ocorreram as primeiras divulgações de artigos nas fontes estudadas, representando 28,6%. Nos anos seguintes – 2020, 2021 e 2022 –, as publicações representaram 42,8%, 14,3% e 14,3%, respectivamente. Com relação as bases e pesquisa, BVS liderou com o acesso aos artigos, com 42,8%. Já Science Direct e Scopus representaram 28,6%, cada. A Figura 1 detalha a evolução temporal e geográfica.

Figura 1 - Evolução temporal e geográfica dos estudos.



Fonte: Autores (2022).

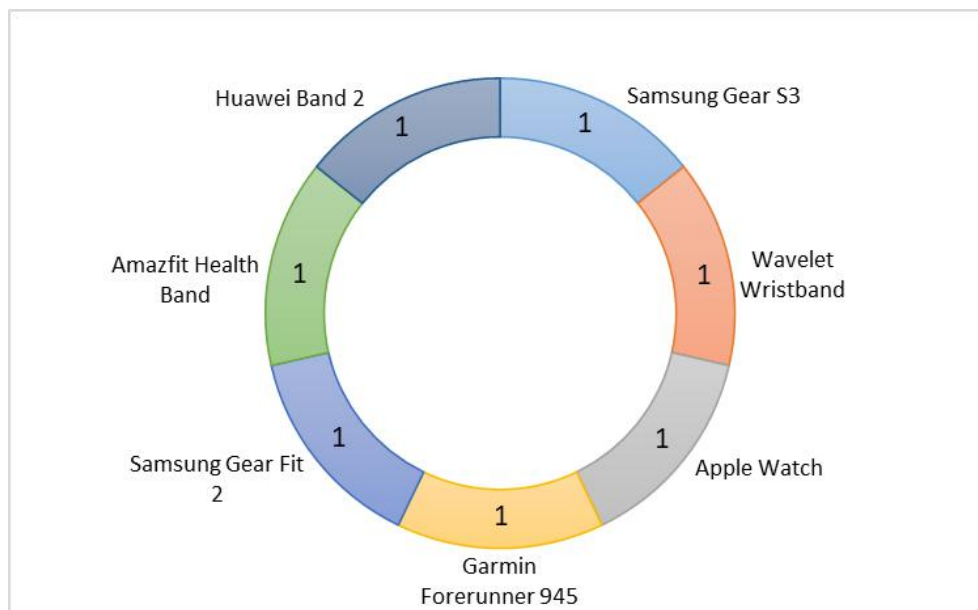
Observou-se uma queda de publicações em 2021. Já a queda apresentada em 2022 pode ser justificada pelo período de busca, de janeiro a março de 2022, o que não representa o ano de 2022 completo. As demais fontes de pesquisa – Pubmed e Web of Science – e períodos de publicações – 2017 e 2018 – apresentaram artigos duplicados, portanto não estão presentes na análise. Não foram encontrados artigos na base Scielo.

Os estudos ocorreram dentro de grandes centros hospitalares localizados na China, Estados Unidos, Bélgica, Austrália, Taiwan, Alemanha e Suíça. China predominou com publicações, em 28,6%. Já países como Estados Unidos, Bélgica, Austrália, Taiwan e Alemanha e Suíça representaram 14,3%, cada. Em um estudo foi captado participantes de hospitais localizados na Alemanha e Suíça, portanto, estes países foram unificados para fins de análise de dados.

3.2 Marcas/modelos de smartwatch analisados

Os smartwatches selecionados para os estudos estão disponíveis para livre comercialização e podem ser adquiridos sem restrição. Os sinais vitais dos participantes obtidos pelos smartwatches foram convertidos em dados para mensurar e avaliar o nível de confiabilidade das marcas/modelos. A Figura 2 ilustra as marcas e, em alguns casos, os modelos.

Figura 2 - Distribuição de marcas/modelos de smartwatch por estudo.



