



**POLITÉCNICO DE LISBOA**  
**ESCOLA SUPERIOR DE SAÚDE DE LISBOA**  
**ESCOLA SUPERIOR DE SAÚDE DA UNIVERSIDADE DO ALGARVE**

**AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DO *SMARTWATCH* NA ANÁLISE  
ELETROCARDIOGRÁFICA:  
DERIVAÇÃO DI vs DERIVAÇÃO COMPATÍVEL OBTIDA NO *SMARTWATCH***

**Sara Samji Neto**

**Orientadores:**

**Professor Doutor André Coelho, ESSL – Politécnico de Lisboa**

**Professora Especialista Virgínia Fonseca, ESSL – Politécnico de Lisboa**

**Mestrado em Gestão e Avaliação de Tecnologias em Saúde**

**Lisboa, 2026**

**POLITÉCNICO DE LISBOA**  
**ESCOLA SUPERIOR DE SAÚDE DE LISBOA**  
**ESCOLA SUPERIOR DE SAÚDE DA UNIVERSIDADE DO ALGARVE**

**AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DO *SMARTWATCH* NA ANÁLISE  
ELETROCARDIOGRÁFICA:  
DERIVAÇÃO DI vs DERIVAÇÃO COMPATÍVEL OBTIDA NO *SMARTWATCH***

**Sara Samji Neto**

**Orientadores:**

**Professor Doutor André Coelho, ESSL – Politécnico de Lisboa**

**Professora Virgínia Fonseca, ESSL – Politécnico de Lisboa**

**Júri:**

**Presidente: Doutora Margarida Maria e Silva Eiras – ESSL – IPL**

**Arguente: Especialista Ana Patrícia Silva – Hospital das Forças Armadas – HFA**

**Orientador: Especialista Virgínia Maria Fonseca – ESSL - IPL**

**Mestrado em Gestão e Avaliação de Tecnologias em Saúde**

**(esta versão inclui as críticas e sugestões feitas pelo júri)**

**Lisboa, 2026**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho à minha mãe, pelo amor incondicional, pela paciência e pela fé que sempre deposita em mim.

És a força e a inspiração em todos os momentos da minha vida. A tua coragem e capacidade de transformar dificuldades em oportunidades serão sempre o meu maior exemplo de perseverança.

Tudo o que sou e tudo o que conquistei é, e sempre será, para ti.



## **AGRADECIMENTOS**

Este trabalho é muito mais do que páginas escritas, é o reflexo de um caminho percorrido com pessoas que me apoiaram em todos os momentos desta jornada.

Agradeço, antes de tudo, à minha mãe e ao meu pai, que sempre acreditaram em mim, mesmo quando eu própria duvidei. Obrigada pelo amor incondicional, pela paciência infinita e por me lembrarem, todos os dias, que vale a pena lutar pelos nossos sonhos.

Aos meus amigos, Sara, Tiago, Vera, Inês e Cláudia, que estiveram ao meu lado nas conversas motivadoras e até nos momentos de silêncio que escondiam a ansiedade.

Obrigada por me lembrarem que nunca estive sozinha.

Aos meus orientadores, Professor André Coelho e Professora Virgínia Fonseca, pela orientação, pela confiança e pelo apoio fundamental para que este trabalho ganhasse forma.

A todos os mencionados, o vosso apoio, incentivo e presença foram a força que me manteve firme até ao fim. Este trabalho é meu, mas também é vosso.

Não posso terminar sem mencionar a minha Nani, que, onde quer que esteja, será sempre o meu anjo da guarda em todos os momentos da minha vida.

## RESUMO

**Introdução:** A crescente utilização de *Smartwatches* (SW) com capacidade de registar sinais elétricos cardíacos tem aumentado. São escassos os dados quanto à eficácia de modelos *Smartwatch Samsung*. Este estudo centra-se no *Samsung Galaxy Watch 4*, avaliando se o registo obtido é semelhante à derivação DI obtida através do Eletrocardiograma (ECG) quando comparados os parâmetros eletrocardiográficos.

**Objetivos:** Avaliar a eficácia do registo do sinal elétrico cardíaco realizado no *Samsung Galaxy Watch 4* por comparação com a derivação eletrocardiográfica – DI realizada num eletrocardiógrafo.

**Metodologia:** Estudo transversal, descritivo-correlacional, com uma amostra de 40 utentes. Realizaram-se simultaneamente os dois registos. Foram obtidas as variáveis quantitativas (Frequência Cardíaca (FC), Intervalo PQ e Duração do Complexo QRS) e qualitativas (Ritmo Cardíaco, Morfologia do Complexo QRS, Polarização da Onda P e Onda T, presença de sístoles prematuras supraventriculares e ventriculares), em ambos os registos. A análise estatística incluiu correlações de *Bland-Altman* e o teste de *McNemar*.

**Resultados:** As médias da FC:  $73,0 \pm 10,8$  bpm (ECG) e  $75,8 \pm 11,1$  bpm (SW); do intervalo PQ:  $161,5 \pm 26,5$  ms (ECG) e  $162,7 \pm 27,5$  ms (SW); e duração do Complexo QRS:  $87,2 \pm 13,3$  ms (ECG) e  $88,2 \pm 15,1$  ms (SW). Concordâncias foram  $r = 0,997$  para FC,  $r = 0,993$  para intervalo PQ e  $r = 0,985$  para duração do complexo QRS, com viés médio reduzido. Não foram evidenciadas diferenças significativas nas variáveis qualitativas, com apenas um falso positivo de Fibrilhação Auricular no SW.

**Conclusão:** O SW *Samsung Galaxy Watch 4* apresenta elevada sensibilidade quando comparado com o ECG. Embora o uso deste SW não substitua o exame *gold standard*, apresenta potencial para ser integrado como ferramenta de rastreio, reforçando a necessidade de ocorrer uma validação clínica posterior dos algoritmos do SW.

**Palavras-chave:** Eletrocardiograma, *Smartwatch*, Eficácia, Precisão, *Samsung Galaxy Watch 4*

## ABSTRACT

**Introduction:** The increasing use of smartwatches capable of recording cardiac electrical signals has grown substantially. Data on Samsung Smartwatch models remain limited. This study focuses on the Samsung Galaxy Watch 4, evaluating whether its recordings are comparable to lead I of a 12 lead electrocardiogram when key electrocardiographic parameters are assessed.

**Objectives:** Evaluate the effectiveness of recording the cardiac electrical signal using the Samsung Galaxy Watch 4 by comparing it to electrocardiographic lead (DI) recording performed on an electrocardiograph.

**Methods:** A cross-sectional, descriptive-correlational study was conducted with 40 participants. Simultaneous recordings with a 12 lead ECG and the Galaxy Watch 4. Were extracted quantitative variables (heart rate, PQ interval, QRS duration) and qualitative variables (cardiac rhythm, QRS morphology, P and T-wave polarity, presence of supraventricular and ventricular premature beats) from both devices. Statistical analysis included Bland–Altman correlations and McNemar’s test.

**Results:** Mean HR was  $73.0 \pm 10.8$  bpm by ECG and  $75.8 \pm 11.1$  bpm by SW. Mean PR interval was  $161.5 \pm 26.5$  ms (ECG) versus  $162.7 \pm 27.5$  ms (SW). Mean QRS duration was  $87.2 \pm 13.3$  ms (ECG) versus  $88.2 \pm 15.1$  ms (SW). Concordance coefficients were  $r = 0.997$  for HR,  $r = 0.993$  for PR interval, and  $r = 0.985$  for QRS duration, with minimal mean bias. No significant differences were found in qualitative variables, and there was only one false-positive atrial fibrillation detection by the smartwatch.

**Conclusion:** The Samsung Galaxy Watch 4 demonstrates high sensibility when compared with the 12 lead ECG. While it does not replace the gold-standard ECG, it shows promise as a screening tool, underscoring the need for further clinical validation of its algorithms.

**Keywords:** Electrocardiogram, Smartwatch, Effectiveness, Accuracy, Samsung Galaxy Watch 4



# Índice

DEDICATÓRIA.....	III
AGRADECIMENTOS .....	V
RESUMO.....	VI
ABSTRACT.....	VII
ÍNDICE DE TABELAS.....	XIII
INDICE DE FIGURAS.....	XV
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	XVII
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO .....	3
2.1 Doenças Cardiovasculares .....	3
2.2 Histórico Evolutivo da Monitorização Cardíaca.....	4
2.3 Meios Complementares de Diagnóstico e Terapêutica.....	6
2.3.1 Eletrocardiograma de 12 Derivações .....	6
2.3.1.1 Ritmo Sinusal.....	7
2.3.1.2 Arritmias .....	8
2.3.1.2.1 Fibrilhação Auricular .....	9
2.3.1.2.2 Sístoles Prematuras Supraventriculares.....	10
2.3.1.2.3 Sístoles Prematuras Ventriculares .....	11
2.4. <i>Smartwatches</i> .....	12
2.4.1 <i>Samsung Galaxy Watch</i> .....	13
2.4.1.1 <i>Samsung Galaxy Watch 4</i> .....	14
2.5 Integração Clínica e Aspetos Tecnológicos dos <i>Smartwatches</i> .....	16
2.5.1 Integração Clínica e Aplicabilidade .....	16
2.5.2 Aspetos Técnicos e o Processamento de Sinais .....	17
2.5.3 Inteligência Artificial e Algoritmos .....	17

<b>2.6 Impacto Económico e Perspetivas Futuras da Monitorização do Ritmo Cardíaco .....</b>	<b>18</b>
<b>2.7. Tecnologias em Saúde .....</b>	<b>18</b>
<b>3. OBJETIVOS DO ESTUDO .....</b>	<b>21</b>
<b>4. METODOLOGIA.....</b>	<b>23</b>
<b>4.1 Tipo de Estudo.....</b>	<b>23</b>
<b>4.2 Local de Estudo .....</b>	<b>23</b>
<b>4.3 População e Amostra .....</b>	<b>23</b>
<b>4.4 Critérios de Exclusão e Inclusão .....</b>	<b>23</b>
<b>4.5 Variáveis.....</b>	<b>24</b>
<b>4.6 Instrumentos de Recolha de Dados .....</b>	<b>25</b>
<b>4.7 Procedimento de recolha de dados.....</b>	<b>25</b>
<b>4.8 Procedimentos formais e éticos referentes à recolha de dados .....</b>	<b>26</b>
<b>4.9 Estratégias para a análise de dados.....</b>	<b>27</b>
<b>5. APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS.....</b>	<b>29</b>
<b>6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....</b>	<b>35</b>
<b>6.1. Avaliação da Frequência Cardíaca, Intervalo PQ e duração do Complexo QRS.....</b>	<b>35</b>
<b>6.2. Avaliação do Ritmo Cardíaco e Eventos Arrítmicos .....</b>	<b>36</b>
<b>6.3. Avaliação da Morfologia do QRS, Polarização da onda P e onda T .....</b>	<b>37</b>
<b>6.4. Avaliação Global do <i>Smartwatch</i>.....</b>	<b>37</b>
<b>7. LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....</b>	<b>39</b>
<b>8. CONCLUSÃO.....</b>	<b>41</b>
<b>9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>43</b>
<b>10. ANEXOS .....</b>	<b>51</b>
<b>Anexo I – Folha de Registo .....</b>	<b>51</b>
<b>Anexo II – Parecer Clínico .....</b>	<b>52</b>

<b>Anexo III – Aprovação da Comissão de Ética .....</b>	<b>53</b>
<b>11. APÊNDICES.....</b>	<b>55</b>
<b>Apêndice I – Consentimento Informado.....</b>	<b>55</b>



## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Variáveis em estudo .....	24
Tabela 2 - Caracterização da Amostra N=40 .....	29
Tabela 3 - Variáveis de Investigação – Frequência Cardíaca; Intervalo PQ e Duração do medido no Complexo QRS – no Eletrocardiograma de 12 derivações e no Smartwatch .....	30
Tabela 4 - Variáveis de Investigação - Ritmo Cardíaco, Morfologia do QRS, Polarização da Onda P, Polarização da Onda T, Síntoles Prematuras Supraventriculares e Síntoles Prematuras Ventriculares medido no Eletrocardiograma de 12 derivações e no Smartwatch.....	31
Tabela 5 - Correlações das Variáveis Quantitativas relativas ao Eletrocardiograma de 12 derivações e ao Smartwatch .....	32
Tabela 6 - Correlação das Variáveis Qualitativas do Eletrocardiograma de 12 derivações e o Smartwatch.....	34



## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Triângulo de Einthoven (Fonte: adaptado de Dzikowicz, 2024).....	4
Figura 2 - Parâmetros do Eletrocardiograma (Fonte: adaptado de Wetherell, 2014).....	7
Figura 3 - Ritmo Sinusal (Fonte: Sattar et all, 2023) .....	7
Figura 4 - Fibrilhação Auricular (Fonte: Nesheiwat et all, 2023) .....	9
Figura 5 - Ritmo Sinusal com Sístoles Prematuras Supraventriculares (Fonte: Benhamida et all., 2022) .....	11
Figura 6 - Ritmo Sinusal com Sístole Prematura Ventricular (Fonte: Benhamida et all., 2022) .....	11
Figura 7 - Registo do sinal elétrico cardíaco com artefacto de movimento (Fonte: obtido através do Smartwatch Samsung Galaxy Watch 4) .....	14
Figura 8 - Samsung Galaxy Watch 4 (Fonte: Samsung 2023) .....	14
Figura 9 - Diagrama com resultados do Smartwatch.....	15
Figura 10 - Smartwatch Samsung Galaxy Watch 4 .....	25
Figura 11 - Eletrocardiograma de 12 derivações realizado em simultâneo com registo de sinal elétrico cardíaco no Smartwatch Samsung Galaxy Watch 4 .....	26
Figura 12 - Frequência Cardíaca – Concordância do Eletrocardiograma de 12 derivações .....	32
Figura 13 - Intervalo PQ - Concordância do Eletrocardiograma de 12 derivações com o Smartwatch.....	33
Figura 14 - Duração do Complexo QRS – Concordância do Eletrocardiograma de 12 derivações com o Smartwatch .....	33



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ATS – Avaliação de Tecnologias em Saúde
- AVC – Acidentes Vasculares Cerebrais
- BCRD – Bloqueio Completo de Ramo Direito
- BCRE – Bloqueio Completo de Ramo Esquerdo
- CE – Comissão Europeia
- DCVs – Doenças Cardiovasculares
- EAM – Enfartes Agudos do Miocárdio
- ECG – Eletrocardiograma 12 derivações
- FA – Fibrilhação Auricular
- FC – Frequência Cardíaca
- FDA – *Food and Drug Administration*
- FPG – Fotopletismografia
- HTA – Hipertensão Arterial
- IA – Inteligência Artificial
- IMC – Índice de Massa Corporal
- MCDT – Meios Complementares de Diagnóstico e Terapêutica
- OMS – Organização Mundial de Saúde
- RS – Ritmo Sinusal
- SPSV – Sístoles Prematuras Supraventriculares
- SPSS - *Statistical Package for the Social Sciences*
- SPV – Sístoles Prematuras Ventriculares
- SW – *Smartwatches*
- TS – Tecnologias em Saúde

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente vivemos numa época em constante desenvolvimento, em que as novas tecnologias representam um papel importante no dia-a-dia da população, sendo bastante evidente na área da eletrocardiologia. A crescente preocupação com a saúde tem contribuído para o desenvolvimento e investimento em *Smartwatches* (SW) avançados, que apresentam funcionalidades específicas, para monitorizarem a função cardíaca dos utilizadores (Hudock et al., 2024).

Estes dispositivos apresentam a capacidade de monitorizar a Frequência Cardíaca (FC), registar o sinal elétrico cardíaco e identificar a presença de ritmo sinusal (RS) ou de Fibrilhação Auricular (FA) (Hudock et al., 2024). A FA é uma arritmia muito comum que aumenta exponencialmente com a idade, caracterizada por contrações auriculares rápidas e irregulares, que eleva significativamente o risco de eventos tromboembólicos (Van Gelder et al., 2024).

Contudo, os SW não são considerados meios de diagnóstico, mas sim auxiliares na deteção de alterações do ritmo cardíaco, e os seus resultados devem ser sempre analisados por um profissional de saúde qualificado, e validados posteriormente por um Eletrocardiograma 12 derivações (ECG) (Hudock et al., 2024).

O ECG é o exame *gold standard* para o diagnóstico e identificação de arritmias, permitindo a obtenção de 12 derivações do sinal elétrico cardíaco por meio da colocação estratégica dos elétrodos nos membros superiores e inferiores e na região precordial. Uma das derivações obtidas no ECG, DI, é uma derivação bipolar, obtida através de um elétrodo no braço direito e outro no braço esquerdo, que regista uma diferença de potencial entre os dois elétrodos (Kligfield et al., 2007).

