

**UNIVERSIDADE BRASIL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA BIOMÉDICA
CAMPUS SÃO PAULO**

PATRIC ROBERTO FERREIRA BARRETO

**UTILIZAÇÃO DO APLICATIVO ECG DO APPLE WATCH PARA
MEDIDA DO INTERVALO RR DO ELETROCARDIOGRAMA.**

**USING THE APPLE WATCH ECG APPLICATION TO MEASURE THE
ELECTROCARDIOGRAM RR INTERVAL.**

São Paulo – SP

2021

PATRIC ROBERTO FERREIRA BARRETO

**UTILIZAÇÃO DO APLICATIVO ECG DO APPLE WATCH PARA
MEDIDA DO INTERVALO RR DO ELETROCARDIOGRAMA.**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica da Universidade Brasil, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Engenharia Biomédica.

Prof(a). Dr(a). Fernanda Roberta
Marciano

Prof(a). Dr(a). Nome Completo

São Paulo – SP
2021

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da Universidade
Brasil, com os dados fornecidos pelo (a) autor (a).

B264u Barreto, Patric Roberto Ferreira
Utilização do aplicativo ECG do Apple Watch para medida do intervalo
RR do eletrocardiograma / Patric Roberto Ferreira Barreto. – São Paulo:
Universidade Brasil, 2021.
49 f. : il. ; 29,5cm.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Gradua-
ção em Engenharia Biomédica, da Universidade Brasil, como requisito pa-
ra obtenção do Título de Mestre em Engenharia Biomédica.

Orientadora: Prof^a Dra. Fernanda Roberta Marciano

1. Apple Watch. 2. Eletrocardiografia. 3. Variabilidade cardíaca.
4. Tecnologia vestível. I. Título.

CDD 616.12075

TERMO DE APROVAÇÃO



TERMO DE APROVAÇÃO

PATRIC ROBERTO FERREIRA BARRETO

"ANÁLISES DOS INTERVALOS RR DO ELETROCARDIOGRAMA (ECG) CONVENCIONAL E DO APLICATIVO ECG DO APPLE WATCH"

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica** da Universidade Brasil, pela seguinte banca examinadora:

Prof.(a). Dr.(a) Fernanda Roberta Marciano (presidente-orientadora)

Prof.(a). Dr.(a) Anderson de Oliveira Lobo (UNIVERSIDADE BRASIL)

Prof.(a). Dr.(a) Antônio Luiz Martins Maia Filho (UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ)

São Paulo, 26 de março de 2021

Presidente da Banca Prof.(a). Dr.(a) Fernanda Roberta Marciano

Houve alteração do Título: sim (X) não ():

Utilização do aplicativo ECG do Apple
Watch para medida do intervalo
RR do eletrocardiograma

**FOLHA DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DO TEXTO NA PÁGINA
UNIVERSIDADE BRASIL E CATÁLOGO DE TESES E DISSERTAÇÕES DA
CAPES E REPRODUÇÃO DO TRABALHO**



Termo de Autorização

Para Publicação de Dissertações e Teses no Formato Eletrônico na Página WWW do Respeetivo Programa da Universidade Brasil e no Banco de Teses da CAPES

Na qualidade de titular(es) dos direitos de autor da publicação, e de acordo com a Portaria CAPES no. 13, de 15 de fevereiro de 2006, autorizo(amos) a Universidade Brasil a disponibilizar através do site <http://www.universidadebrasil.edu.br>, na página do respectivo Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, bem como no Banco de Dissertações e Teses da CAPES, através do site <http://bancodeteses.capes.gov.br>, a versão digital do texto integral da Dissertação/Tese abaixo citada, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira.

A utilização do conteúdo deste texto, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, fica condicionada à citação da fonte.

Titulo do Trabalho: "ANÁLISES DOS INTERVALOS RR DO ELETROCARDIOGRAMA (ECG) CONVENCIONAL E DO APLICATIVO ECG DO APPLE WATCH"

Houve alteração do Título: sim () não ()

Utilização do aplicativo ECG do Apple Watch para medida do intervalo R.R. do eletrocardiograma

Autor(es):

Discente **Patric Roberto Ferreira Barreto**

Assinatura: Patric Roberto Ferreira Barreto

Orientador(a) **Profa. Dra. Fernanda Roberta Marciano**

Assinatura: Fernanda Marciano

Coorientador(a):

Assinatura: _____

Data: 26/03/2021

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me permitir concluir mais essa jornada, logo foram dois anos de muita determinação, foco e fé.