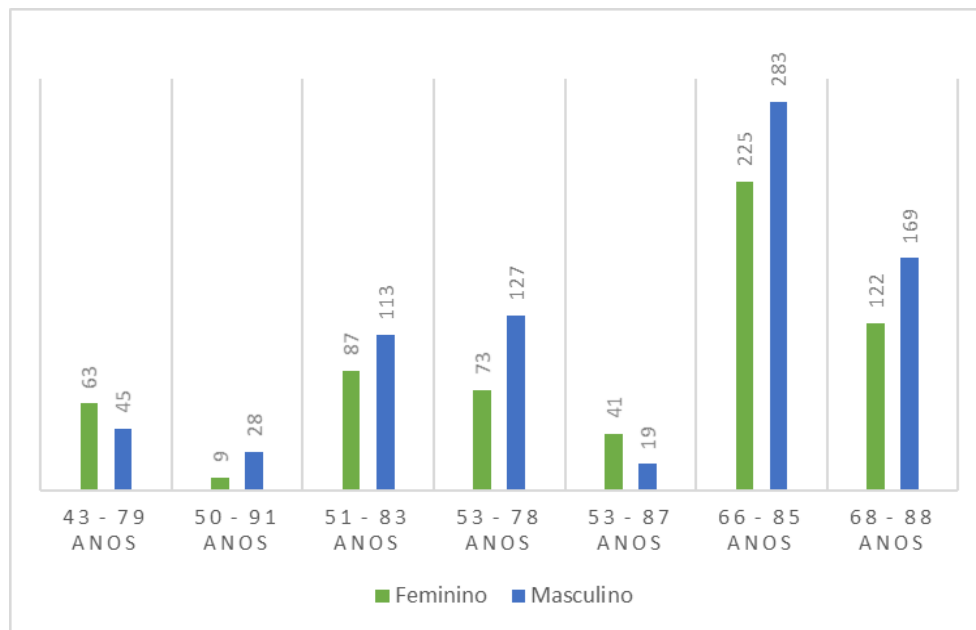
Fonte: Autores (2022).

A marca Samsung liderou com as avaliações, em 28,6% (Gear S3 e Gear Fit 2). As marcas Garmin (Forerunner 945), Apple, Huawei (Band 2), Amazfit e Wavelet (Wristband) representaram 14,3%, cada. Com relação aos modelos, 7 foram avaliados, representando 14,3% cada. Os estudos envolvendo Apple e Amazfit não mencionaram os modelos avaliados.

3.3 Perfil dos participantes

Ao total, 1.404 usuários participaram dos 7 estudos, com idade mínima de 43 e máxima de 91 anos. Houve predomínio de participantes do gênero masculino, com 55,8%. A Figura 3 distribui o perfil dos participantes por estudo.

Figura 3 - Idade e gênero dos participantes em cada estudo.



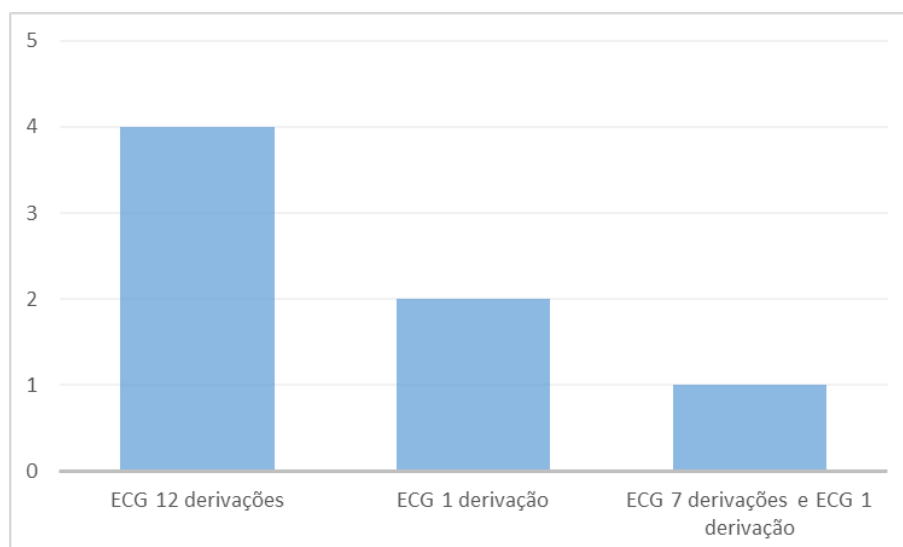
Fonte: Autores (2022).

Apesar do predomínio de participantes do gênero masculino, em dois estudos foi possível observar a inversão deste resultado. Todas as informações obtidas neste tópico corroboram com o perfil mundial de usuários com fibrilação atrial.