A aplicação da tecnologia dos SW em eletrocardiologia é um tema relevante, pois como referido, estes dispositivos desempenham um papel importante na monitorização da saúde cardiovascular diária atualmente.

Relativamente aos dispositivos da *Samsung*, existem ainda poucos estudos que avaliem diretamente a funcionalidade do registo do sinal elétrico cardíaco, no entanto, a funcionalidade de deteção de irregularidades do ritmo cardíaco, que permite ajudar a identificar padrões irregulares e recomendar a realização de um ECG, possui aprovação pela *Food and Drug Administration* (FDA) (Haverkamp et al., 2021; Hilbel et al., 2021; Shih et al., 2022; Mannhart et al., 2023).

Na eletrocardiologia, a precisão na interpretação dos sinais elétricos cardíacos é crucial para distinguir os ritmos cardíacos e eventuais arritmias que possam estar presentes (Kligfield et al., 2007). Identificar corretamente a presença ou ausência de eventos arrítmicos evita falsos positivos e falsos negativos (Cheung & Scheinman, 2022).

Por isso, avaliar a “eficácia” que engloba o conjunto dos seguintes componentes: precisão e presença ou ausência de eventos arrítmicos, é fundamental para assegurar a veracidade do diagnóstico, no caso dos SW.

Este estudo tem como objetivo geral avaliar a eficácia do registo do sinal elétrico cardíaco realizado no SW *Samsung Galaxy Watch 4* por comparação com a derivação eletrocardiográfica – DI realizada num eletrocardiógrafo.

Este trabalho está estruturado em duas partes. A primeira parte referente ao enquadramento teórico que fornece uma base teórica sobre as doenças cardiovasculares (DCVs), desde a sua prevalência e fatores de risco, passando pelos Meios Complementares de Diagnóstico e Terapêutica (MCDT) até aos avanços tecnológicos dos SW e a sua integração clínica.

Adicionalmente, capítulos dedicados ao modelo *Samsung Galaxy Watch 4*, que possibilita intervenções preventivas e um acompanhamento dinâmico do utente. Ressalta a importância da validação dos algoritmos, muitos dos quais incorporam inteligência artificial (IA) para aprimorar a análise dos dados. Essa abordagem fundamenta a comparação central desta dissertação entre a derivação DI realizada no eletrocardiógrafo pelo ECG e o sinal elétrico cardíaco obtido através do SW *Samsung Galaxy Watch 4*.

A segunda parte do trabalho referente à metodologia utilizada, detalhando o desenho de estudo, a população, a amostra, o protocolo e instrumentos de recolha de dados, a análise dos dados obtidos, as variáveis analisadas, e por fim a discussão, limitações do estudo e conclusão. No final, apresentam-se as referências bibliográficas, os apêndices e os anexos.

## **2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO**

### **2.1 Doenças Cardiovasculares**

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), as DCVs caracterizam-se por alterações no coração e vasos sanguíneos, e incluem diversas patologias, como a doença coronária, doença arterial periférica, entre outras. As DCVs continuam a ser a principal causa de mortalidade e morbidade a nível global, sendo que em Portugal foram responsáveis por 25.9% do total de óbitos em 2021 (Sociedade Portuguesa de Hipertensão, 2024).

Mais de 80% dessas mortes decorrem de enfartes agudos do miocárdio (EAM) e acidentes vasculares cerebrais (AVC), e um terço destas mortes ocorrem em pessoas com menos de 70 anos (Prieto-Avalos et al., 2022).

As arritmias cardíacas constituem um grupo relevante de manifestações clínicas associadas às DCVs, resultando de alterações na formação e/ou na condução do impulso elétrico cardíaco. Estas alterações do ritmo cardíaco podem variar desde eventos benignos e assintomáticos até situações potencialmente graves, associadas a um compromisso hemodinâmico e aumento do risco de mortalidade. Entre as arritmias mais frequentes destaca-se a FA, que representa a arritmia sustentada mais comum na população adulta e está fortemente associada ao aumento do risco de AVC e de eventos tromboembólicos (Gupta et al., 2022; Saghir et al., 2020; Van Gelder et al., 2024).

Para além da FA, outras arritmias como as Síntoles Prematuras Supraventriculares (SPSV) e as Síntoles Prematuras Ventriculares (SPV) são frequentemente observadas na prática clínica, podendo ocorrer tanto em indivíduos sem patologia cardíaca, como em doentes com doenças cardiovasculares subjacentes. Embora muitas destas alterações do ritmo cardíaco apresentem um carácter benigno, a sua presença pode constituir um marcador de instabilidade elétrica cardíaca e estar associada à progressão da patologia cardiovascular. Assim, a identificação precoce e a monitorização adequada das arritmias assumem um papel fundamental na prevenção de complicações e na redução do impacto global das doenças cardiovasculares (Hibbitt et al., 2024; Racine et al., 2022).

A prevenção das DCVs tem como objetivo diminuir o impacto da doença e minimizar as comorbilidades associadas, tais como, a Hipertensão Arterial (HTA), a diabetes *mellitus*, a dislipidemia e a obesidade (Francula-Zaninovic & Nola, 2018; Visseren et al., 2021).

Os fatores de risco cardiovasculares podem ser classificados como modificáveis ou não modificáveis, e quando coexistem entre si potenciam as DCVs (Francula-Zaninovic & Nola, 2018; Malakar et al., 2019; Sociedade Portuguesa de Hipertensão, 2024).

De modo a diminuir a ocorrência de emergências médicas graves, é essencial reforçar estratégias que promovam estilos de vida mais saudáveis e aprofundem a educação em saúde. Dessa forma, a integração dos dados epidemiológicos com iniciativas de prevenção, diagnóstico precoce e tratamentos individualizados é uma estratégia essencial para diminuir o impacto das DCVs na saúde pública global, promovendo uma abordagem mais eficaz e sustentável (Prieto-Avalos et al., 2022; Hughes et al., 2023; Hudock et al., 2024)

Tendo em consideração os números relativos às complicações, intervenções em ambulatório e o acompanhamento contínuo necessário, os SW podem ajudar a transformar a abordagem dos cuidados em relação às DCVs, nomeadamente através da realização de um rastreio rápido (Van der Zande et al., 2023; Hudock et al., 2024).

## 2.2 Histórico Evolutivo da Monitorização Cardíaca

*Willem Einthoven* foi o pioneiro que estabeleceu os fundamentos do registo eletrocardiográfico, introduzindo o conceito do triângulo de *Einthoven*. O sistema original tinha apenas três elétrodos, criando as três derivações, DI, DII, DIII, avR, avL e avF como demonstrado na Figura 1 (Dzikowicz, 2024).

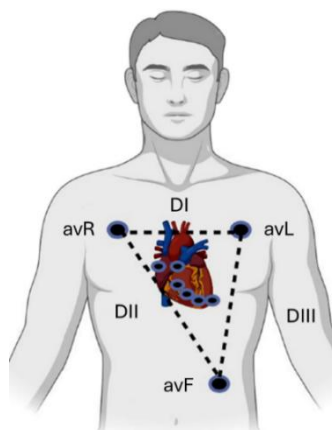


Figura 1 - Triângulo de Einthoven (Fonte: adaptado de Dzikowicz, 2024)

À medida que as pesquisas em eletrocardiologia avançaram e novas descobertas foram feitas, adotou-se um sistema de 12 derivações que regista sinais elétricos cardíacos dos elétrodos colocados nos membros inferiores, nos membros superiores e na região precordial (Samol, Bischof, et al., 2019).

O desenvolvimento do ECG e da eletrocardiologia permitiu a sistematização dos sinais elétricos cardíacos, possibilitando a identificação dos potenciais elétricos ao longo de cada ciclo cardíaco. O ECG de 12 derivações passou a fornecer uma representação organizada e padronizada da atividade elétrica do coração, essencial para a interpretação dos sinais eletrocardiográficos (Dzikowicz, 2024).

A colocação dos eletrodos nos locais anatómicos corretos é fundamental pois assim é possível tornar esta técnica de diagnóstico reproduzível (Samol, Bischof, et al., 2019).

A captação dos sinais elétricos cardíacos envolve um processamento do sinal para eliminar interferências, ruídos indesejados e artefactos (Serhani et al., 2020). É necessária a aplicação dos filtros:

- *Passa-Baixo*: para eliminar ruídos e interferências de alta frequência, como o artefacto muscular ou de outros equipamentos eletrônicos.
- *Passa-Alto*: para eliminar componentes de baixa frequência que podem alterar a linha de base, e distorcer o sinal elétrico.
- *Notch*: para eliminar a interferência da rede elétrica, sendo na Europa de 50hz e nos Estados Unidos de 60hz.

Estes filtros são essenciais para preservar as informações do ECG (Kligfield et al., 2007; Knecht et al., 2023).

Ao longo dos anos, apesar da alta precisão do ECG, este apresentava uma limitação crucial, a sua capacidade de registrar apenas um momento de curta duração da atividade elétrica do coração. Esta limitação fez com que houvesse a necessidade de criar técnicas de monitorização contínua, como o ECG ambulatório de Holter. Este método de avaliação do ritmo cardíaco, permite a gravação prolongada da atividade elétrica, por 24 horas ou mais, dependendo da necessidade e condição do utente. Com o ECG ambulatório de Holter, passou a ser possível detetar arritmias paroxísticas que podem ocorrer em qualquer momento, tanto no período diurno como no período noturno (Avram et al., 2021; Dzikowicz, 2024).

A monitorização veio assim ampliar significativamente a compreensão dinâmica do ritmo cardíaco, possibilitando a correlação de eventos arrítmicos com as atividades da vida diária (Avram et al., 2021; Han et al., 2022; Hughes et al., 2023; Dzikowicz, 2024).

A evolução para a monitorização em ambulatório aprofundou ainda mais esta compreensão dinâmica do ritmo elétrico, pois passou a incorporar tecnologias portáteis capazes de captar os sinais elétricos cardíacos fora do ambiente hospitalar (Prieto-Avalos et al., 2022; Hughes et al., 2023; Dzikowicz, 2024).

Além disso, o desenvolvimento e integração da telemedicina veio ampliar as possibilidades de intervenção médica, pois consegue-se analisar os dados remotamente com *softwares* e plataformas digitais (Avram et al., 2021; Han et al., 2022; Hughes et al., 2023).

A melhoria contínua na qualidade da captação dos sinais, aliada à integração com sistemas eletrônicos modernos, possibilitou a transição para dispositivos portáteis, como os SW, que realizam registo do sinal elétrico cardíaco de forma remota e quase em tempo real (Prieto-Avalos et al., 2022; Dzikowicz, 2024).

Os SW têm conseguido aumentar a sua precisão na deteção de arritmias, reforçando o seu potencial na prática ambulatoria (Abu-Alrub et al., 2022; Hughes et al., 2023).

### **2.3 Meios Complementares de Diagnóstico e Terapêutica**

Os MCDT englobam um conjunto diversificado de exames e técnicas de imagem, laboratoriais, entre outras, que são utilizados para confirmar e complementar a avaliação clínica inicial, fornecendo informações adicionais essenciais para a tomada de decisão terapêutica (Dzikowicz, 2024).

#### **2.3.1 Eletrocardiograma de 12 Derivações**

O ECG é o exame complementar de diagnóstico *gold standard* na avaliação da atividade elétrica do coração, e no diagnóstico de múltiplas alterações eletrocardiográficas, como arritmias e/ou distúrbios de condução (Saghir et al., 2020; Gupta et al., 2022).

Este exame é realizado com o registo externo da atividade elétrica cardíaca, e para interpretar o ECG é necessário conhecer as diferentes derivações e a que correspondem. Por isso com os elétrodos nas quatro extremidades, braço direito, braço esquerdo, perna direita e perna esquerda, obtemos as derivações bipolares DI, DII, DIII e as derivações unipolares avR, avL e avF, através dos elétrodos colocados na zona precordial obtemos as derivações V1 a V6 (Meek & Morris, 2002a).

A realização do ECG permite registar a atividade elétrica do coração em doze perspectivas distintas, proporcionado uma avaliação completa do ritmo cardíaco nas diferentes paredes do miocárdio (Van der Zande et al., 2023; Dzikowicz, 2024).

Apesar das doze derivações existentes no ECG, o foco será na derivação DI, devido ao facto de ser a derivação mais compatível com o registo do sinal elétrico cardíaco obtido através do SW.

O ECG é fundamental na base de estudo das novas tecnologias que implementam a gravação do ritmo cardíaco nos seus dispositivos (Sarhaddi et al., 2022). Para interpretar o ECG é necessário avaliar vários parâmetros observados na Figura 2 (Meek & Morris, 2002; Sattar & Chhabra, 2023).

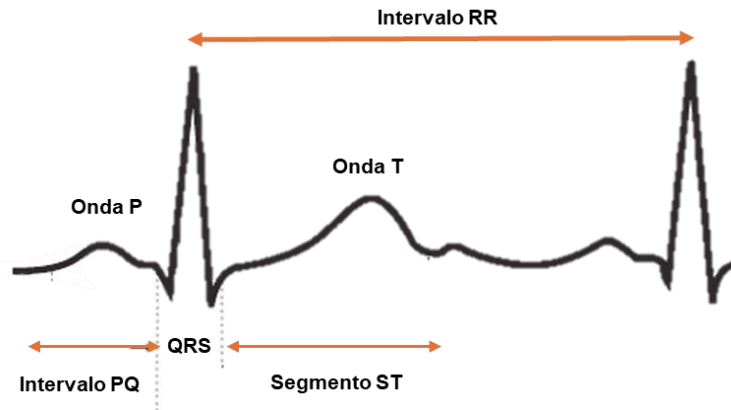


Figura 2 - Parâmetros do Eletrocardiograma (Fonte: adaptado de Wetherell, 2014)

### 2.3.1.1 Ritmo Sinusal

O padrão dentro da normalidade da condução elétrica do coração é originado no nódulo sinusal, e caracteriza-se pela:

- Regularidade das ondas P;
- Regularidade dos intervalos PP e dos intervalos RR;
- Condução 1:1, Onda P seguida de um complexo QRS;
- Onda P positiva em DI e DII.

(Meek & Morris, 2002)

Este padrão sinusal apresenta uma FC em repouso entre 60 e 100 batimentos por minuto (bpm), denominando-se de RS (Figura 3). Caso a FC seja inferior a 60 bpm denomina-se Bradicardia Sinusal, e caso a FC seja superior aos 100 bpm denomina-se Taquicardia Sinusal (Goodacre, 2002; Saghir et al., 2020).



Figura 3 - Ritmo Sinusal (Fonte: Sattar et al., 2023)

As alterações no RS podem ser indicativas de disfunções cardíacas, provocadas por fatores como *stress*, uso de medicamentos, doenças metabólicas, condições cardíacas pré-existentes ou por alterações fisiológicas. A manutenção do RS é essencial para prevenir complicações cardiovasculares, como arritmias cardíacas graves. Por isso, a monitorização regular da atividade elétrica do coração, por meio de MCDT como o ECG, é fundamental para garantir a saúde cardiovascular (Saghir et al., 2020).

Reconhecer este padrão da normalidade é igualmente importante para validar métodos alternativos, como o sinal elétrico cardíaco obtido por SW, assegurando que estes consigam reproduzir com clareza os parâmetros eletrocardiográficos e se aproximem do padrão estabelecido pelo ECG (Abu-Alrub et al., 2022; Cheung & Scheinman, 2022).

### **2.3.1.2 Arritmias**

As arritmias são distúrbios do ritmo cardíaco caracterizadas por alterações na condução e/ou na formação do estímulo elétrico cardíaco (Saghir et al., 2020; Gupta et al., 2022).

A fisiopatologia das arritmias envolve múltiplos mecanismos, como circuitos de microentrada, circuitos de macroentrada, focos ectópicos e alterações estruturais (Sarhaddi et al., 2022).

O ECG é o exame fundamental para identificar as arritmias e realizar o seu diagnóstico, com a classificação das mesmas (Cheung & Scheinman, 2022). O ECG ambulatorio de Holter é usado para detetar arritmias intermitentes sintomáticas ou assintomáticas (Avram et al., 2021; Dzikowicz, 2024).

O tratamento das arritmias deve ser individualizado e pode variar conforme as comorbidades, presença de fatores de risco e interação com medicamentos habituais do utente. A ablação por radiofrequência e a colocação de *pacemakers* e desfibriladores pode ser necessária em alguns casos, tais como, bradiaritmias ou taquiaritmias (Saghir et al., 2020; Gupta et al., 2022).