Agradeço e parablenizo aos meus pais, Haroldo Barreto e Lis Barreto, pois esses são verdadeiros exemplos de pessoas trabalhadoras, muitas às vezes, abdicaram dos seus sonhos para realização dos meus. Portanto, tenho orgulho de dizer que os amo e tenho-os como espelho!

Agradeço a minha esposa, que constantemente executou várias funções primordiais, sendo uma delas fundamental: Companheira, principalmente nas horas mais difíceis, e aproveitando para citar minha fiel escudeira Luna, minha cachorra que me fazia sala até altas horas, qual minha pessoa ficava estudando e produzindo até tarde da noite.

Agradeço aos meus irmãos e família, por sempre estarem próximo nos momentos fáceis e difíceis, pois o início dessa batalha não foi fácil, tive que me adaptar a um novo meio, porém este sonho só está se concretizando, graças à contribuição de todos que acreditaram no meu potencial, a vida só é repleta de sentido quando as pessoas que tanto amamos estão ao nosso redor!

Não podendo esquecer de agradecer à minha orientadora, professora Fernanda, pessoa de extrema competência, que acreditou em minha capacidade de aprender e em desenvolver o projeto e ao Dr. Luís Gustavo de M. Marques, qual me ajudou concedendo sua clínica para realização das coletas de dados e realizando os exames, conseqüentemente láudano todos.

RESUMO

Os testes de diagnóstico de rotina dependem da análise quantitativa de vários biomarcadores e parâmetros bioquímicos em amostras biológicas em um laboratório, á vista disso a uma busca crescente de biossensores e sistemas na forma de tecnologias vestíveis para uso na área da saúde, perante a escassez de recursos e uso generalizado de substitutos para eletrocardiograma (ECG) de 12 derivações, alguns estudos mostram uma boa concordância entre a medição de ECG aferido em um relógio inteligente e um ECG de 12 derivações, sendo assim a utilização dessas tecnologias é promissora e útil como dispositivos de avaliação e monitoramento na saúde. Diante do exposto, o trabalho teve como objetivo geral analisar a correlação dos intervalos R-R do ECG obtido pelo método convencional com o do aplicativo do ECG do *Apple Watch*, medindo os intervalos R-R identificados entre dois complexos QRS selecionados nos registros dos ECGs, identificando a presença de ondas P seguidas de complexo QRS e por fim classificando os ritmos cardíacos. Tratou-se de um estudo randomizado, transversal e com abordagem quantitativa, foram selecionados e convidados a participar dessa pesquisa 20 indivíduos, quais foram abordados após uma consulta médica com o cardiologista e para entrar em processo de avaliação tiveram que ter os seguintes critérios de inclusão, sendo esses: saudáveis, do sexo masculino, faixa etária de 20 a 40 anos de idade, ausência de diagnóstico de asma, doença pulmonar intersticial e comprometimento cardiovascular ou com cardiomiopatias, não podem estar fazendo uso de qualquer tipo de fármacos, todos foram distribuídos em apenas 1 grupo de amostragem aleatória simples, sendo o Grupo 1, quais os participantes do estudo foram submetidos a realização do exame ECG de 12 derivações e logo após 30 segundos (s) ao uso do *Apple Watch Series 4*, para a realização do ECG feito pelo próprio aplicativo da marca, os dois exames foram realizados com os participantes deitados em decúbito dorsal. Após a aplicação do coeficiente de correlação de Pearson foi constatado uma correlação positiva, também foi possível constatar a presença de ondas P seguidas do complexo QRS indicando a uma conclusão de ritmo sinusal. Portanto, foi possível constatar a correlação entre os intervalos R-R e a identificação de ritmo sinusal pelo *Apple Watch*.

Palavras-chave: Apple Watch. Eletrocardiografia. Relógio inteligente. Variabilidade Cardíaca. Tecnologia Vestível.