3.4 Ferramenta para dupla verificação de resultados

A fim de julgar a confiabilidade dos dados quantitativos obtidos pelo *smartwatch*, uma ferramenta foi manuseada em conjunto para dupla verificação dos sinais. O eletrocardiograma (ECG), ferramenta utilizada em todos os estudos, é considerado padrão-ouro para avaliar a condição cardíaca através de gráficos que captam ondas elétricas em diferentes regiões do organismo. A Figura 4 ilustra a distribuição das ferramentas utilizadas por estudo.

Figura 4 - Distribuição de ferramentas para dupla verificação de sinais utilizadas por estudo.



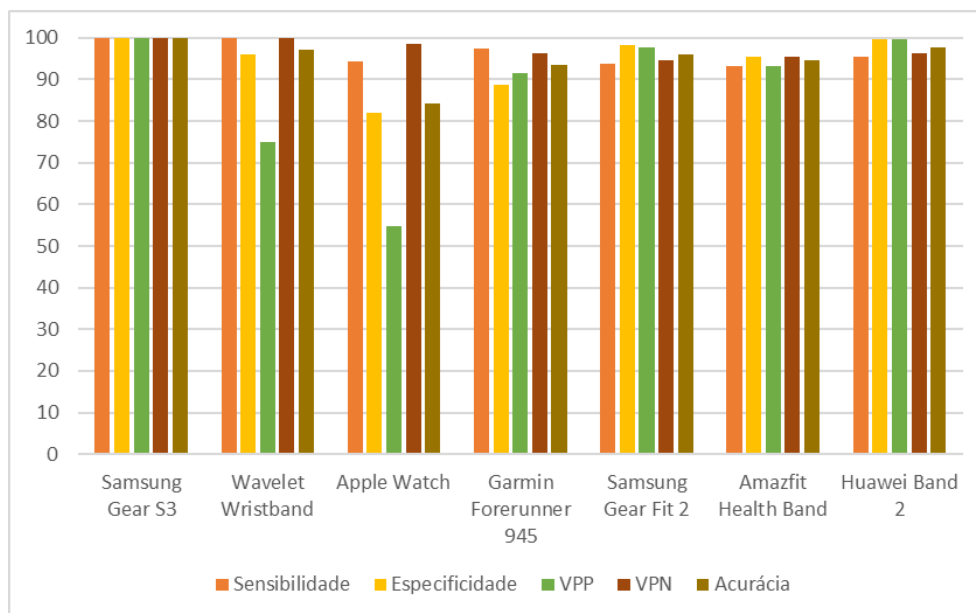
Fonte: Autores (2022).

O ECG de 12 derivações foi escolhido em 57,2% dos estudos. Em 28,6%, o KardiaBand – recurso presente na pulseira do Apple Watch – foi escolhido como ECG de 1 derivação. Em um estudo, 14,3%, foi utilizado duas ferramentas: ECG de 7 derivações e ECG de 1 derivação – smartwatch Samsung Simband 2 –, portanto, as duas ferramentas foram unificadas para fins de análise de resultados.

3.5 Resultados quantitativos

Ao final, os resultados apresentados foram cruciais para responder à questão central do presente estudo. Optou-se por procurar estudos que apresentassem resultados de sensibilidade, especificidade, VPP, VPN e acurácia para mostrar a complexidade dos testes realizados sobre os *smartwatches*, testes necessários para avaliação de dispositivos categorizados como *e-Health*. Para fins de estudo, entende-se por sensibilidade: probabilidade dos casos verdadeiros positivos, especificidade: probabilidade dos casos verdadeiros negativos, VPP: probabilidade dos resultados positivos nos casos positivos, VPN: probabilidade dos resultados negativos nos casos negativos, e acurácia: probabilidade de dispor todos os resultados corretos (positivos e negativos). A Figura 5 ilustra os resultados quantitativos obtidos em cada estudo.

Figura 5 - Valores percentuais de sensibilidade, especificidade, VPP, VPN e acurácia encontrados em cada estudo.



Fonte: Autores (2022).