As arritmias apresentam uma elevada prevalência, sendo necessário ocorrer um diagnóstico precoce das mesmas, recorrendo aos MCDT, e a sua correta classificação é fundamental para prevenir o aparecimento de complicações graves (Rajakariar et al., 2020; Hibbitt et al., 2024). Com a introdução dos SW na vida diária dos utentes, estes podem ajudar a monitorizar arritmias de forma mais prática e conveniente (Abu-Alrub et al., 2022; Cheung & Scheinman, 2022).

### 2.3.1.2.1 Fibrilhação Auricular

A FA é uma arritmia muito frequente com incidência crescente com a idade, e prevê-se que a prevalência mundial duplique nas próximas décadas, ultrapassando 17 milhões de doentes na Europa até 2050. Esta arritmia caracteriza-se por uma atividade elétrica cardíaca desorganizada nas aurículas que resulta em contrações rápidas e irregulares, aumentando significativamente o risco de eventos tromboembólicos (Van Gelder et al., 2024). Podem ser variadas as causas da FA, tais como, cardiopatia isquémica, cardiopatia hipertensiva, cardiopatia reumática, cardiomiopatia hipertrófica ou dilatada, entre outras (Goodacre, 2002).

A fisiopatologia da FA está frequentemente associada a focos ectópicos que desencadeiam uma atividade elétrica auricular desordenada, em conjunto com um substrato anatómico que promove heterogeneidade na condução elétrica cardíaca que encurta o período refratário do ciclo elétrico cardíaco, facilitando assim a propagação da FA. O diagnóstico inicial da FA é realizado pelo ECG que se caracteriza por um ritmo cardíaco e intervalo RR irregular, ausência de ondas P organizadas, que são substituídas por ondas fibrilatórias, ondas f, que podem apresentar amplitude e morfologias variáveis, tal como observado na Figura 4. Adicionalmente para diagnosticar FA paroxísticas recorre-se ao ECG ambulatório de Holter (Van Gelder et al., 2024).



Figura 4 - Fibrilhação Auricular (Fonte: Nesheiwat et al., 2023)

Em termos terapêuticos, envolvem uso de medicação para controlo da frequência cardíaca, como os betabloqueadores, em conjunto com terapêutica anticoagulante para reduzir o risco de eventos cerebrovasculares (Cheung & Scheinman, 2022; Gupta et al., 2022).

Recentemente, as novas tecnologias, como os SW têm contribuído para a deteção precoce e o acompanhamento contínuo da FA, permitindo intervenções mais rápidas e personalizadas em tempo real (Abu-Alrub et al., 2022; Mannhart et al., 2023; Fiorina et al., 2024). Estudos clínicos, como o *Apple Heart Study* reforçam o potencial desses dispositivos na triagem de indivíduos assintomáticos. Este estudo foi feito em larga escala com mais de 400 000 participantes e avaliou a irregularidade do ritmo cardíaco, identificando a presença de FA. Os resultados mostraram uma sensibilidade de 84% e uma especificidade de 98% na identificação de episódios de FA, tendo o ECG como

padrão *gold standard* (Perez et al., 2019). Os *Apple Watch* são os únicos SW com aprovação da FDA e da Comissão Europeia (CE) em relação à funcionalidade de realizar um registo do sinal cardíaco. No entanto, apesar de terem passado os processos de avaliação destas entidades e serem classificados como classe II nos dispositivos médicos, não são considerados um substituto de um diagnóstico, mas sim uma ferramenta importante na triagem com identificação de alterações eletrocardiográficas (Książczyk et al., 2021; Shih et al., 2022; Babar et al., 2023).

No registo do sinal elétrico cardíaco obtida nos SW equivalente à derivação DI do ECG, os algoritmos utilizados não identificam a presença de ondas f, mas sim a irregularidade dos intervalos RR. Um dos desafios de não conseguir identificar as ondas f, é o facto de haver outras alterações do ritmo cardíaco com um intervalo RR irregular e, provocar falsos positivos (Samsung, 2023).

#### **2.3.1.2.2 Síntoles Prematuras Supraventriculares**

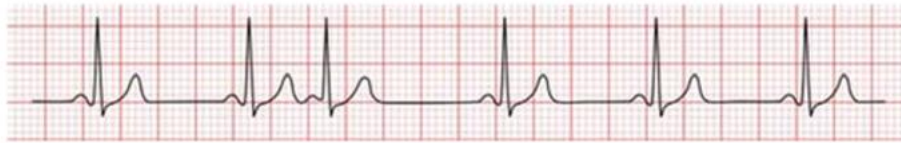
As SPSV resultam de focos ectópicos nas aurículas ou junto ao Nódulo Auriculoventricular, que se antecipam ou se sobrepõe ao foco sinusal (Racine et al., 2022).

Apesar de serem, na maioria dos casos, episódios isolados e benignos, a ocorrência frequente destes eventos pode estar associada a um maior risco de FA, AVC e mortalidade cardiovascular (Racine et al., 2022; Hibbitt et al., 2024).

A ocorrência de episódios isolados e assintomáticos geralmente não necessitam de tratamento, no entanto, episódios recorrentes e sintomáticos podem necessitar de modificações do estilo de vida, controlo de fatores de risco, e em vários casos, medicamentos betabloqueadores ou recorrer a ablação dos focos ectópicos (Brugada et al., 2020).

Estas sístoles podem ser detetadas no ECG e no ECG ambulatório de Holter, e ocorrem tanto em indivíduos saudáveis quanto em utentes com doenças cardíacas, e a sua frequência elevada possa exigir avaliação adicional (Saghir et al., 2020; Sarhaddi et al., 2022).

A análise morfológica destes eventos arrítmicos no sinal elétrico cardíaco é essencial para fazer o diagnóstico diferencial entre arritmias (Rajakariar et al., 2020; Hibbitt et al., 2024). As SPSV no ECG manifestam-se por ondas P prematuras de diferente morfologia, seguidas por complexos QRS estreitos e de morfologia normal, com pausa compensatória não múltipla, ocorrendo imediatamente o novo ciclo sinusal, tal como observado na Figura 5 (Brugada et al., 2020).



*Figura 5 - Ritmo Sinusal com Sístoles Prematuras Supraventriculares (Fonte: Benhamida et al., 2022)*

### **2.3.1.2.3 Sístoles Prematuras Ventriculares**

As SPV resultam de uma ativação elétrica cardíaca em qualquer ponto dos ventrículos por mecanismos de reentrada ou maior automatismo, originando batimentos ectópicos que ocorrem precocemente em relação ao ciclo sinusal. As SPV podem ocorrer esporadicamente sendo associadas tipicamente a um prognóstico benigno, no entanto, caso a frequência destas SPV seja elevada pode significar a presença de cardiomiopatias, e induzir arritmias ventriculares complexas e mais graves, tais como, fibrilhação ventricular ou taquicardia ventricular sustentada. As SPV podem ser assintomáticas ou sintomáticas, e a sua monitorização é importante pois as complicações podem levar a alterações hemodinâmicas graves (Zeppenfeld et al., 2022).

No ECG, as SPV apresentam-se com complexos QRS largos, geralmente sem onda P visível, seguidos por uma pausa compensatória múltipla, tal como observado na Figura 6 (Zeppenfeld et al., 2022). Estas SPV podem ocorrer isoladas, em pares, em episódios de bigeminismo, trigeminismo ou em sequências de taquicardia ventricular não sustentada e são classificadas em monomorfas, bimorfas ou polimorfas, conforme a morfologia dos complexo QRS (Saghir et al., 2020; Racine et al., 2022).



*Figura 6 - Ritmo Sinusal com Sístole Prematura Ventricular (Fonte: Benhamida et al., 2022)*

A monitorização eletrocardiográfica, seja por meio do ECG ou pela monitorização com ECG Ambulatório de Holter de 24 horas ou de 48 horas, é crucial para detetar e quantificar as SPV (Saghir et al., 2020; Cheung & Scheinman, 2022).

#### **2.4. Smartwatches**

Os SW são dispositivos que combinam portabilidade e funcionalidades que ajudam a monitorizar parâmetros fisiológicos, permitindo a medição em tempo real e a integração com aplicações móveis, com o objetivo de darem um acompanhamento contínuo do bem-estar ao utilizador (Abu-Alrub et al., 2022; Cheung & Scheinman, 2022).

Estes dispositivos incorporam diversos sensores, como acelerómetros, giroscópios, marcadores de FC e oxímetros, que possibilitam obter dados sobre atividade física, qualidade do sono, níveis de *stress* e outros parâmetros essenciais para a saúde (Rajakariar et al., 2020; Cheung & Scheinman, 2022).

Os SW utilizam tecnologias avançadas para captar a FC, como o uso da fotopletismografia (FPG), no entanto, a FPG está mais suscetível a artefactos de movimentos e ruído (Sarhaddi et al., 2022), e em modelos mais sofisticados, existe a funcionalidade de registar sinais elétricos cardíacos semelhantes à derivação DI do ECG. Além disso, muitos destes SW também oferecem a possibilidade de realizar a monitorização da pressão arterial, expandindo assim o seu papel na triagem e no acompanhamento de DCVs (Abu-Alrub et al., 2022; Cheung & Scheinman, 2022).

As integrações destes dispositivos com plataformas de telemedicina permitem a transmissão dos parâmetros fisiológicos em tempo real aos profissionais de saúde, promovendo intervenções preventivas e personalizadas, mesmo à distância (Rajakariar et al., 2020; Abu-Alrub et al., 2022)

O avanço tecnológico nesta área tem impulsionado o desenvolvimento de algoritmos inteligentes para a análise dos dados obtidos, oferecendo informações personalizadas e recomendações que incentivam ao utilizador medidas para melhorar os seus hábitos de vida e a manutenção de um bom estado de saúde (Rajakariar et al., 2020; Cheung & Scheinman, 2022).

Adicionalmente, esta abordagem não invasiva e contínua apresenta vantagens na monitorização remota, permitindo a deteção precoce de arritmias e a continuidade do acompanhamento clínico. Esta capacidade de monitorização remota apresenta um potencial considerável para transformar a prática clínica (Alfonso et al., 2022).

### 2.4.1 Samsung Galaxy Watch

O *Samsung Galaxy Watch* representa a evolução da linha de SW da Samsung. Estes SW estão equipados com uma variedade de sensores avançados, e incorporam tecnologias de FPG que permitem medir as variações do fluxo sanguíneo e consequentemente medir a FC, incluindo também sensores para medir a oxigenação sanguínea e monitorizar o sono (Avram et al., 2021; Han et al., 2022; van der Zande et al., 2023; Dzikowicz, 2024).

Os sensores de FPG incorporados nos SW apresentam uma confiabilidade alta para identificar a FC, como por exemplo o modelo SW *Samsung Gear Sport* mostra uma alta precisão para identificar a FC em repouso (Sarhaddi et al., 2022), tal como o modelo SW *Samsung Galaxy Watch Active 2* (Avram et al., 2021; Abu-Alrub et al., 2022).

Os modelos mais recentes da série *Galaxy Watch* também integram recursos para avaliação de *stress*, deteção de arritmias e, em alguns casos, até a medição da pressão arterial, ampliando a avaliação dos parâmetros fisiológicos (Han et al., 2022; Dzikowicz, 2024). O primeiro modelo desta série a ter a funcionalidade de registar sinal elétrico cardíaco, foi o *Samsung Galaxy Watch Active 2* lançado em 2019 (Samsung, 2019).

O *Samsung Galaxy Watch* cria um circuito através do sensor integrado no SW com o indicador oposto do utilizador, criando assim um registo de 30 segundos do sinal elétrico cardíaco compatível com a derivação DI do ECG. No entanto, só é possível realizar esse registo usando a aplicação da *Samsung* que apenas funciona nos telemóveis da mesma marca, o que se torna um impedimento para quem tem um *smartphone* de outra marca (Samsung, 2023).

A calibragem dos filtros baixa, alta e *notch* é otimizada para preservar os componentes essenciais do sinal eletrofisiológico, para estes terem maior qualidade e menos artefactos, sendo que o filtro passa alto e filtro *notch* mantem-se iguais aos ECG, e consequentemente mais reproduzíveis. No entanto, o filtro de passa baixo está abaixo dos 100Hz o que difere do ECG que tem um filtro passa baixo normalmente a 150Hz, pois o artefacto muscular é maior devido à posição da realização do registo no SW ser não anatómica e instável, quando comparada com o ECG (Knecht et al., 2023).

#### 2.4.1.1 Samsung Galaxy Watch 4

O *Samsung Galaxy Watch 4* já apresenta características mais avançadas quando comparado com a série 2 e 3, destacando-se o sistema operativo completamente diferente e com mais funcionalidades. Os sensores e algoritmos foram progressivamente otimizados de modo a melhorar a captação do sinal elétrico cardíaco, recorrendo a técnicas de processamento de sinal que permitem atenuar interferências externas, como artefactos de movimento, e preservar as características do sinal elétrico cardíaco registado, tornando-o mais estável e perceptível para análises clínica posterior (Samol, Bischof, et al., 2019; Velmovitsky et al., 2022).

Os artefactos que alteram a perceptibilidade do sinal elétrico cardíaco são os artefactos musculares e de movimento (Figura 7), que tornam a interpretação difícil de realizar e podem interferir com o resultado produzido pelo algoritmo do relógio (Avram et al., 2021).

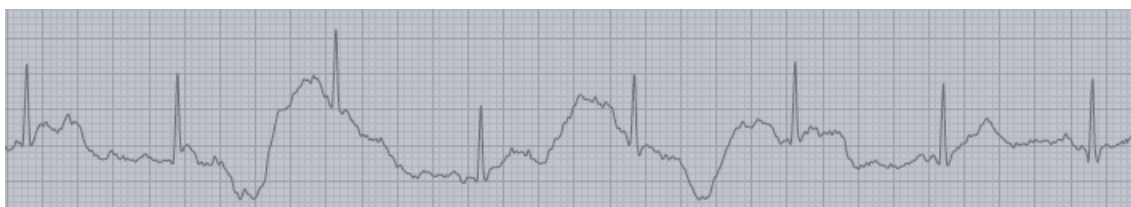


Figura 7 - Registo do sinal elétrico cardíaco com artefacto de movimento (Fonte: obtido através do Smartwatch Samsung Galaxy Watch 4)

Para realizar o registo, o SW tem o polo negativo na base do relógio e o polo positivo no botão superior do relógio, assim o utilizador depois de ativar a funcionalidade no SW, coloca o indicador da mão oposta sob o botão superior, tal como observado na Figura 8 (Samsung, 2023).



Figura 8 - Samsung Galaxy Watch 4 (Fonte: Samsung 2023)

Os filtros aplicados ao sinal elétrico cardíaco devem ser adequadamente ajustados, uma vez que são essenciais para a preservação dos componentes relevantes do sinal, para a identificação de alterações do ritmo cardíaco ou a apenas a presença de RS. No *Samsung Galaxy Watch 4*, este processo é realizado automaticamente pelos algoritmos

do dispositivo, desenvolvidos pelo fabricante, que otimizam as frequências de captação de forma a preservar a maioria dos sinais elétricos cardíacos. Ainda assim, podem ocorrer erros, que originam falsos positivo (Prieto-Avalos et al., 2022).

É necessário destacar que todos os estudos realizados por parte da *Samsung* relativamente à funcionalidade de registar o sinal elétrico cardíaco no SW foram otimizados para faixas etárias acima dos 22 anos (Samsung, 2023).

O SW cria um relatório sumário do registo elétrico cardíaco em repouso, que após obtido é transmitido para o smartphone, onde apenas tem três resultados, RS, FA ou Registo Inconclusivo. No entanto, é necessário destacar que quando a FC ultrapassa os 100bpm, o dispositivo emite previamente um alerta ao utilizador, questionando se está a realizar uma atividade física, de modo, a assegurar que o registo do sinal elétrico cardíaco é efetuado em repouso e evitar aplicação dos algoritmos de classificação durante o esforço físico. Para identificar como RS o algoritmo avalia a FC, que ao detetar que se encontra entre os 50 e os 100 bpm, identifica como RS. Para identificar como FA o algoritmo avalia a irregularidade dos batimentos cardíacos, e caso, a FC esteja acima de 120 bpm. E caso o algoritmo identifique que a FC foi inferior a 50 bpm ou superior a 100 bpm, ou não consiga distinguir os batimentos cardíacos, resulta num registo inconclusivo, tal como é possível observar na Figura 9 (Samsung, 2023).