ABSTRACT

Routine laboratory tests depend on the quantitative analysis of various biomarkers and biochemical parameters in biological samples, in view of this there is a growing search for biosensors and systems in the form of wearable technologies for use in the healthcare field, given the scarcity of resources and the widespread use of 12-lead electrocardiogram (ECG) substitutes, some studies show a good agreement between the measurement of ECG measured on a smart watch and a 12-lead ECG, therefore the use of these technologies is promising as health assessment and monitoring devices. The work had the general objective analyzing the correlation of the RR intervals of the ECG obtained by the conventional method and by the Apple Watch's ECG, measuring the RR intervals identified between two QRS complexes selected in the ECG records, identifying the presence of P waves followed by QRS complex and finally classifying cardiac rhythms. It was a randomized, cross-sectional study with a quantitative approach, 20 individuals were selected and invited to participate in this research, who were approached after a medical consultation with the cardiologist and to enter the evaluation process they had to have the following inclusion criteria, these being: healthy, male, aged 20 to 40 years old, no diagnosis of asthma, interstitial lung disease and cardiovascular or cardiomyopathic impairment, they cannot be using any type of drugs, all were distributed in only 1 simple random sampling group, Group 1, which study participants were submitted to the 12-lead ECG exam and immediately after 30 seconds (s) to the use of the Apple Watch Series 4, to perform the ECG performed by the brand's own app, the two exams were performed with the participants lying in the supine position. After applying Pearson's correlation coefficient, a positive and strong correlation was found, it was also possible to verify the presence of P waves followed by the QRS complex indicating a conclusion of sinus rhythm. Therefore, it was possible to verify the correlation between the R-R intervals and the identification of sinus rhythm by the Apple Watch.

Keywords: Apple Watch. Electrocardiography. Heart Rate Variability. Smart Watch. Wearable Technology.

DIVULGAÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE CONHECIMENTO

Este estudo teve como objetivo analisar a correlação dos intervalos R-R obtidos pelo eletrocardiograma de 12 derivações e pelo eletrocardiograma realizado pelo aplicativo do relógio inteligente da *Apple*. Todos os eletrocardiogramas foram analisados e interpretados por um médico cardiologista, qual recebeu auxílio de um profissional de educação física. Assim sendo, conclui-se que existe correlação positiva entre os intervalos R-R captados pelos 2 métodos de eletrocardiograma propostos nos objetivos, por fim apresentando relevâncias estatísticas. Em linha gerais, a conclusão final da interpretação de todos os exames foi a constatação de ritmo sinusal, representando 100 % da amostra, esses resultados eram esperados pois geralmente a literatura evidencia que a maioria dos casos de fibrilação atrial é associada a idades mais avançadas, ou seja, acima de 60 anos e acentuada acima dos 80 anos, porém na população com menos de 60 anos esses casos possuem prevalência inferior. Uma vez comprovando a eficácia das tecnologias vestíveis, em monitoramento de estados de saúde, gera uma expectativa para população em geral em ter métodos disponíveis no mercado que facilitem na identificação e busca de intervenções para diversos problemas de saúde. Portanto, o presente estudo buscou-se compreender sobre a correlação de um relógio inteligente, qual possui sistemas tecnológicos, no auxílio ao monitoramento fisiológico e contínuo, a qualquer hora, sendo realizado de forma preventiva.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Compreendendo as ondas do ECG	17
Figura 2 – Representação do percurso do potencial de ação das câmaras do miocárdio.	18
Figura 3 – Visão posterior do <i>Apple Watch</i>	23
Figura 4 – Eletrocardiograma TEB ECG PC	25
Figura 5 – Posicionamento dos eletrodos	26
Figura 6 – <i>Apple Watch</i> series 4	27
Figura 7 – Histograma intervalos R-R (ECG 12 derivações)	31
Figura 8 – Intervalo R-R analisado no traçado de ECG do app da <i>Apple Watch</i>	33
Figura 9 – Histograma intervalos R-R (ECG 12 derivações)	34
Figura 10 – Gráfico de dispersão da correlação do ECG de 12 derivações e do ECG do <i>Apple Watch</i> Series 4	36
Figura 11 – D2 Longo no ECG 12 derivações	38
Figura 12 – Derivação D1 do app do ECG <i>Apple Watch</i>	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Intervalos R-R (ECG 12 derivações)	29
Tabela 2 – Medidas estatísticas com base nos resultados dos intervalos R-R (ECG 12 derivações)	30
Tabela 3 – Intervalos R-R (ECG Apple Watch)	32
Tabela 4 – Medidas estatísticas com base nos resultados dos intervalos R-R (ECG)	34

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

app	Aplicativo
BMP	Windows Bitmap
CAAE	Certificado de Apresentação de Apreciação Ética
ECG	Eletrocardiograma
EIC	Espaço Intercostal
FA	Fribilação Atrial
FC	Frequência Cardíaca
JPG	Jpeg
MEDCOR	Medicina Diagnósticos do Coração
ms	Milissegundos
mm	Milímetros
mm/s	Milímetros por segundos
n	Número(s)
PDF	Portable Document Format
PPG	Fotopletismografia
RS	Ritmo Sinusal
s	Segundos
VFC	Variabilidade da Frequência Cardíaca