Observou-se que o modelo Samsung Gear S3 apresentou valores de excelência, 100%, nos quesitos sensibilidade, especificidade, VPP, VPN e acurácia para detecção de fibrilação atrial. Os demais modelos apresentaram oscilações em todos os parâmetros: Wavelet Wristband (100% sensibilidade, 96% especificidade, 75% VPP, 100% VPN e 97% acurácia), Apple Watch (94,4% sensibilidade, 81,9% especificidade, 54,8% VPP, 98,4% VPN e 84,3% acurácia), Garmin Forerunner 945 (97,3% sensibilidade, 88,6% especificidade, 91,6% VPP, 96,3% VPN e 93,5% acurácia), Samsung Gear Fit 2 (93,7% sensibilidade, 98,2% especificidade, 97,8% VPP, 94,7% VPN e 96,1% acurácia), Amazfit (93,28% sensibilidade, 95,35% especificidade, 93,28% VPP, 95,35% VPN e 94,5% acurácia) e Huawei Band 2 (95,36% sensibilidade, 99,7% especificidade, 99,63% VPP, 96,24% VPN e 97,72% acurácia). Ao compilar os parâmetros quantitativos, a média de sensibilidade, especificidade, VPP, VPN e acurácia foram de 96,29%, 94,25%, 87,44%, 97,28% e 94,73%, respectivamente.

4. Discussão

As buscas por estudos de interesse ocorreram nas principais bases de textos científicos da área da saúde, portanto, em todas as bases pesquisadas foi possível encontrar artigos de interesse, exceto Scielo, que pode ser justificado por não se tratar de uma base de abrangência mundial. Os fabricantes de smartwatch utilizados nos estudos, em sua maioria, estão localizados nos países onde ocorreram os estudos, como Apple, Garmin e Wavelet Wristband nos Estados Unidos e Huawei e Amazfit na China. Já Samsung está localizado na Coreia do Sul (Chang et al., 2022; Nazarian et al., 2021). Além de Estados Unidos e China, Alemanha, Taiwan, Suíça, Austrália e Bélgica são países considerados promissores em tecnologia, inovação e depósitos de patentes, portanto, corrobora com os achados no estudo (University Cornell et al., 2020).

Todos os modelos de smartwatch encontrados nos estudos foram desenvolvidos com tecnologia de fotopleletismografia, recurso de captação de sinais vitais mais fidedigno quando comparado com tecnologias anteriores, um dos principais motivos de aquisições por usuários de interesse. Além disso, são marcas reconhecidas e comercializadas mundialmente (Chang et al., 2022; Nazarian et al., 2021). Estudos de Iori et al. (2022) mostraram que o perfil de usuários com fibrilação atrial é predominantemente masculino, em 86,6%, com idade média de 67 anos. Os estudos de Tenbult et al. (2022) reforçam os mesmos achados: predominância de usuários do gênero masculino, em 80%, e com idade média de 57 anos. Em ambos os estudos, os usuários apresentam outras doenças de base, como obesidade, sedentarismo, hipertensão arterial e outras cardiopatias, dados que corroboram com os achados do presente estudo e de demais pesquisas.

Com relação a ferramenta para dupla verificação de sinais, em todos os estudos foram utilizados ECG de diferentes derivações – 1, 7 e 12 –, em conjunto com o smartwatch avaliado. O ECG de 12 derivações é padrão-ouro para detecção de cardiopatias, portanto, foi escolhido nos estudos. Os estudos que utilizaram ECG de 1 derivação foram mensurados a partir de Apple Watch com recurso KardiaBand – disponível a partir do modelo Apple Watch 4 serie – e avaliado como confiável para obtenção de sinais (Striepe et al., 2022). Em outro estudo, houve a mensuração de sinais com ECG de 1 derivação – smartwatch Samsung Simband 2 – em conjunto com ECG de 7 derivações – de uso clínico e hospitalar –. Ding et al. (2019) apresentaram resultados de sensibilidade, especificidade e acurácia do smartwatch Samsung Simband 2, com valores de 98,2%, 98,1% e 98,1%, respectivamente. Portanto, a união destas ferramentas é considerada válida para o estudo (Ding et al., 2019).