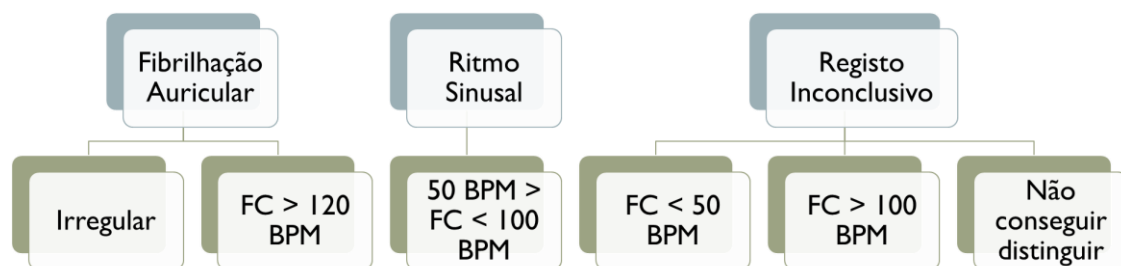


Figura 9 - Diagrama com resultados do Smartwatch

Esta funcionalidade de registar o sinal elétrico cardíaco no *Samsung Galaxy Watch 4* ainda não tem aprovação pela FDA nem pela CE. Contudo, a funcionalidade de reconhecer a irregularidade do ritmo cardíaco, que ajuda a identificar padrões irregulares e recomendar a realização de um ECG, tem aprovação pela FDA (Haverkamp et al., 2021; Hilbel et al., 2021; Shih et al., 2022; Mannhart et al., 2023).

## 2.5 Integração Clínica e Aspectos Tecnológicos dos *Smartwatches*

### 2.5.1 Integração Clínica e Aplicabilidade

O uso de *softwares* no sistema de saúde facilita a uniformização e a troca de informações entre diferentes plataformas de saúde, garantindo que os resultados dos exames complementares sejam analisados de forma consistente em múltiplos contextos clínicos (Bhowmik et al., 2017).

A telemedicina tem vindo a ganhar importância no sistema de saúde e a IA também, auxiliando o profissional de saúde a chegar a diagnósticos mais precisos e personalizar de forma adequada o tratamento do utente (Cheung & Scheinman, 2022).

A incorporação dos SW na prática clínica moderna representa um avanço significativo, mas implica uma junção dos dados originados pelos SW com os dados dos registos de saúde, ou seja, é necessário existir uma compatibilidade técnica. Esta integração implica também *softwares* e plataformas adaptadas para estas funções e formação dos profissionais de saúde para aprenderem as funcionalidades destas novas tecnologias. Apesar de haver aspetos positivos para integrar esta nova tecnologia existem desafios que necessitam de atenção para garantir a segurança e eficácia do processo. Destacam-se a necessidade de assegurar a privacidade dos dados, a padronização das informações e protocolos, a validação e calibração dos algoritmos de deteção, a calibração dos equipamentos e *softwares*, e investir na formação dos profissionais de saúde para uma correta interpretação dos resultados provenientes destes dispositivos (Abu-Alrub et al., 2022; Gupta et al., 2022).

O desenvolvimento e a implementação de protocolos e *guidelines* para a incorporação dos dados digitais no ambiente clínico garantem que as informações sejam utilizadas de forma eficiente e ética (Hilbel et al., 2021; Shih et al., 2022; Mannhart et al., 2023).

A superação destes obstáculos é crucial para que os SW se tornem ferramentas de apoio confiáveis e seguras na monitorização remota e na tomada de decisões clínicas (Haverkamp et al., 2021)

A integração clínica e a aplicabilidade das inovações digitais representam um avanço transformador na prática clínica, proporcionando um cuidado mais proativo, personalizado e alinhado com as novas tecnologias, com potencial para reduzir custos e melhorar os resultados no atendimento ao utente (Cheung & Scheinman, 2022; Han et al., 2022).

### **2.5.2 Aspectos Técnicos e o Processamento de Sinais**

A aquisição de sinais é realizada por meio de sensores avançados, que convertem sinais analógicos em digitais, permitindo a aplicação de algoritmos de processamento para detectar e classificar características específicas dos sinais, como por exemplo a atividade elétrica cardíaca (Saghir et al., 2020; Cheung & Scheinman, 2022).

A qualidade do sinal elétrico depende diretamente da capacidade dos sensores responsáveis pela captação das variações de potencial elétrico geradas pelo coração. No ECG, os dez elétrodos colocados em locais específicos para adquirir o ECG de repouso foram desenvolvidos para terem a maior precisão e eficácia quando capturam os detalhes do sinal elétrico, desde os intervalos à amplitude das ondas (van der Zande et al., 2023; Dzikowicz, 2024). Pelo contrário, os SW utilizam sensores de dimensões reduzidas que, apesar das suas vantagens em termos de portabilidade, apresentam limitações associadas à qualidade do sinal captado, condicionadas pelo seu tamanho reduzido e pela maior suscetibilidade a interferências externas (Abu-Alrub et al., 2022; Han et al., 2022).

Embora os SW utilizem técnicas de filtragem digital, calibrar estes filtros de modo a manter a integridade dos sinais mesmo na presença de artefactos e ruídos causados pelo movimento do utilizador e/ou das condições do local, continua a ser um desafio. Sendo, por isso, necessário haver uma investigação mais detalhada sobre estes filtros para definir os limites ideais para os SW. Essa otimização tem como objetivo diminuir o número de falsos positivos e evitar incertezas (Hilbel et al., 2021; Knecht et al., 2023).

Algoritmos de processamento em tempo real permitem a análise imediata dos sinais captados, possibilitando a monitorização contínua em SW (Rajakariar et al., 2020; Cheung & Scheinman, 2022).

### **2.5.3 Inteligência Artificial e Algoritmos**

Os algoritmos da IA têm transformado a maneira como os dados dos SW são processados e interpretados. A IA tem sido aplicada para interpretar os sinais cardíacos gravados pelos sensores introduzidos nos SW. Estes algoritmos são baseados em *machine learning* e estão programados para analisar dados de maneira rápida, de forma a identificar padrões que distinguem RS de outras alterações no sinal elétrico captado, apesar de muitos apresentarem artefactos e afetarem o sinal captado (Selder et al., 2020; Papalamprakopoulou et al., 2024).

Esses algoritmos não apenas aumentam a precisão da deteção, mas também reduzem a incidência de falsos positivos e negativos, adaptando-se às variações de sinal

causadas por artefactos do movimento ou interferências de ruído (Aschbacher et al., 2020; Fiorina et al., 2024; Papalamprakopoulou et al., 2024).

A capacidade de processar dados em tempo real e de classificar registos do sinal elétrico cardíaco de forma precisa representa um avanço que possibilita uma maior confiabilidade nos SW. Dessa forma, a integração da IA complementa os aspetos físicos da captação de sinais, aprimorando tanto a qualidade quanto a interpretação dos dados registados, nunca se sobrepondo aos meios de diagnóstico complementares *gold standard*, e assumindo o papel de auxiliares aos mesmos (Hilbel et al., 2021; Knecht et al., 2023).

## **2.6 Impacto Económico e Perspetivas Futuras da Monitorização do Ritmo Cardíaco**

A incorporação dos SW na monitorização cardíaca não só pode apresentar avanços clínicos, mas também pode ter implicações económicas importantes, pois a deteção precoce de arritmias e o acompanhamento remoto permitem reduzir os custos associados a hospitalizações, emergências, intervenções complexas e complicações derivadas de DCVs. Esta abordagem pode vir a apresentar uma mais-valia para os sistemas de saúde, uma vez que, com a diminuição dos gastos totais, os recursos podem ser redistribuídos para ações preventivas e para a monitorização de outras doenças crónicas, fortalecendo a saúde pública (Prieto-Avalos et al., 2022; Hughes et al., 2023; Hudock et al., 2024;).

A monitorização remota do ritmo cardíaco, combinada com os avanços tecnológicos e o uso de IA, proporciona um impacto económico positivo ao reduzir despesas e otimizar os cuidados de saúde, enquanto as perspetivas futuras apontam para a expansão destas tecnologias com funcionalidades cada vez mais precisas e eficazes (Abu-Alrub et al., 2022; Cheung & Scheinman, 2022).

## **2.7. Tecnologias em Saúde**

A Tecnologia em Saúde (TS) está em constante desenvolvimento, e cada vez mais existem novas inovações e novos conhecimentos com o objetivo de tornar a área da saúde mais vasta. Sendo estas tecnologias ligadas a novos *softwares*, medicamentos, dispositivos, procedimentos, cirurgias, entre outras. O seu constante uso tem vindo a tornar a área da saúde mais eficiente e mais complexa. Tem como propósito prevenir, diagnosticar e tratar doenças, como também providenciar uma melhor organização nos sistemas de saúde (Clifford S. Goodman, 2004). Contudo estas TS têm vindo a ter uma procura crescente por vários utilizadores e necessitam de ser submetidas a uma

abordagem analítica, de modo a serem introduzidas no mercado de forma correta, para isso foi desenvolvida uma ferramenta que ajuda a promover o acesso às novas tecnologias adequadamente, a Avaliação de Tecnologias em Saúde (ATS) (EUnetHTA Handbook on Health Technology Assessment Capacity Building, 2008).

De acordo com a OMS, a ATS tem como objetivo estabelecer se as TS têm valor, qual o seu impacto dentro de um serviço de saúde e auxiliar os gestores de saúde. A ATS é um processo fundamental para analisar a TS e necessita de intervir em várias dimensões de valor, sendo elas eficácia clínica, segurança, custos e implicações económicas, questões éticas, sociais, culturais, legais, organizacionais, ambientais e aspetos relacionados com o utilizador. Apresenta várias fases até à tecnologia ser comercializada e utilizada, envolvendo a revisão de evidência científica, opinião de especialistas, parecer dos utilizadores e doentes. A ATS auxilia na tomada de decisão, sendo o seu processo o mais transparente, relevante, profundo e detalhado. O processo de ATS proporciona a introdução de novas tecnologias e examina as consequências da sua integração na sociedade, promovendo a qualidade nos serviços de saúde, a eficiência e o acesso igual a todos (World Health Organization, 2011)

É necessário haver *guidelines* europeias para orientar os profissionais de saúde na sua jornada de diagnóstico e tratamento. Estas *guidelines* são criadas pelas organizações europeias com vários especialistas de variados países membros da união europeia que avaliam a evidência e se as novas tecnologias são uma mais-valia e, conseqüentemente podem ser inseridas nas *guidelines* (Comissão Europeia, 2021)

Em todas as áreas, os dispositivos têm de ser submetidos a uma avaliação e análise tendo em consideração vários pontos, tal acontece também quando entramos na área da cardiologia. Os SW têm de garantir que estão dentro dos domínios da ATS, não só têm de assegurar a eficácia e segurança, mas também a sua viabilidade. Adicionalmente, é necessário que esta tecnologia, o SW, seja aceite pelo utente, pois apenas assim pode ter um impacto significativo (Regulation - 2017/745 - EN - Medical Device Regulation - EUR-Lex, 2017).

Para avaliar a eficácia clínica dos dispositivos, estes têm de ser avaliados de acordo com o método *gold standard* (EUnetHTA Handbook on Health Technology Assessment Capacity Building, 2008), neste caso o SW tem a funcionalidade de realizar um registo do sinal elétrico cardíaco, ou seja, determinar se o SW deteta arritmias e se os valores e morfologias dos parâmetros eletrocardiográficos são compatíveis e semelhantes quando comparados com o exame *gold standard*, o ECG. Para tal, o SW tem de

apresentar sensibilidade e especificidade para ritmos cardíacos como a FA e presença de SPSV e SPV (IEC 60601-2-47:2012 | IEC, 2012).

Adicionalmente é essencial avaliar a segurança do SW quando realiza o registo do sinal elétrico cardíaco (*EUnetHTA Handbook on Health Technology Assessment Capacity Building*, 2008), ou seja, investigar o risco de falsos negativos e falso positivos (*ISO 14971:2019 - Medical Devices — Application of Risk Management to Medical Devices*, 2019; *Regulamento - 2017/745 - EN - EUR-Lex*, 2017).

A dinâmica destes vários domínios é importante pois assegura que a avaliação dos SW em cardiologia ultrapasse a comparação de sinais elétricos, integrando as dimensões clínicas, económicas, organizacionais e éticas, que são fundamentais para decisões informadas em saúde pública e clínica, e conseqüentemente as implicações futuras na saúde (*EUnetHTA Handbook on Health Technology Assessment Capacity Building*, 2008; World Health Organization, 2011).

Apesar da avaliação de dimensões como impactos organizacionais, éticos e ambientais serem importantes, optou-se por delimitar este estudo aos aspetos clínicos. Esta escolha baseia-se na necessidade de fornecer evidências concretas sobre a viabilidade técnica e de mercado do algoritmo do ECG do *Samsung Galaxy Watch 4*.

### **3. OBJETIVOS DO ESTUDO**

Este estudo tem como objetivo geral avaliar a eficácia do registo do sinal elétrico cardíaco realizado no SW *Samsung Galaxy Watch 4* por comparação com a derivação eletrocardiográfica – DI realizada num eletrocardiógrafo.

Como objetivos específicos deste estudo pretende-se:

- Avaliar a precisão na deteção de RS ou FA da derivação eletrocardiográfica realizada no SW *Samsung Galaxy Watch 4* com a derivação eletrocardiográfica – DI realizada num eletrocardiógrafo;
- Comparar eventos arrítmicos (SPSV / SPV), quando registados em ambos os equipamentos, de modo, a avaliar se o SW *Samsung Galaxy Watch 4* tem a capacidade de registar morfologicamente esses eventos arrítmicos;
- Comparar a sensibilidade e especificidade do modelo *Samsung Galaxy Watch 4* com a derivação eletrocardiográfica DI realizada num eletrocardiógrafo.



## 4. METODOLOGIA

### 4.1 Tipo de Estudo

A metodologia utilizada neste estudo de investigação consistiu num estudo transversal e descritivo - correlacional, com uma perspetiva comparativa e quantitativa.

### 4.2 Local de Estudo

O estudo foi conduzido na Clínica Coreco - Doenças do Coração, uma unidade especializada em cardiologia, com uma equipa multidisciplinar.

### 4.3 População e Amostra

A população em estudo foi constituída por todos os utentes que realizem ECG na Clínica Coreco - Doenças do Coração no período em estudo, tendo a amostra sido constituída pelos utentes que voluntariamente aceitaram participar no estudo.

A amostra foi não probabilística por conveniência. O tamanho da amostra mínimo foi calculado para duas amostras emparelhadas, com um intervalo de confiança de 95% e um nível de significância de 5% (0.05), uma potência de teste de 0.85 e um efeito moderado de 0.5, obtendo-se o mínimo da amostra de 38 utentes (Field, 2018). A amostra final foi de 40 utentes, adquirida no período de quatro semanas, durante o mês de maio de 2025.

### 4.4 Critérios de Exclusão e Inclusão

Os critérios de inclusão foram:

- Uteses com ECG em RS ou FA;
- Uteses com idade igual ou superior a 22 anos – devido ao facto de todos os estudos realizados por parte da *Samsung* relativamente à funcionalidade de registar o sinal elétrico cardíaco no SW terem sido otimizados para faixas etárias acima dos 22 anos (Samsung, 2023).

Os critérios de exclusão foram:

- Registos do sinal elétrico cardíaco com artefactos de movimento e musculares, e/ou com oscilações da linha de base;
- Uteses de difícil colaboração e/ou com condições motoras:
  - Participantes que apresentem:
    - Incapacidade de seguir instruções e/ou défices cognitivos que impeçam a cooperação e realização do protocolo.

#### 4.5 Variáveis

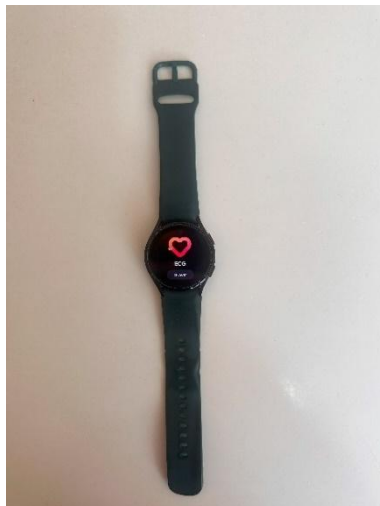
As variáveis foram divididas em variáveis de caracterização da amostra e variáveis de investigação no ECG e no SW (Tabela 1).