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3 REVISÃO DA LITERATURA.....	16
3.1 ELETROCARDIOGRAMA (ECG)	16
3.1.1 Derivações do ECG convencional.....	19
3.2 VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA (VFC)	20
3.3 RELÓGIOS INTELIGENTES	20
4 METODOLOGIA.....	23
4.1 TIPO DE ESTUDO E LOCAL DO ESTUDO	23
4.2 PRINCÍPIOS ÉTICOS E LEGAIS.....	23
4.3 AMOSTRA	24
4.4 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL	24
4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICAS	27
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5.1 CARACTERIZAÇÃO DO INTERVALO R-R CONSTATADO PELO ECG 12 DERIVAÇÕES.....	28
5.2 CARACTERIZAÇÃO DO INTERVALO R-R CONSTATADO PELO APLICATIVO DO <i>APPLE WATCH</i>	31
5.3 CORRELAÇÃO DO INTERVALO R-R CONSTATADO PELO APLICATIVO DO <i>APPLE WATCH</i>	34
6 CONCLUSÃO.....	40
REFERÊNCIAS.....	41
ANEXO A – Parecer Consubstanciado do CEP.....	45

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, os testes de diagnóstico de rotina dependem da análise quantitativa de vários biomarcadores e parâmetros bioquímicos em amostras biológicas em um laboratório, logo os resultados tornam-se acessíveis após várias horas ou às vezes dias, porém com as inovações tecnológicas na área de saúde, uma nova onda de sistemas surgiram para oferecer autoteste a pacientes sem a necessidade de visitas ao hospital, esses sistemas permitem que os resultados dos testes sejam compartilhados, imediatamente, com provedores de saúde por meio de conectividade sem fio (SHRIVASTAVA;TRUNG;LEE, 2020).

Á vista disso a uma busca crescente de biossensores e sistemas na forma de tecnologias vestíveis para uso na área da saúde, ao invés das abordagens convencionais, pois essas tecnologias permitem o monitoramento fisiológico contínuo, a qualquer hora e em qualquer lugar, podendo transformar o sistema de saúde atual, centrado no hospital, para um sistema futuro mais proativo, personalizado, descentralizado e baseado em valores (RIENZO; MUKKAMALA, 2021).

No entanto, os biossensores e sistemas vestíveis se tornaram possíveis pelas inovações integradas em design de sensor, eletrônica, transmissão de dados, gerenciamento de energia, e processamento de sinal, pode-se medir através dessas tecnologias: biopotenciais, movimento corporal, pressão, volume sanguíneo, temperatura e marcadores bioquímicos (RIENZO; MUKKAMALA, 2021).

As tecnologias vestíveis que integram a função de mensuração da frequência cardíaca (FC), utilizam fotopletismografia (do inglês, *photoplethysmograph*, PPG) para medir a FC. A PPG é uma técnica óptica simples e de baixo custo que detecta o volume de sangue e alterações no leito microvascular de tecido através de uma fonte de luz que ilumina o tecido do pulso e um fotodetector para medir variações na intensidade da luz associadas com mudanças na perfusão (ALLEN,2007).

Portanto, relógios que usam sensores PPG podem avaliar a frequência cardíaca e o ritmo cardíaco com acurácia, no entanto a absorção máxima de luz refletida, qual refere-se no pico de pulso, se traduz em uma onda R. Sendo assim, esses dispositivos conseguem fazer medições do intervalo RR. Por fim, sensores PPG apropriados combinados com ferramentas de análise de algoritmo permitem que relógios inteligentes avaliem recursos do ritmo cardíaco, como sua regularidade (TAJRISHI et al.,2019).

Em um cenário qual o contexto está voltado para doenças contagiosa, e perante a escassez de recursos e uso generalizado de substitutos para eletrocardiograma (ECG) de 12 derivações, alguns estudos mostram uma boa concordância entre a medição de QTc medido em um relógio inteligente e um ECG de 12 derivações, sendo assim a utilização dessas tecnologias é promissora e útil como dispositivos de avaliação e monitoramento na saúde (MAILLE, 2021).

Sendo assim, o presente estudo busca evidenciar se há correlação entre os intervalos R-R obtidos pelos seguintes métodos, sendo esses: ECG 12 derivações e o aplicativo (app) do ECG do *Apple Watch*, pois a partir desses registros é possível constatar ondas R, conseqüentemente permitindo a análise dos intervalos R-R, qual é aferido desde o início de uma onda R até a próxima onda R, por fim facilitando a interpretação da despolarização ventricular.