Os valores quantitativos apresentados foram condizentes com estudos de revisão de literatura de Nazarian et al. (2021) e Prasitlunkum et al. (2021), no qual apresentaram resultados acima de 80% para sensibilidade, especificidade, VPP, VPN e acurácia para os smartwatches avaliados também no presente estudo (Nazarian et al., 2021; Prasitlunkum et al., 2021). Estudos de Wasserlauf et al. (2019) também mostraram resultados acima de 80% para sensibilidade, especificidade e acurácia para Apple Watch, porém não foi possível mensurar VPP e VPN (Wasserlauf et al., 2019). Tais achados quantitativos são primordiais para responder a questão central do estudo.

5. Conclusão

Os resultados apresentados foram promissores para compreender o quão fidedigno os sinais são captados pelo smartwatch e podem contribuir para a saúde de usuários cardiopatas, em específico, os acometidos pela FA. Em suma, todos os smartwatches avaliados são capazes de servir como ferramenta auxiliar no monitoramento de sinais vitais, em consequência, no monitoramento de síndromes e doenças. Ressalta-se que o uso do smartwatch deve ser associado com exames complementares de rotina e avaliação médica.

Sugere-se, como estudos futuros, a replicação das análises em demais marcas e modelos de smartwatch comercializados e com participantes de outras regiões geográficas e de diferentes idades. Deste modo, a divulgação dos resultados poderá conscientizar a população da importância de estudos sobre dispositivos e-Health, estimular fabricantes a desenvolverem smartwatches com recursos de captação de sinais cada vez mais precisos e auxiliar consumidores na decisão de

compra.