Tabela 1 - Variáveis em estudo

Variável	Unidade	Tipo de Variável
Idade	Anos	Quantitativa Contínua
Sexo	Masculino/Feminino	Qualitativa Nominal
Peso	Kg	Quantitativa Contínua
Altura	Cm	Quantitativa Contínua
Índice de Massa Corporal	Kg/m <sup>2</sup>	Quantitativa Contínua
Frequência Cardíaca no Eletrocardiograma de 12 derivações	Bpm	Quantitativa Discreta
Frequência Cardíaca no <i>Smartwatch</i>	Bpm	Quantitativa Discreta
Ritmo Cardíaco no Eletrocardiograma de 12 derivações	Ritmo Sinusal/Fibrilhação Auricular	Qualitativa Nominal
Ritmo Cardíaco no <i>Smartwatch</i>	Ritmo Sinusal/Fibrilhação Auricular	Qualitativa Nominal
Intervalo PQ no Eletrocardiograma de 12 derivações	Mseg	Quantitativa Contínua
Intervalo PQ no <i>Smartwatch</i>	Mseg	Quantitativa Contínua
Polarização da Onda P no Eletrocardiograma de 12 derivações	Positiva/Negativa	Qualitativa Nominal
Polarização da Onda P no <i>Smartwatch</i>	Positiva/Negativa	Qualitativa Nominal
Morfologia do Complexo QRS no Eletrocardiograma de 12 derivações	Padrão Intraventricular dentro da Normalidade/Padrão de Bloqueio Completo de Ramo Direito/Padrão de Bloqueio Completo de Ramo Esquerdo	Qualitativa Nominal
Morfologia do Complexo QRS no <i>Smartwatch</i>	Padrão Intraventricular dentro da Normalidade/Padrão de Bloqueio Completo de Ramo Direito/Padrão de Bloqueio Completo de Ramo Esquerdo	Qualitativa Nominal
Duração do Complexo QRS no Eletrocardiograma de 12 derivações	Mseg	Quantitativa Contínua
Duração do Complexo QRS no <i>Smartwatch</i>	Mseg	Quantitativa Contínua
Polarização da Onda T no Eletrocardiograma de 12 derivações	Positiva/Negativa	Qualitativa Nominal
Polarização da Onda T no <i>Smartwatch</i>	Positiva/Negativa	Qualitativa Nominal
Sístoles Prematuras Supraventriculares no Eletrocardiograma de 12 derivações	Presença/Ausência	Qualitativa Nominal
Sístoles Prematuras Supraventriculares no <i>Smartwatch</i>	Presença/Ausência	Qualitativa Nominal
Sístoles Prematuras Ventriculares no Eletrocardiograma de 12 derivações	Presença/Ausência	Qualitativa Nominal
Sístoles Prematuras Ventriculares no <i>Smartwatch</i>	Presença/Ausência	Qualitativa Nominal

#### 4.6 Instrumentos de Recolha de Dados

A recolha de dados foi efetuada através da realização de um ECG através do Eletrocardiógrafo *Welch Allyn Cardio Perfect PRO-ECG 600* em simultâneo com o registo do sinal elétrico cardíaco através do SW *Samsung Galaxy Watch 4* (Figura 10).



*Figura 10 - Smartwatch Samsung Galaxy Watch 4*

Em conjunto com a realização do ECG e o registo do sinal elétrico cardíaco no SW, foi preenchida a folha de registo (Anexo I) com os dados (idade, sexo, peso e altura) dos utentes.

#### 4.7 Procedimento de recolha de dados

A recolha de dados foi iniciada com chegada do utente ao gabinete de ECG da Clínica Coreco - Doenças do Coração, para realizar o ECG de 12 derivações. Nessa altura, foi explicado o protocolo e apresentado o consentimento informado, com esclarecimento de todas as dúvidas. Com a leitura e preenchimento do consentimento informado, e posterior decisão voluntária do utente, passou-se ao próximo passo, onde foram pedidas as seguintes informações: idade, sexo, peso e altura, de modo a preencher a folha de registo.

De seguida, foi realizado então o ECG através do Eletrocardiógrafo *Welch Allyn Cardio Perfect PRO-ECG 600* em simultâneo com os últimos 10 segundos do registo do sinal elétrico cardíaco através do SW *Samsung Galaxy Watch 4* (Figura 11), de modo a obter a derivação eletrocardiográfica – DI realizada no eletrocardiógrafo e registo equivalente realizado no SW.

Posteriormente à realização do ECG e do registo do sinal elétrico cardíaco do SW foram obtidas automaticamente as variáveis FC no ECG e no SW, e Ritmo Cardíaco no ECG

e no SW, e apenas no ECG as variáveis Intervalo PQ e Duração do Complexo QRS. Após a recolha foram analisadas e medidas manualmente pela investigadora principal todas as variáveis apresentadas na Tabela 1, no terceiro batimento cardíaco em ambos os equipamentos, com a colocação imediatamente posterior na base de dados no SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*).



*Figura 11 - Eletrocardiograma de 12 derivações realizado em simultâneo com registo de sinal elétrico cardíaco no Smartwatch Samsung Galaxy Watch 4*

#### **4.8 Procedimentos formais e éticos referentes à recolha de dados**

Para assegurar os procedimentos formais e o cumprimento dos princípios éticos deste projeto, solicitou-se o parecer ao diretor clínico da Clínica Coreco - Doenças do Coração (Anexo II), com a apresentação do projeto, protocolo e todos os detalhes sobre o mesmo, e a aprovação da Comissão de Ética da ESTeSL, com o número do projeto CE-ESTeSL-Nº.07-2025 (Anexo III).

Foi elaborado um consentimento informado (Apêndice I), para garantir que todos os participantes estavam informados sobre o projeto e também para consentirem voluntariamente participar nesta investigação, com a explicação do mesmo a cada participante. Cada utente teve a oportunidade de fazer perguntas e esclarecer quaisquer dúvidas antes de decidir participar.

Foi assegurado o anonimato dos participantes e a confidencialidade de todas as informações e exames realizados.

#### 4.9 Estratégias para a análise de dados

A análise estatística foi efetuada com o software SPSS versão 29 para o *Windows*.

A análise estatística envolveu medidas de estatística descritiva onde foram calculadas as variáveis contínuas a média e desvio-padrão, e para as variáveis nominais foram calculadas as frequências absolutas e relativas.

Para elaborar a análise descritiva dos dados do ECG e do SW, apresentou-se o valor mínimo, valor máximo, a média e o desvio-padrão dos vários parâmetros eletrocardiográficos.

O nível de significância para rejeitar a hipótese nula foi fixado em  $(\alpha) \leq 0.05$ .

Para testar a concordância entre as variáveis obtidas através do ECG e do SW: FC, Intervalo PQ, e Duração do Complexo QRS, foi utilizada a análise de *Bland-Altman*, calculando o viés médio (bias) e os limites de concordância (95% LC). Posteriormente foi feita uma análise gráfica apresentando três gráficos de *Bland-Altman* para detetar heterocedasticidade e *outliers*.

Para avaliar a concordância das variáveis qualitativas (Ritmo Cardíaco, Polarização da Onda P, Alteração da Morfologia do QRS, Polarização da Onda T, Sístoles Prematuras Supraventriculares e Sístoles Prematuras Ventriculares) foi utilizado o teste de *McNemar*.

A sensibilidade (alta/baixa) foi obtida através da percentagem de concordância.

Para avaliar a especificidade (alta/baixa) foi prevista a criação de uma tabela de dupla entrada 2x2 onde as linhas teriam o resultado obtido pelo ECG e nas colunas o resultado obtido pelo SW. Posteriormente comparado o número de casos verdadeiros do exame *gold standard*, o ECG, com o resultado obtido através do SW, e assim avaliado os verdadeiros negativos e os falsos positivos, obtendo-se assim a percentagem de concordância obtida.



## 5. APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

A amostra foi constituída por 40 utentes, sendo que a maioria dos utentes era do sexo feminino (34 utentes), correspondendo a 85% do total da amostra.

Foi possível observar que a maioria dos utentes tinha idade inferior a 60 anos, constituindo mais de 50% da amostra. A média de idades foi de  $56.4 \pm 18,7$  anos, com idades a variar entre 25 e 86 anos (Tabela 2).

O peso variou entre 50kg e 90kg, com uma média de  $62.9 \pm 8,7$  Kg, e a altura variou entre 151cm e 180cm, com uma média de  $164.0 \pm 7,4$  cm. Foi também calculado o Índice de Massa Corporal (IMC) apresentando uma média de  $23.4 \text{ Kg/m}^2$  e um desvio padrão de 2.8 (Tabela 2).

Relativamente ao IMC, dois utentes entraram na categoria abaixo do peso, 27 utentes estavam na categoria peso normal e 11 utentes estavam na categoria sobrepeso, estando 0 utentes nas categorias de obesidade.

Tabela 2 - Caracterização da Amostra N=40

	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
<b>Idade do Utentes (anos)</b>	40	25,0	86,0	56,4	18,7
<b>Peso dos Utentes (Kg)</b>	40	50,0	90,0	62,9	8,7
<b>Altura dos Utentes (cm)</b>	40	151,0	180,0	164,0	7,4
<b>Índice de Massa Corporal (Kg/m<sup>2</sup>)</b>	40	17,7	29,6	23,4	2,8

Os resultados mostram que a FC no ECG variou entre 53bpm e 94bpm, com uma média de 73bpm e um desvio-padrão de 10.8bpm. No entanto, o intervalo da FC no SW foi superior, variando entre 55bpm e 98bpm, com uma média de 75bpm e um desvio-padrão de 11,1bpm (Tabela 3).

Em relação ao intervalo PQ, no ECG este variou entre 130mseg e 240mseg, com uma média de 161.5mseg e um desvio-padrão de 26.5mseg, enquanto que no SW apresentou o mesmo valor mínimo 130mseg, no entanto, o valor máximo foi 250mseg, correspondendo assim a uma média de 162.7mseg e um desvio padrão de 27.5mseg (Tabela 3).

A duração do Complexo QRS no ECG variou entre 70mseg e 130mseg, com uma média de 87.2mseg e um desvio-padrão de 13,3mseg. No entanto, a duração do Complexo QRS no SW apresentou um valor mínimo e um valor máximo superior ao do ECG,

nomeadamente, 80mseg e 140mseg, correspondendo assim a uma média de 88,2mseg e um desvio-padrão de 15,1mseg (Tabela 3).

*Tabela 3 - Variáveis de Investigação – Frequência Cardíaca; Intervalo PQ e Duração do medido no Complexo QRS – no Eletrocardiograma de 12 derivações e no Smartwatch*

		<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>
<b>Frequência Cardíaca (bpm)</b>	Eletrocardiograma de 12 derivações	40	53,0	94,0	73,0	10,8
	<i>Smartwatch</i>	40	55,0	98,0	75,8	11,1
<b>Intervalo PQ (mseg)</b>	Eletrocardiograma de 12 derivações	40	130,0	240,0	161,5	26,5
	<i>Smartwatch</i>	40	130,0	250,0	162,7	27,5
<b>Duração do Complexo QRS (mseg)</b>	Eletrocardiograma de 12 derivações	40	70	130	87,2	13,3
	<i>Smartwatch</i>	40	80	140	88,2	15,1

O Ritmo Cardíaco no ECG foi identificado como RS nos 40 utentes, no entanto, o Ritmo Cardíaco no SW identificou 39 utentes com RS e um com FA (Tabela 4).

A morfologia do QRS no ECG foi idêntica à morfologia do QRS no SW, identificando 37 utentes com padrão dentro da normalidade (92.5%) e três utentes com padrão de BCRD (7.5%) (Tabela 4), sendo que 2/3 dos utentes com padrão de BCRD apresentam ter mais de 60 anos. A polarização da onda P e a polarização da onda T no ECG foram ambas idênticas à polarização da onda P e à polarização da onda T no SW, identificando uma polarização positiva em todos os 40 utentes (Tabela 4).

Em relação aos eventos arrítmicos, as SPSV e as SPV, no ECG foram identificados três registos de sinais elétricos cardíacos de três utentes com presença de SPSV, e tal ocorreu também no SW. Não foram identificadas SPV no ECG nem no SW (Tabela 4).

Tabela 4 - Variáveis de Investigação - Ritmo Cardíaco, Morfologia do QRS, Polarização da Onda P, Polarização da Onda T, Sístoles Prematuras Supraventriculares e Sístoles Prematuras Ventriculares medido no Eletrocardiograma de 12 derivações e no Smartwatch

			N	%
<b>Ritmo Cardíaco</b>	Eletrocardiograma de 12 derivações	Ritmo Sinusal	40	100,0
		Fibrilhação Auricular	0	0
	<i>Smartwatch</i>	Ritmo Sinusal	39	97,5
		Fibrilhação Auricular	1	2,5
<b>Morfologia do QRS</b>	Eletrocardiograma de 12 derivações	Padrão dentro da normalidade	37	92,5
		Padrão de Bloqueio Completo de Ramo Direito	3	7,5
		Padrão de Bloqueio Completo de Ramo Esquerdo	0	0
	<i>Smartwatch</i>	Padrão dentro da normalidade	37	92,5
		Padrão de Bloqueio Completo de Ramo Direito	3	7,5
		Padrão de Bloqueio Completo de Ramo Esquerdo	0	0
<b>Polarização da Onda P</b>	Eletrocardiograma de 12 derivações	Positiva	40	100
		Negativa	0	0
	<i>Smartwatch</i>	Positiva	40	100
		Negativa	0	0
<b>Polarização da Onda T</b>	Eletrocardiograma de 12 derivações	Positiva	40	100
		Negativa	0	0
	<i>Smartwatch</i>	Positiva	40	100
		Negativa	0	0
<b>Sístoles Prematuras Supraventriculares</b>	Eletrocardiograma de 12 derivações	Presença	3	7,5
		Ausência	37	92,5
	<i>Smartwatch</i>	Presença	3	7,5
		Ausência	37	92,5
<b>Sístoles Prematuras Ventriculares</b>	Eletrocardiograma de 12 derivações	Presença	0	0
		Ausência	40	100
	<i>Smartwatch</i>	Presença	0	0
		Ausência	40	100

Foram comparadas medidas de FC, Intervalo PQ e Complexo QRS obtidas através do ECG e do SW, onde para além do cálculo da média e desvio-padrão, foi realizada a concordância entre os métodos, viés médio (bias) e os limites de concordância (95% LC). É possível observar uma concordância quase perfeita ( $r=0.997$ ) na FC, e altas concordâncias no Intervalo PQ ( $r=0.993$ ), e no Complexo QRS ( $r=0.985$ ) (Tabela 5), tal como viés médio-pequeno e os limites de concordância utilizados nos gráficos seguintes.

Tabela 5 - Correlações das Variáveis Quantitativas relativas ao Eletrocardiograma de 12 derivações e ao Smartwatch

	Corr	p value	Viés (a) 95% LC
<b>Frequência Cardíaca</b>	.997	.001***	2.48 (0.97 a 4.57)
<b>Intervalo PQ</b>	.993	.001***	1.25 (-5.3, a 7.81)
<b>Complexo QRS</b>	.985	.001***	1.00 (-4.9 a 6.95)

(a) Viés calculado através da análise de *Bland-Altman* LC – limites da concordância \*\*\*  $\leq .001$

A análise gráfica de *Bland-Altman* foi utilizada para analisar o nível de concordância. A linha a vermelho representa o viés e as linhas verdes a tracejado indicam os limites de concordância.

Relativamente à FC, o gráfico de *Bland-Altman* mostra que quase todos os pontos estão distribuídos entre os limites de concordância e não há indícios visíveis de heterocedasticidade. A concordância entre as duas variáveis relativas à FC é muito elevada, assim o ECG e o SW podem ser considerados concordantes em relação à FC (Figura 12).

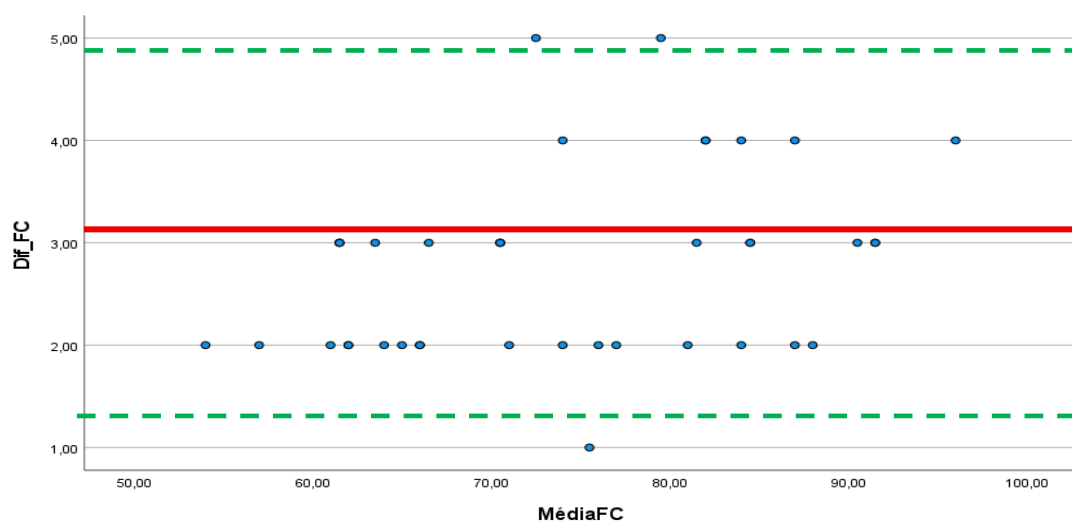


Figura 12 - Frequência Cardíaca – Concordância do Eletrocardiograma de 12 derivações

No que se refere ao Intervalo PQ, a concordância entre o ECG e o SW também é elevada, e o gráfico evidencia algumas observações fora dos limites de concordância, sugerindo menor concordância pontual em casos isolados (Figura 13).

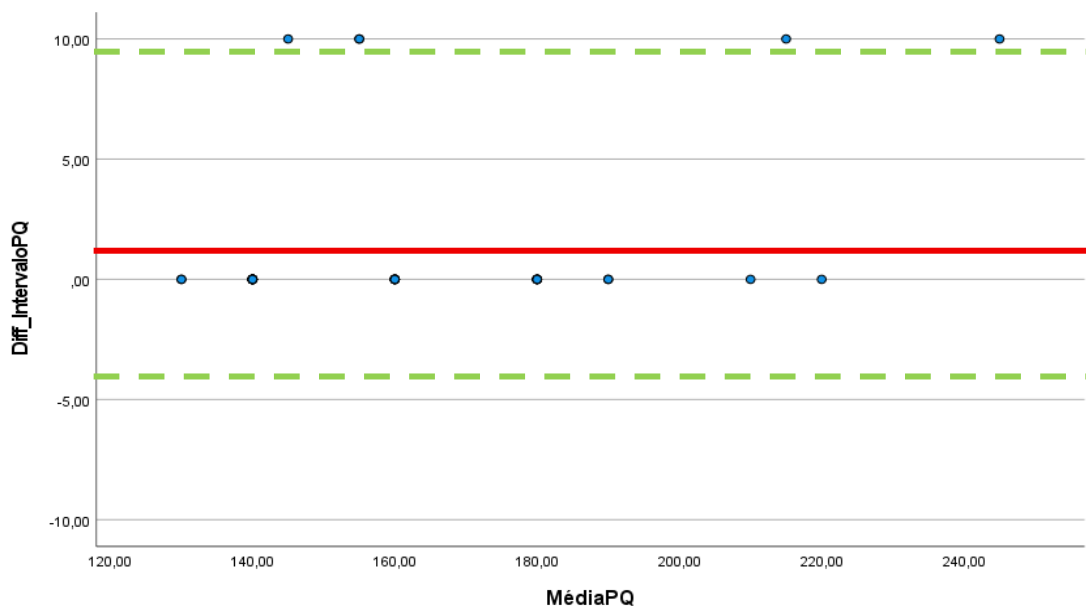


Figura 13 - Intervalo PQ - Concordância do Eletrocardiograma de 12 derivações com o Smartwatch

No que se refere à duração do Complexo QRS, a concordância entre o ECG e o SW também é elevada, e o gráfico evidencia algumas observações fora dos limites de concordância, sugerindo menor concordância pontual em casos isolados (Figura 14).

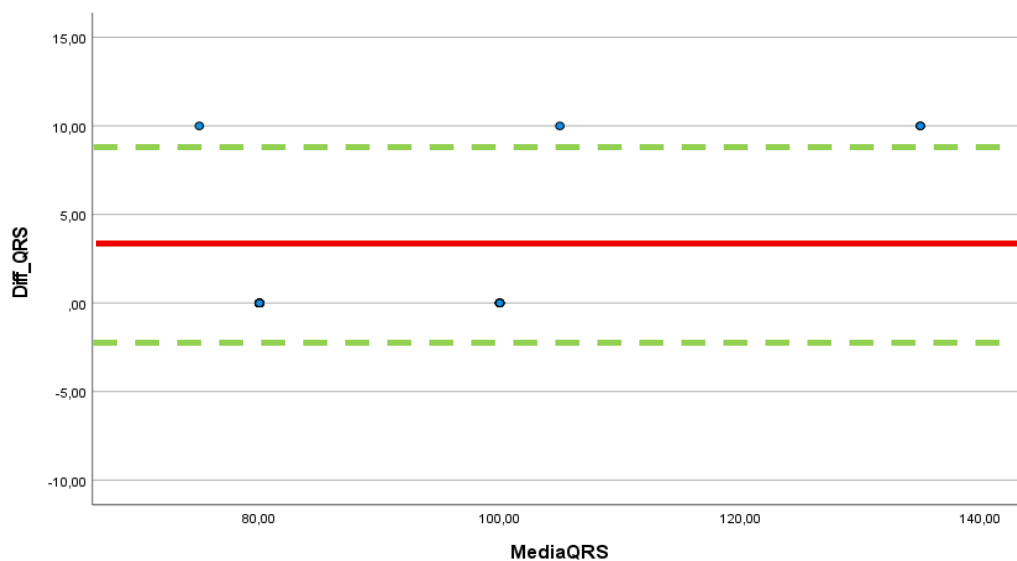


Figura 14 - Duração do Complexo QRS – Concordância do Eletrocardiograma de 12 derivações com o Smartwatch

Para avaliar a concordância das variáveis qualitativas foi utilizado o teste de *McNemar*. O teste de *McNemar* não identificou diferenças significativas ( $p > 0.05$  em todos os casos). Sendo, por isso, o SW concordante em 100% com o ECG na morfologia do QRS, identificação de SPSV e SPV e nas polarizações da onda P e onda T. Em relação à detecção de SPSV este parâmetro teve concordância perfeita. Apresentado assim uma alta sensibilidade para estes parâmetros.

No entanto, relativamente ao Ritmo Cardíaco, ocorreu um episódio que foi indevidamente identificado como FA pelo SW (Tabela 6).

Tabela 6 - Correlação das Variáveis Qualitativas do Eletrocardiograma de 12 derivações e o Smartwatch

		Eletrocardiograma de 12 derivações		Smartwatch		Concordância		pvalue
		N	%	N	%	N	%	
Ritmo Cardíaco	Ritmo Sinusal	40	100,0	39	97,5			1.000
	Fibrilhação Auricular	0	0	1	2,5	39	97,5	
Morfologia do QRS	Padrão dentro da normalidade	37	92,5	37	92,5			1.000
	Padrão de Bloqueio Completo de Ramo Direito	3	7,5	3	7,5	40	100,0	
Sístoles Prematuras Supraventriculares	Ausência	37	92,5	37	92,5	40	100,0	1.000
	Presença	3	7,5	3	7,5			
Sístoles Prematuras Ventriculares	Ausência	40	100,0	40	100,0	40	100,0	
Polarização Onda P	Positiva	40	100,0	40	100,0	40	100,0	
Polarização Onda T	Positiva	40	100,0	40	100,0	40	100,0	

## 6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este estudo teve como objetivo geral avaliar a eficácia do registo do sinal elétrico cardíaco realizado no SW *Samsung Galaxy Watch 4* por comparação com a derivação eletrocardiográfica – DI realizada num eletrocardiógrafo.

Após a pesquisa bibliográfica, não foram encontrados estudos que comparem diretamente o sinal elétrico cardíaco obtido através do modelo 4 da serie *Samsung Galaxy Watch*, especificamente, com a derivação DI realizada no eletrocardiógrafo. Por isso, foram apresentadas referências de estudos com protocolos semelhantes (Behzadi et al., 2020; Paslı et al., 2024).

A amostra em estudo é caracterizada por uma predominância de utentes do sexo feminino, representando 85% da amostra total de 40 utentes. Esta distribuição não reflete um padrão fixo da população atendida na clínica, uma vez que o número de utentes por sexo pode variar, podendo verificar-se dias com maior afluência de indivíduos do sexo masculino e outros dias com maior representatividade feminina. No período de recolha de dados, ocorreu uma predominância feminina circunstancial.

A idade média dos utentes foi de 56.9 anos, variando entre 25 e 86 anos. Este resultado é consistente com o perfil etário dos utentes da clínica, que abrange uma população heterogénea, incluído adultos jovens e indivíduos idosos, o que justifica a ampla variação observada nas idades dos participantes.

Apesar da maior parte da amostra ter um IMC normal e não haver participantes nas categorias de obesidade, o sinal elétrico cardíaco obtido através do SW *Samsung Galaxy Watch 4* manteve-se consistente na categoria de sobrepeso e todas as faixas etárias.

### 6.1. Avaliação da Frequência Cardíaca, Intervalo PQ e duração do Complexo QRS

Os resultados obtidos revelam uma concordância quase perfeita da FC ( $r=0.997$ ), estão de acordo com os estudos que avaliaram os sensores FPG do modelo *Samsung Gear Sport*, que mostram concordâncias superiores a 0,900 para a FC (Sarhaddi et al., 2022), como também os estudos realizados com o modelo SW *Samsung Galaxy Watch Active 2* que demonstram uma alta concordância para a FC (Avram et al., 2021; Abu-Alrub et al., 2022).

Ao verificarmos a análise de *Bland-Altman* obtemos o reforço de alta concordância para o intervalo PQ e a duração do complexo QRS, o que indica uma alta sensibilidade em

registar a FC, o intervalo PQ e a duração do complexo QRS no SW *Samsung Galaxy Watch 4*.

Relativamente à FC esta indica uma alta sensibilidade do SW *Samung Galaxy Watch 4*, estando de acordo com o estudo que avaliou a eficácia na identificação da FC usando o modelo *Samsung Gear Sport* (Sarhaddi et al., 2022).

Referente ao intervalo PQ e à duração do Complexo QRS, ambas apresentam *outliers* que estão fora dos 95% LC. Esses *outliers* podem refletir artefactos de movimento ou posicionamento do sensor durante a aquisição, que pode ser justificado pelo uso da tecnologia da FPG que está mais suscetível a artefactos de movimentos e ruído (Sarhaddi et al., 2022). Este resultado poderá, em parte, estar relacionado com a presença de utentes na categoria de sobrepeso, embora tal associação não tenha sido especificamente avaliada no presente estudo. Apesar de o sobrepeso não ter comprometido de forma significativa a qualidade global do sinal elétrico cardíaco, poderá constituir um fator que contribua para a ocorrência destes *outliers*. Níveis elevados de tecido adiposo estão associados a um aumento da impedância, diminuído a amplitude das ondas do sinal elétrico cardíaco de superfície e dificultar a leitura e análise dos parâmetros eletrocardiográficos (Perez-Alday et al., 2018).

## **6.2. Avaliação do Ritmo Cardíaco e Eventos Arrítmicos**

Relativamente à deteção do ritmo cardíaco, observou-se 97.5% de concordância na identificação de RS por parte do SW, com apenas uma falsa classificação de FA pelo SW, ou seja, 97.5% coincidiram com o exame *gold standard*.

Esta identificação incorreta realizada pelo algoritmo do SW deve-se ao facto do utente apresentar várias SPSV na gravação do sinal elétrico cardíaco obtido, provocando irregularidade no ritmo cardíaco. Devido ao facto, do algoritmo do SW apenas conseguir identificar que o ritmo está irregular, sem conseguir distinguir entre FA ou outras arritmias, como as SPSV (Samsung, 2023).

A sensibilidade para detetar RS é medida pela percentagem de RS corretamente identificados quando comparados com o ECG. A percentagem de 97.5% de concordância sugere uma alta sensibilidade do SW para identificar RS, mas reforça a necessidade de confirmação por ECG, pois existe a possibilidade de ocorrerem falsos positivos (Hilbel et al., 2021; Knecht et al., 2023).

Para avaliar a especificidade (alta/baixa) eram necessários registos de amostras com FA. Sendo que o conjunto de dados apenas apresenta RS, não foi possível criar uma tabela 2x2 para comparar os casos verdadeiros obtidos através do ECG com os resultados obtidos através do SW.

Relativamente aos eventos arrítmicos, em três utentes foi observada presença de SPSV no ECG, tal como, no SW, o que sugere uma concordância no registo de eventos supraventriculares e reforça o potencial do SW como ferramenta de rastreio rápida (Camargos et al., 2025).

### **6.3. Avaliação da Morfologia do QRS, Polarização da onda P e onda T**

A morfologia do QRS, polarização da onda P e polarização da onda T no SW coincidiram em 100% com o resultado obtido no ECG de 12 derivações, o que demonstra uma alta sensibilidade do SW *Samsung Galaxy Watch 4* para registar padrões de BCRS e padrões dentro da normalidade, como também registar polarizações da onda P e onda T corretas.

### **6.4. Avaliação Global do Smartwatch**

A análise dos dados indica, em condições controladas e em repouso, uma alta sensibilidade por parte do SW *Samsung Galaxy Watch 4*, onde mantém uma elevada reprodutibilidade do sinal elétrico cardíaco.

Os SW já fazem parte da rotina diária de uma grande parte da população e estes resultados podem ajudar a uma possível integração da tecnologia SW na monitorização remota, ajudando a viabilizar a monitorização quase em tempo real da FC, do intervalo PQ e da duração do complexo QRS, possibilitando intervenções mais rápidas e precoces em casos de alterações significativas.

No entanto, existe a limitação no caso de síncope e pré-síncope, que apesar de alterações significativas não são registadas em tempo real devido a ser necessário realizar o circuito físico para registar o sinal elétrico cardíaco no SW, pois estes acontecimentos são imprevisíveis e muitas das vezes não existe um intervalo de tempo útil para registar o sinal elétrico cardíaco no SW.

Os resultados do estudo mostram que a maior parte da amostra apresenta valores da condução elétrica cardíaca dentro dos limites de normalidade, estando em concordância com a faixa etária predominante na amostra em estudo que maioritariamente apresenta os parâmetros eletrocardiográficos dentro dos intervalos de referência (Rijnbeek et al., 2014).



## **7. LIMITAÇÕES DO ESTUDO**

Este estudo utilizou uma amostra não probabilista por conveniência, por isso, as conclusões apresentadas apenas podem aplicar-se à mesma e não à população em geral.

Relativamente aos valores referentes às variáveis, peso e altura, foram fornecidos pelos utentes, o que pode enviesar ou alterar os resultados que estas variáveis influenciam diretamente.

Casos graves com Taquicardia Ventricular, em que o débito cardíaco pode ser insuficiente, o algoritmo do SW pode ter dificuldade em registar o sinal elétrico cardíaco, sendo uma limitação do SW.

Para a avaliação da especificidade era necessário construir uma tabela de contingência 2x2 em que as linhas correspondem aos resultados do ECG e as colunas aos resultados obtidos pelo SW. A partir dessa tabela, iria conseguir calcular-se a especificidade com a razão entre os verdadeiros negativos e a soma de verdadeiros negativos e falsos positivos. Contudo, o conjunto de dados da amostra analisada apresentava apenas registos de RS, não incluindo nenhum caso de FA. Na ausência de amostras com FA, tornou-se impossível determinar o número de verdadeiros negativos e falsos positivos e, por consequência, calcular a especificidade do SW.



## 8. CONCLUSÃO

O presente estudo teve como objetivo geral avaliar a eficácia do registo do sinal cardíaco obtido através do SW *Samsung Galaxy Watch 4* por comparação com a derivação eletrocardiográfica – DI realizada num eletrocardiógrafo. A análise dos dados obtidos demonstra que o SW é eficaz e apresenta uma alta sensibilidade na amostra estudada.

Este estudo confirma, na amostra estudada, que os SW fornecem medições de FC, registam intervalos de condução e registam algumas arritmias com elevada concordância quando comparados com o MCDT padrão, o ECG. Complementariamente, confirma também, na amostra estudada, que os SW podem ajudar a rastrear, identificando o ritmo cardíaco e registando as medidas eletrocardiográficas, desde que utilizados de forma complementar, e submetidos a confirmações clínicas por parte de profissionais de saúde qualificados quando necessário.

Os SW têm vindo a ganhar cada vez mais relevância na sociedade atual e a sua adoção por parte da população tem vindo a aumentar. Contudo, neste estudo não foi avaliada a segurança clínica dos SW, o que reforça a necessidade de investigações futuras capazes de garantir a eficácia como a segurança dos SW na vida quotidiana da sociedade.

A incorporação dos SW na área da eletrocardiologia tem vindo a aumentar o seu potencial na monitorização contínua da vida diária da população.

Para futuros estudos, recomenda-se aumentar o número da amostra, incluir utentes com FA, para avaliar a especificidade na identificação desta arritmia.