Referências

- Bocchiardo, M., & Asteggiano, R. (2020). ECG portable devices: example of e-Health strength and threats. *e-Journal of Cardiology Practice*, 18(25), <https://www.escardio.org/Journals/E-Journal-of-Cardiology-Practice/Volume-18/ecg-portable-devices-example-of-e-health-strength-and-threats>.
- Bumgarner, J. M., Lambert, C. T., Hussein, A. A., Cantillon, D. J., Baranowski, B., Wolski, K., Lindsay, B. D., Wazni, O. M., & Tarakji, K. G. (2018). Smartwatch Algorithm for Automated Detection of Atrial Fibrillation. *Journal of the American College of Cardiology*, 71(21), 2381–2388. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2018.03.003>
- Cardoso, M. R. G., Oliveira, G. S. de, & Ghelli, K. G. M. (2021). Análise de conteúdo: uma metodologia de pesquisa qualitativa. *Cadernos da fucamp*, 20(43), 98–111.
- Chang, P.-C., Wen, M.-S., Chou, C.-C., Wang, C.-C., & Hung, K.-C. (2022). Atrial fibrillation detection using ambulatory smartwatch photoplethysmography and validation with simultaneous holter recording. *American Heart Journal*, 247, 55–62. <https://doi.org/10.1016/j.ahj.2022.02.002>.
- Cintra, F. D., & Figueiredo, M. J. de O. (2021). Fibrilação Atrial (Parte 1): Fisiopatologia, Fatores de Risco e Bases Terapêuticas. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 116(1), 129–139. <https://doi.org/10.36660/abc.20200485>.
- Dai, R., Lu, C., Avidan, M., & Kannampallil, T. (2021). RespWatch. *Proceedings of the International Conference on Internet-of-Things Design and Implementation*. <https://doi.org/10.1145/3450268.3453531>.
- Ding, E. Y., Han, D., Whitcomb, C., Bashar, S. K., Adaramola, O., Soni, A., Saczynski, J., Fitzgibbons, T. P., Moonis, M., Lubitz, S. A., Lessard, D., Hills, M. T., Barton, B., Chon, K., & McManus, D. D. (2019). Accuracy and Usability of a Novel Algorithm for Detection of Irregular Pulse Using a Smartwatch Among Older Adults: Observational Study. *JMIR Cardio*, 3(1), e13850. <https://doi.org/10.2196/13850>.
- Falbo, R. D. A. (2020). Mapeamento Sistemático. <http://claudiaboeres.pbworks.com/w/file/fetch/133747116/Mapeamento%20Sistem%C3%A1tico%20v1.0.pdf>.
- Iori, E., Ariatti, A., Mazzoli, M., Bastia, E., Gozzi, M., Agnoletto, V., Marchion, A., & Galassi, G. (2022). Cardiac disorders worsen the final outcome in myasthenic crisis undergoing non-invasive mechanical ventilation: a retrospective 20-year study from a single center. *Acta Myologica*, 41(1). <https://doi.org/10.36185/2532-1900-064>.
- Kitchenham, B., Brereton, P., Li, Z., Budgen, D., & Burn, A. (2011). Repeatability of systematic literature reviews. *In 15th Annual Conference on Evaluation & Assessment in Software Engineering (EASE 2011)*.
- Nazarian, S., Lam, K., Darzi, A., & Ashrafian, H. (2021). The diagnostic accuracy of smartwatches for the detection of cardiac arrhythmia: A systematic review and meta-analysis. (Preprint). *Journal of Medical Internet Research*, 23(8). <https://doi.org/10.2196/28974>.
- Perez, M. V., Mahaffey, K. W., Hedlin, H., Rumsfeld, J. S., Garcia, A., Ferris, T., Balasubramanian, V., Russo, A. M., Rajmane, A., Cheung, L., Hung, G., Lee, J., Kowey, P., Talati, N., Nag, D., Gummidipundi, S. E., Beatty, A., Hills, M. T., Desai, S., & Granger, C. B. (2019). Large-Scale Assessment of a Smartwatch to Identify Atrial Fibrillation. *New England Journal of Medicine*, 381(20), 1909–1917. <https://doi.org/10.1056/nejmoa1901183>
- Petersen K., Feldt R., Mujtaba S., & Mattsson M. (2008). Systematic Mapping Studies in Software Engineering. *In 12nd International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering (EASE 2008)*.
- Prasitlunkum, N., Cheungpasitporn, W., Chokesuwattanakul, A., Thangjui, S., Thongprayoon, C., Bathini, T., Vallabhajosyula, S., Kanitsoraphan, C., Leesutipornchai, T., & Chokesuwattanakul, R. (2021). Diagnostic accuracy of smart gadgets/wearable devices in detecting atrial fibrillation: A systematic review and meta-analysis. *Archives of Cardiovascular Diseases*, 114(1), 4–16. <https://doi.org/10.1016/j.acvd.2020.05.015>.
- Striepe, S., Michaelis, A., Markel, F., Kalden, P., Löffelbein, F., Bollmann, A., Sepehri Shamloo, A., Dähmert, I., Gebauer, R. A., & Paech, C. (2022). Use of the Apple Watch iECG in adult congenital heart disease patients. *Indian Pacing and Electrophysiology Journal*, 22(3), 131–136. <https://doi.org/10.1016/j.ipej.2022.01.007>.
- Song, Y., Bernard, L., Jorgensen, C., Dusfour, G., & Pers, Y.-M. (2021). The Challenges of Telemedicine in Rheumatology. *Frontiers in Medicine*, 8. <https://doi.org/10.3389/fmed.2021.746219>
- Tenbult, N., Kraal, J., Brouwers, R., Spee, R., Eijsbouts, S., & Kemps, H. (2022). Adherence to a Multidisciplinary Lifestyle Program for Patients With Atrial Fibrillation and Obesity: Feasibility Study. *Jmir Formative Research*, 6(4). <https://doi.org/doi:10.2196/32625>.
- University Cornell, INSEAD, & OMPI. (2020). *Índice Global de Inovação 2020: Quem financiará a inovação?* (S. Dutta, B. Lanvin, & S. Wunsch-Vincent, Eds.; 13th ed.). WIPO.
- Zhu, P., Wang, H., Zhang, L., & Jiang, X. (2022). Deep Learning-Based Surface Nerve Electromyography Data of E-Health Electroacupuncture in Treatment of Peripheral Facial Paralysis. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, 2022, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2022/8436741>
- Wasserlauf, J., You, C., Patel, R., Valys, A., Albert, D., & Passman, R. (2019). Smartwatch Performance for the Detection and Quantification of Atrial Fibrillation. *Circulation: Arrhythmia and Electrophysiology*, 12(6). <https://doi.org/10.1161/circep.118.006834>.
- Wohlin, C., Runeson, P., da Mota Silveira Neto, P. A., Engström, E., do Carmo Machado, I., & de Almeida, E. S. (2013). On the reliability of mapping studies in software engineering. *Journal of Systems and Software*, 86(10), 2594–2610. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2013.04.076>.