O facto de existirem várias marcas e modelos diferentes de SW podia ser realizado um estudo onde ocorra a comparação dos SW mais recentes dos vários fabricantes.

Por fim, seria interessante integrar os SW em plataformas de saúde digital com registos eletrónicos dos utentes, pois a mais-valia destes SW é serem um instrumento que pode maximizar o valor clínico dos dados obtidos.

Em suma, o presente trabalho contribui para o domínio da Gestão e Avaliação de Tecnologias em Saúde ao evidenciar o potencial dos SW como instrumentos complementares de rastreio. A sua eficácia comprovada, na amostra em estudo, estabelece uma base sólida para futuros estudos, e promove uma gestão de cuidados mais proativa, informada e tecnologicamente mais avançada, otimizando a sua integração destes dispositivos na área da saúde.



## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abu-Alrub, S., Strik, M., Ramirez, F. D., Moussaoui, N., Racine, H. P., Marchand, H., Buliard, S., Haïssaguerre, M., Ploux, S., & Bordachar, P. (2022). Smartwatch Electrocardiograms for Automated and Manual Diagnosis of Atrial Fibrillation: A Comparative Analysis of Three Models. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, 9. <https://doi.org/10.3389/FCVM.2022.836375>
- Alfonso, C., Garcia-Gonzalez, M. A., Parrado, E., Gil-Rojas, J., Ramos-Castro, J., & Capdevila, L. (2022). Agreement between two photoplethysmography-based wearable devices for monitoring heart rate during different physical activity situations: a new analysis methodology. *Scientific Reports*, 12(1). <https://doi.org/10.1038/S41598-022-18356-9>
- Aschbacher, K., Yilmaz, D., Kerem, Y., Crawford, S., Benaron, D., Liu, J., Eaton, M., Tison, G. H., Olgin, J. E., Li, Y., & Marcus, G. M. (2020). Atrial fibrillation detection from raw photoplethysmography waveforms: A deep learning application. *Heart Rhythm O2*, 1(1), 3–9. <https://doi.org/10.1016/J.HROO.2020.02.002>
- Avram, R., Ramsis, M., Cristal, A. D., Nathan, V., Zhu, L., Kim, J., Kuang, J., Gao, A., Vittinghoff, E., Rohdin-Bibby, L., Yogi, S., Seremet, E., Carp, V., Badilini, F., Pletcher, M. J., Marcus, G. M., Mortara, D., & Olgin, J. E. (2021). Validation of an algorithm for continuous monitoring of atrial fibrillation using a consumer smartwatch. *Heart Rhythm*, 18(9), 1482–1490. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2021.03.044>
- Babar, F., Cheema, A. M., Ahmad, Z., Sarfraz, A., Sarfraz, Z., Ashraff, H., Tayyab, H., Bajwa, A. M., Ali, H., Sarfraz, M., Shahzad, A., & Sabzwari, S. R. A. (2023). Sensitivity and Specificity of Wearables for Atrial Fibrillation in Elderly Populations: A Systematic Review. *Current Cardiology Reports*, 25(7), 761–779. <https://doi.org/10.1007/S11886-023-01898-3>
- Behzadi, A., Shamloo, A. S., Mouratis, K., Hindricks, G., Arya, A., & Bollmann, A. (2020). Feasibility and reliability of smartwatch to obtain 3-lead electrocardiogram recordings. *Sensors (Switzerland)*, 20(18), 1–11. <https://doi.org/10.3390/S20185074>
- Bhowmik, T., Dey, J., & Tiwari, V. N. (2017). A novel method for accurate estimation of HRV from smartwatch PPG signals. *Proceedings of the Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, EMBS*, 109–112. <https://doi.org/10.1109/EMBC.2017.8036774>
- Brugada, J., Katritsis, D. G., Arbelo, E., Arribas, F., Bax, J. J., Blomstrom-Lundqvist, C., Calkins, H., Corrado, D., Deffereos, S. G., Diller, G. P., Gomez-Doblas, J. J., Gorenek, B., Grace, A., Ho, S. Y., Kaski, J. C., Kuck, K. H., Lambiase, P. D., Sacher, F., Sarquella-Brugada, G., ... Gupta, D. (2020). 2019 ESC Guidelines for the management of patients with supraventricular tachycardia The Task Force for the management of patients with supraventricular tachycardia of the European Society of Cardiology (ESC): Developed in collaboration with the Association for European Paediatric and Congenital Cardiology (AEPC). *European Heart Journal*, 41(5), 655–720. <https://doi.org/10.1093/EURHEARTJ/EHZ467>

- Camargos, L. G. de, Marra, I. da F., Fonseca, K. de S., Macedo, N. C., Lima, V. O., Salgado, R. L., Carvalho, Y. D. M., Reis, V., Silva, M. M. de C., & Melo, K. R. S. T. (2025). Wearables e Dispositivos Médicos: Impacto no Autocuidado e na Monitorização de Doenças Crônicas. *LUMEN ET VIRTUS*, 16(46), 1644–1656. <https://doi.org/10.56238/LEV16N46-004>
- Cheung, C. C., & Scheinman, M. (2022). A smart interpretation of the smartwatch ECG: consider the false negatives. *Europace*, 24(10), 1710. <https://doi.org/10.1093/EUROPACE/EUAC070>
- Clifford S. Goodman. (2004). *HTA 101 : introduction to health technology assessment - National Library of Medicine Institution*. [https://catalog.nlm.nih.gov/discovery/fulldisplay?docid=alma9912286543406676&context=L&vid=01NLM\\_INST:01NLM\\_INST&lang=en&search\\_scope=MyInstitution&adaptor=Local%20Search%20Engine&tab=LibraryCatalog&query=lds56,contains,Technology%20Assessment,%20Biomedical,AND&mode=advanced&offset=20](https://catalog.nlm.nih.gov/discovery/fulldisplay?docid=alma9912286543406676&context=L&vid=01NLM_INST:01NLM_INST&lang=en&search_scope=MyInstitution&adaptor=Local%20Search%20Engine&tab=LibraryCatalog&query=lds56,contains,Technology%20Assessment,%20Biomedical,AND&mode=advanced&offset=20)
- Comissão Europeia. (2021). *Health technology assessment - European Commission*. [https://health.ec.europa.eu/health-technology-assessment\\_en](https://health.ec.europa.eu/health-technology-assessment_en)
- Dzikowicz, D. J. (2024). A Scoping Review of Varying Mobile Electrocardiographic Devices. *Biological Research for Nursing*, 26(2), 303–314. <https://doi.org/10.1177/10998004231216923>
- EUnetHTA Handbook on Health Technology Assessment Capacity Building*. (2008). <https://database.inahta.org/article/7914>
- Field, A. (2018). *Discovery Statistics using SPSS* (J. Seaman, Ed.; 5th ed.). SAGE Publications.
- Fiorina, L., Chemaly, P., Cellier, J., Said, M. A., Coquard, C., Younsi, S., Salerno, F., Horvilleur, J., Lacotte, J., Manenti, V., Plesse, A., Henry, C., & Lefebvre, B. (2024). Artificial intelligence–based electrocardiogram analysis improves atrial arrhythmia detection from a smartwatch electrocardiogram. *European Heart Journal - Digital Health*. <https://doi.org/10.1093/EHJDH/ZTAE047>
- Francula-Zaninovic, S., & Nola, I. A. (2018). Management of Measurable Variable Cardiovascular Disease' Risk Factors. *Current Cardiology Reviews*, 14(3), 153–163. <https://doi.org/10.2174/1573403X14666180222102312>,
- Goodacre, S. (2002). ABC of clinical electrocardiography: Atrial arrhythmias. *BMJ*, 324(7337), 594–597. <https://doi.org/10.1136/BMJ.324.7337.594>,
- Gupta, S., Mahmoud, A., & Massoomi, M. R. (2022). A Clinician's Guide to Smartwatch "Interrogation." *Current Cardiology Reports*, 24(8), 995–1009. <https://doi.org/10.1007/S11886-022-01718-0>
- Han, D., Bashar, S. K., Lázaro, J., Mohagheghian, F., Peitzsch, A., Nishita, N., Ding, E., Dickson, E. L., Dimezza, D., Scott, J., Whitcomb, C., Fitzgibbons, T. P., McManus, D. D., & Chon, K. H. (2022). A Real-Time PPG Peak Detection Method for Accurate Determination of Heart Rate during Sinus Rhythm and Cardiac Arrhythmia. *Biosensors*, 12(2). <https://doi.org/10.3390/bios12020082>

- Haverkamp, W., Butler, J., & Anker, S. D. (2021). Can we trust a smartwatch ECG? Potential and limitations. *European Journal of Heart Failure*, 23(6), 850–853. <https://doi.org/10.1002/EJHF.2194>
- Hibbitt, K., Brimicombe, J., Cowie, M. R., Dymond, A., Freedman, B., Griffin, S. J., Hobbs, F. D. R., Lindén, H. C., Lip, G. Y. H., Mant, J., McManus, R. J., Pandiaraja, M., Williams, K., & Charlton, P. H. (2024). Reliability of single-lead electrocardiogram interpretation to detect atrial fibrillation: insights from the SAFER feasibility study. *Europace*, 26(7). <https://doi.org/10.1093/EUROPACE/EUAE181>
- Hilbel, T., Alhersh, T., Stein, W., Doman, L., & Schultz, J. H. (2021). Analysis and postprocessing of ECG or heart rate data from wearable devices beyond the proprietary cloud and app infrastructure of the vendors. *Cardiovascular Digital Health Journal*, 2(6), 323–330. <https://doi.org/10.1016/J.CVDHJ.2021.09.006>
- Hudock, N. L., Hughes, H., Shaheen, N., Ramadan, A., Parikh, K., Anamika, F., & Jain, R. (2024). Wearable health monitoring: wave of the future or waste of time? *Global Cardiology Science and Practice*, 2024(3), 586. <https://doi.org/10.21542/GCSP.2024.21>
- Hughes, A., Shandhi, M. M. H., Master, H., Dunn, J., & Brittain, E. (2023). Wearable Devices in Cardiovascular Medicine. *Circulation Research*, 132(5), 652–670. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.122.322389>
- IEC 60601-2-47:2012 | IEC. (2012). <https://webstore.iec.ch/en/publication/2666>
- ISO 14971:2019 - Medical devices — Application of risk management to medical devices. (2019). <https://www.iso.org/standard/72704.html>
- Kligfield, P., Gettes, L. S., Bailey, J. J., Childers, R., Deal, B. J., Hancock, E. W., Van Herpen, G., Kors, J. A., Macfarlane, P., Mirvis, D. M., Pahlm, O., Rautaharju, P., & Wagner, G. S. (2007). Recommendations for the Standardization and Interpretation of the Electrocardiogram. *Circulation*, 115(10), 1306–1324. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.106.180200>
- Knecht, S., Waldmann, F., Kuhn, R., Mannhart, D., Kühne, M., Sticherling, C., Badertscher, P., & Wildhaber, R. A. (2023). Technical Characterization of Single-Lead ECG Signals From 4 Different Smartwatches and its Potential Clinical Implications. *JACC: Clinical Electrophysiology*, 9(8), 1415–1417. <https://doi.org/10.1016/J.JACEP.2023.03.004>
- Książczyk, M., Dębska-Kozłowska, A., Warchoń, I., & Lubiński, A. (2021). Enhancing healthcare access-smartphone apps in arrhythmia screening: Viewpoint. *JMIR MHealth and UHealth*, 9(8). <https://doi.org/10.2196/23425>
- Malakar, A. K., Choudhury, D., Halder, B., Paul, P., Uddin, A., & Chakraborty, S. (2019). A review on coronary artery disease, its risk factors, and therapeutics. *Journal of Cellular Physiology*, 234(10), 16812–16823. <https://doi.org/10.1002/JCP.28350>,

- Mannhart, D., Lischer, M., Knecht, S., du Fay de Lavallaz, J., Strebel, I., Serban, T., Vögeli, D., Schaer, B., Osswald, S., Mueller, C., Kühne, M., Sticherling, C., & Badertscher, P. (2023). Clinical Validation of 5 Direct-to-Consumer Wearable Smart Devices to Detect Atrial Fibrillation: BASEL Wearable Study. *JACC: Clinical Electrophysiology*, *9*(2), 232–242. <https://doi.org/10.1016/j.jacep.2022.09.011>
- Meek, S., & Morris, F. (2002). ABC of clinical electrocardiography. Introduction. I-Leads, rate, rhythm, and cardiac axis. *BMJ*, *324*(7334), 415–418. <https://doi.org/10.1136/BMJ.324.7334.415>,
- Papalamprakopoulou, Z., Stavropoulos, D., Moustakidis, S., Avgerinos, D., Efremidis, M., & Kampaktis, P. N. (2024). Artificial intelligence-enabled atrial fibrillation detection using smartwatches: current status and future perspectives. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, *11*. <https://doi.org/10.3389/FCVM.2024.1432876>
- Pasli, S., Topçuoğlu, H., Yılmaz, M., Yadigaroğlu, M., İmamoğlu, M., & Karaca, Y. (2024). Diagnostic accuracy of apple watch ECG outputs in identifying dysrhythmias: A comparison with 12-Lead ECG in emergency department. *American Journal of Emergency Medicine*, *79*, 25–32. <https://doi.org/10.1016/J.AJEM.2024.01.046>
- 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., ... Apple Heart Investigators. (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/NEJMORA1901183/SUPPL\\_FILE/NEJMORA1901183\\_DATA-SHARING.PDF](https://doi.org/10.1056/NEJMORA1901183/SUPPL_FILE/NEJMORA1901183_DATA-SHARING.PDF)
- Perez-Alday, E. A., Ni, H., Hamilton, C., Li-Pershing, A., Jaar, B., Monroy-Trujillo, J. M., Estrella, M., Parekh, R., Zhang, H., & Tereshchenko, L. (2018). A Multi-Scale Investigation of Global Electrical Heterogeneity: Effects of Body Habitus, Respiration, and Tissue Conductivity. *Computing in Cardiology*, *2018-September*, 8743829. <https://doi.org/10.22489/CINC.2018.161>
- Prieto-Avalos, G., Cruz-Ramos, N. A., Alor-Hernández, G., Sánchez-Cervantes, J. L., Rodríguez-Mazahua, L., & Guarneros-Nolasco, L. R. (2022). Wearable Devices for Physical Monitoring of Heart: A Review. *Biosensors*, *12*(5). <https://doi.org/10.3390/BIOS12050292>
- Racine, H. P., Strik, M., van der Zande, J., Alrub, S. A., Caillol, T., Haïssaguerre, M., Ploux, S., & Bordachar, P. (2022). Role of Coexisting ECG Anomalies in the Accuracy of Smartwatch ECG Detection of Atrial Fibrillation. *Canadian Journal of Cardiology*, *38*(11), 1709–1712. <https://doi.org/10.1016/J.CJCA.2022.08.222>
- 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. *Heart*, *106*(9), 665–670. <https://doi.org/10.1136/HEARTJNL-2019-316004>

- Regulamento - 2017/745 - EN - EUR-Lex. (2017). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/ALL/?uri=CELEX:32017R0745>
- Regulation - 2017/745 - EN - Medical Device Regulation - EUR-Lex. (2017). <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2017/745/oj/eng>
- Rijnbeek, P. R., Van Herpen, G., Bots, M. L., Man, S., Verweij, N., Hofman, A., Hillege, H., Numans, M. E., Swenne, C. A., Witteman, J. C. M., & Kors, J. A. (2014). Normal values of the electrocardiogram for ages 16-90 years. *Journal of Electrocardiology*, 47(6), 914–921. <https://doi.org/10.1016/j.jelectrocard.2014.07.022>
- Rodrigues, J. C. M. (2010). *Electrocardiografia clínica: princípios fundamentais*. Lidel.
- Saghir, N., Aggarwal, A., Soneji, N., Valencia, V., Rodgers, G., & Kurian, T. (2020). A comparison of manual electrocardiographic interval and waveform analysis in lead 1 of 12-lead ECG and Apple Watch ECG: A validation study. *Cardiovascular Digital Health Journal*, 1(1), 30–36. <https://doi.org/10.1016/J.CVDHJ.2020.07.002>
- Samol, A., Bischof, K., Luani, B., Pascut, D., Wiemer, M., & Kaese, S. (2019). Single-lead ECG recordings including einthoven and wilson leads by a smartwatch: A new era of patient directed early ECG differential diagnosis of cardiac diseases? *Sensors (Switzerland)*, 19(20). <https://doi.org/10.3390/S19204377>
- Samol, A., Bischoff, K., Luani, B., Pascut, D., Wiemer, M., & Kaese, S. (2019). Recording of bipolar multichannel ECGs by a smartwatch: Modern ECG diagnostic 100 years after Einthoven. *Sensors (Switzerland)*, 19(13). <https://doi.org/10.3390/S19132894>
- Samsung. (2019). *Samsung Portugal*. [https://www.samsung.com/pt/support/mobile-devices/meca-o-seu-ecg-com-a-serie-galaxy-watch/?srsltid=AfmBOoq3rTWxDmdkM3gvluWe0RwE965KUqpJWz\\_GwpbD97N75XepaOLK](https://www.samsung.com/pt/support/mobile-devices/meca-o-seu-ecg-com-a-serie-galaxy-watch/?srsltid=AfmBOoq3rTWxDmdkM3gvluWe0RwE965KUqpJWz_GwpbD97N75XepaOLK)
- Samsung. (2023). *Manual do Utilizador*. [https://downloadcenter.samsung.com/content/UM/202402/20240221173109302/S-M-R86X\\_R87X\\_R88X\\_R89X\\_R90X\\_R91X\\_R92X\\_UM\\_Open\\_Android\\_D0\\_Por\\_Rev\\_1.0\\_230913.pdf](https://downloadcenter.samsung.com/content/UM/202402/20240221173109302/S-M-R86X_R87X_R88X_R89X_R90X_R91X_R92X_UM_Open_Android_D0_Por_Rev_1.0_230913.pdf)
- Sarhaddi, F., Kazemi, K., Azimi, I., Cao, R., Niela-Vilén, H., Axelin, A., Liljeberg, P., & Rahmani, A. M. (2022). A comprehensive accuracy assessment of Samsung smartwatch heart rate and heart rate variability. *PLoS ONE*, 17(12 December). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0268361>
- Sattar, Y., & Chhabra, L. (2023). Electrocardiogram. *StatPearls*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK549803/>
- Selder, J. L., Proesmans, T., Breukel, L., Dur, O., Gielen, W., van Rossum, A. C., & Allaart, C. P. (2020). Assessment of a standalone photoplethysmography (PPG) algorithm for detection of atrial fibrillation on wristband-derived data. *Computer*

*Methods and Programs in Biomedicine*, 197.  
<https://doi.org/10.1016/J.CMPB.2020.105753>

- Serhani, M. A., El Kassabi, H. T., Ismail, H., & Navaz, A. N. (2020). ECG monitoring systems: Review, architecture, processes, and key challenges. *Sensors (Switzerland)*, 20(6). <https://doi.org/10.3390/S20061796>
- Shih, P., Prokopovich, K., Degeling, C., Street, J., & Carter, S. M. (2022). Direct-to-consumer detection of atrial fibrillation in a smartwatch electrocardiogram: Medical overuse, medicalisation and the experience of consumers. *Social Science and Medicine*, 303. <https://doi.org/10.1016/J.SOCSCIMED.2022.114954>
- Sociedade Portuguesa de Hipertensão. (2024). *Fatores de Risco Cardiovascular*. <https://sphta.org.pt/fatores-risco-cardiovascular/>
- Turakhia, M. P., Desai, M., Hedlin, H., Rajmane, A., Talati, N., Ferris, T., Desai, S., Nag, D., Patel, M., Kowey, P., Rumsfeld, J. S., Russo, A. M., Hills, M. T., Granger, C. B., Mahaffey, K. W., & Perez, M. V. (2019). Rationale and design of a large-scale, app-based study to identify cardiac arrhythmias using a smartwatch: The Apple Heart Study. *American Heart Journal*, 207, 66–75. <https://doi.org/10.1016/J.AHJ.2018.09.002>
- van der Zande, J., Strik, M., Dubois, R., Ploux, S., Alrub, S. A., Caillol, T., Nasarre, M., Donker, D. W., Oppersma, E., & Bordachar, P. (2023). Using a Smartwatch to Record Precordial Electrocardiograms: A Validation Study. *Sensors*, 23(5). <https://doi.org/10.3390/S23052555>
- Van Gelder, I. C., Kotecha, D., Rienstra, M., Bunting, K. V., Casado-Arroyo, R., Caso, V., Crijns, H. J. G. M., De Potter, T. J. R., Dwight, J., Guasti, L., Hanke, T., Jaarsma, T., Lettino, M., Løchen, M. L., Lumbers, R. T., Maesen, B., Mølgaard, I., Rosano, G. M. C., Sanders, P., ... Sarkozy, A. (2024). 2024 ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS): Developed by the task force for the management of atrial fibrillation of the European Society of Cardiology (ESC), with the special contribution of the European Heart Rhythm Association (EHRA) of the ESC. Endorsed by the European Stroke Organisation (ESO). *European Heart Journal*, 45(36), 3314–3414. <https://doi.org/10.1093/EURHEARTJ/EHAE176>
- Velmovitsky, P. E., Alencar, P., Leatherdale, S. T., Cowan, D., & Morita, P. P. (2022). Using apple watch ECG data for heart rate variability monitoring and stress prediction: A pilot study. *Frontiers in Digital Health*, 4. <https://doi.org/10.3389/FDGTH.2022.1058826>
- Visseren, F., Mach, F., Smulders, Y. M., Carballo, D., Koskinas, K. C., Bäck, M., Benetos, A., Biffi, A., Boavida, J. M., Capodanno, D., Cosyns, B., Crawford, C. A., Davos, C. H., Desormais, I., Di Angelantonio, E., Duran, O. H. F., Halvorsen, S., Richard Hobbs, F. D., Hollander, M., ... Mullabayeva, G. (2021). 2021 ESC Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. *European Heart Journal*, 42(34), 3227–3337. <https://doi.org/10.1093/EURHEARTJ/EHAB484>,

World Health Organization. (2011). *Health products policy and standards*.  
<https://www.who.int/teams/health-product-policy-and-standards/assistive-and-medical-technology/medical-devices/assessment>

Zeppenfeld, K., Tfelt-Hansen, J., De Riva, M., Winkel, B. G., Behr, E. R., Blom, N. A., Charron, P., Corrado, D., Dagres, N., De Chillou, C., Eckardt, L., Friede, T., Haugaa, K. H., Hocini, M., Lambiase, P. D., Marijon, E., Merino, J. L., Peichl, P., Priori, S. G., ... Slade, A. (2022). 2022 ESC Guidelines for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death: Developed by the task force for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death of the European Society of Cardiology (ESC) Endorsed by the Association for European Paediatric and Congenital Cardiology (AEPC). *European Heart Journal*, 43(40), 3997–4126.  
<https://doi.org/10.1093/EURHEARTJ/EHAC262>



## 10. ANEXOS

### Anexo I – Folha de Registo



#### Folha de Registo

Esta folha de registo tem como objetivo identificar o número do registo e dados pessoais necessários para caracterizar o utente, e posteriormente fazer o tratamento de dados.

Identificação Numérica	
Idade (anos)	
Peso (Kg)	
Altura (cm)	

Data: \_\_/\_\_/\_\_

Hora: \_\_:\_\_

Sara Neto

MGATS

## Anexo II – Parecer Clínico

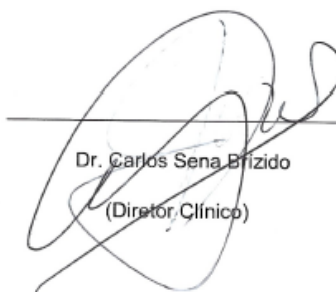
### APROVAÇÃO DE PROJETO DE INVESTIGAÇÃO

Após apresentação e pedido de realização na Clínica Coreco-Doenças do Coração do projeto de investigação "Avaliação da eficácia do *Smartwatch* na análise eletrocardiográfica: Derivação DI vs Derivação compatível obtida no *Smartwatch*" no âmbito do 2ºano do mestrado de Gestão e Avaliação de Tecnologias em Saúde pela Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa em parceria com a Escola Superior de Saúde da Universidade do Algarve, tendo como investigadora, Sara Neto, e sob orientação da professor André Coelho e da professora Virgínia Fonseca.

Foi revisto o objetivo geral e os objetivos específicos, como também a metodologia envolvida, instrumentos, protocolo de recolha de dados e contrato financeiro.

Os critérios da ética da investigação foram examinados e aprovados.

Na qualidade de diretor clínico, declaro que o projeto de investigação "Avaliação da eficácia do *Smartwatch* na análise eletrocardiográfica: Derivação DI vs Derivação compatível obtida no *Smartwatch*" foi aprovado para ser realizado na Clínica Coreco-Doenças do Coração.



Dr. Carlos Sena Brizido  
(Diretor Clínico)

17/1/2025

Almada, Setúbal, Portugal

## Anexo III – Aprovação da Comissão de Ética

REFERENCIA INTERNA DO PROJETO: CE-ESTeSL-Nº.07-2025 – Sara Neto

TÍTULO DO PROJETO: Avaliação da eficácia do smartwatch na análise eletrocardiográfica: Derivação DI vs Derivação compatível obtida no smartwatch

TIPO de Projeto/Estudo: Dissertação de Mestrado em Gestão e Avaliação de Tecnologias em Saúde

ORIENTADORES: Professor Doutor André Coelho e Professora Dr.ª Virgínia Fonseca

INSTITUIÇÕES PROMOTORAS: Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa, do Instituto Politécnico de Lisboa

INSTITUIÇÃO(ÕES) ENVOLVIDAS: Clínica Coreco – Doenças do Coração

SUBMISSÃO do PROJETO: 20 de janeiro de 2025

Exmo. Senhor Professor Doutor André Coelho

Exma. Senhora Professora Doutora Virgínia Fonseca

Exma. Senhora Dr.ª Sara Neto

Após os esclarecimentos, a Comissão de Ética da Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa (CE-ESTeSL) aprovou por unanimidade a emissão de parecer favorável. Solicita-se que seja remetido o projeto de estudo com a inclusão de todos os esclarecimentos solicitados, para fins de arquivo.

O presente parecer tem em consideração a versão submetida do projeto e demais documentação enviada. Eventuais alterações nestes documentos determinam a necessidade de revisão do presente parecer.

Lembramos que todos os estudos que envolvem a autorização dos participantes e a recolha de amostras e dados anonimizados e/ou codificados têm de cumprir com o estabelecido no Regulamento Geral sobre Proteção de Dados de 27 de abril de 2016.

Por último, solicita-se que, ao abrigo do artº 19 da Lei 21/2014 de 16 de abril e do disposto no nº 23 da atual versão da Declaração de Helsínquia, seja dado conhecimento à CE-ESTeSL do relatório final, com conclusões do estudo, bem como de eventuais alterações ao protocolo de investigação e demais informações tidas por relevantes.

Aproveitamos ainda para desejar o maior sucesso no desenvolvimento deste trabalho.

Com os melhores cumprimentos,

Rute Borrego

Rute Borrego | Professora Adjunta  
Presidente da Comissão de Ética

Av. D. João II, lote 4.00.01- Parque das Nações  
1990-090 Lisboa | Portugal  
conselhodeetica@estesi.ipl.pt  
+351 218980488 (ext. 074)





## 11. APÊNDICES

### Apêndice I – Consentimento Informado



#### CONSENTIMENTO INFORMADO, ESCLARECIDO E LIVRE PARA PARTICIPAÇÃO EM INVESTIGAÇÃO

Por favor, leia com atenção a seguinte informação. Se achar que algo está incorreto ou não está claro, não hesite em solicitar mais informações. Se concorda com a proposta que lhe foi feita, queira assinar este documento.

Este projeto de investigação será elaborado no âmbito da dissertação final do Mestrado em Gestão e Avaliação de Tecnologias em Saúde da Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa (ESTeSL) e da Escola Superior de Saúde da Universidade do Algarve (UAlg ESS) pela aluna Sara Neto e orientado pelo Professor André Coelho e pela Professora Virgínia Fonseca.

Tem como tema a Avaliação da eficácia do *smartwatch* na análise eletrocardiográfica: Derivação DI vs Derivação compatível obtida no *smartwatch*.

O objetivo geral deste projeto de investigação é avaliar a eficácia da derivação eletrocardiográfica realizada no *smartwatch* (SW) *Samsung Galaxy Watch 4* quando comparada com a derivação eletrocardiográfica - DI realizada num eletrocardiógrafo.

Os objetivos específicos são: avaliar a precisão da derivação do ECG realizado no SW com a derivação eletrocardiográfica – DI realizada no Eletrocardiógrafo; comparar eventos arritmicos (Sístoles Prematuras Supraventriculares/ Sístoles Prematuras Ventriculares) quando registados em ambos os equipamentos; e comparar a sensibilidade e especificidade do SW com a derivação eletrocardiográfica – DI realizada no eletrocardiógrafo.

Este estudo foi aprovado pela Comissão de Ética da ESTeSL e pelo Diretor Clínico da Clínica Coreco – Doenças do Coração.

Os critérios de inclusão serão utentes que realizem ECG de 12 derivações na Clínica Coreco-Doenças do Coração, com Ritmo Sinusal ou Fibrilhação Auricular, que queiram voluntariamente participar no estudo, com idade  $\geq 22$  anos.

Irá recorrer-se à colocação do SW *Samsung Galaxy Watch 4* no pulso esquerdo de modo a realizar o "ECG" e em simultâneo efetuar o ECG de 12 derivações. Em complementaridade, irá utilizar-se uma folha de registo dos dados pessoais.

Durante o tratamento de dados pretende-se avaliar a eficácia, a precisão, a sensibilidade e especificidade, a capacidade de identificação de eventos arritmicos, como sístoles prematuras supraventriculares e/ou ventriculares.

Não se preveem riscos para este estudo.

A participação é totalmente voluntária e o participante pode desistir em qualquer altura, sem consequências. Durante e após o estudo, é garantida a confidencialidade dos dados e o anonimato.

Os dados recolhidos serão guardados sob a responsabilidade da investigadora, apenas durante o período de realização da dissertação, num dispositivo de armazenamento portátil (*pen drive*). Após a conclusão da dissertação, os dados serão eliminados. Tal como, os consentimentos informados que também serão destruídos após o final da dissertação.

A investigadora disponibiliza-se para fornecer e esclarecer toda a informação que o participante considere necessário.

Quaisquer questões sobre os seus direitos e deveres como participante, no contexto deste estudo clínico, podem ser endereçados a Nuno Pires - Encarregado Proteção Dados / Data Protection Officer, Telf. + 351 21 0464700 | + 351 21 0464708 Email. [npires@net.ipl.pt](mailto:npires@net.ipl.pt)

Agradecemos a sua disponibilidade para a participação neste estudo.

**Investigadora:**

Confirmo que expliquei à pessoa abaixo indicada, de forma adequada e acessível, os procedimentos necessários ao ato referido neste documento. Respondi a todas as questões que me foram colocadas e assegurei-me de que houve um período de reflexão suficiente para a tomada da decisão. Também garanti que, em caso de recusa, não haverá quaisquer consequências.

Nome da Investigadora: Sara Samji Neto

Telemóvel: 936 492 663

Email: 2015459@alunos.estesl.ipl.pt

Assinatura \_\_\_\_\_

Data \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

**Participante:**

Declaro ter lido e compreendido este documento, bem como as informações verbais que me foram fornecidas pelas pessoas que acima assinam. Foi-me garantida a possibilidade de, em qualquer altura, recusar participar neste estudo sem qualquer tipo de consequências. Desta forma, declaro que aceito participar neste estudo, e que tomo a minha decisão de forma inteiramente livre, e permito a utilização dos dados que de forma voluntária forneço, confiando em que apenas serão utilizados para esta investigação e nas garantias de confidencialidade e anonimato que me são dadas pela investigadora.

Compreendo que os dados recolhidos durante o estudo possam ser do conhecimento dos membros da equipa de investigação, sempre que necessário para o estudo. Autorizo/Não Autorizo (~~riscar o que não interessa~~) que os membros da equipa tenham acesso a esses dados.

Compreendo que, caso esta investigação venha a ser publicada, todos os dados serão mantidos anónimos e nenhuma informação será identificável como sendo minha.

Foi-me dada a oportunidade de ler e considerar a informação apresentada, e fazer perguntas, as quais foram respondidas de forma satisfatória.

Nome da Pessoa que Consente _____
Telemóvel _____
Email _____
Gostaria que me fosse enviado o relatório final do estudo. SIM / NÃO
Gostaria de ser contactado para o endereço acima acerca de sessões ou estudos adicionais relacionados com este estudo. SIM / NÃO
Assinatura _____
Data ____ / ____ / ____

ESTE DOCUMENTO É COMPOSTO DE 3 PÁGINAS E É FEITO EM DUPLICADO:  
UMA VIA PARA A INVESTIGADORA, OUTRA PARA A PESSOA QUE CONSENTE.