Portanto, devido a evolução e o desenvolvimento do ramo da tecnologia vestível e o impacto desses dispositivos sobre o modelo de gerenciamento dos testes hospitalares e clínicos, buscou-se compreender e elucidar sobre a correlação de um relógio inteligente, qual possui sistemas tecnológicos, ofertados na área da *wearable technology*, no auxílio ao monitoramento fisiológico e contínuo, a qualquer hora, sendo realizado de forma preventiva.

2 OBJETIVOS

Diante do exposto, esse trabalho tem como objetivo geral analisar a correlação dos intervalos R-R do ECG obtido pelo método convencional com o do aplicativo do ECG do *Apple Watch*.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Medir os intervalos R-R identificados entre dois complexos QRS selecionados nos registros do ECGs convencional e do app ECG do *Apple Watch*.
- Identificar a presença de ondas P seguidas de complexo QRS constatados pelo ECG convencional e pelo app ECG do *Apple Watch*.
- Classificar os ritmos cardíacos coletados pelo ECG convencional e do app ECG do *Apple Watch*.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 ELETROCARDIOGRAMA (ECG)

O ECG é uma gravação ou reprodução gráfica das tensões variantes do tempo produzidas pelo miocárdio durante o ciclo cardíaco, sua interpretação possibilita discernir e aferir as ondas, os programas e os intervalos do sinal, com a finalidade de constatar alterações cardíacas. No decorrer do ECG alguns fatores, tais como: estresse, cansaço, entre outros, podem provocar oscilações que alteram os parâmetros do ECG, impossibilitando um diagnóstico preciso (MARTÍNE; FERNÁNDEZ, 2015).

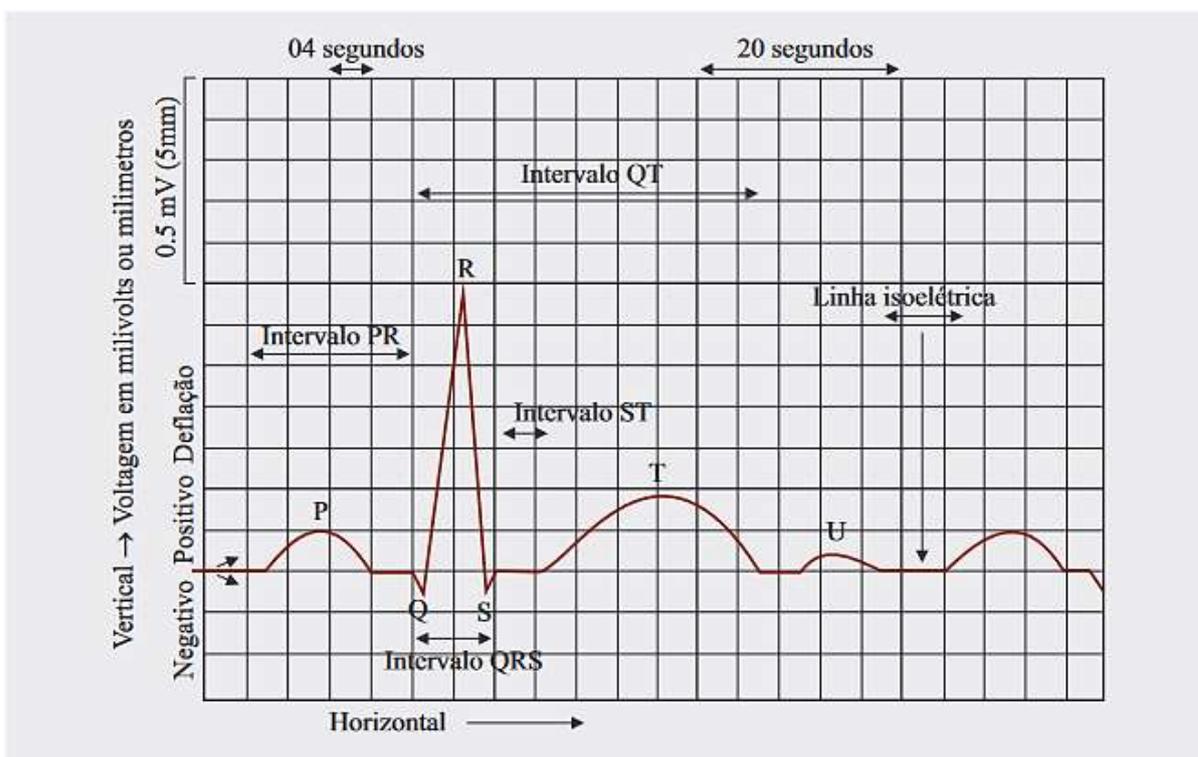
O eletrocardiógrafo é um galvanômetro, ou seja, um aparelho utilizado para averiguar deflexões positivas e negativas, em detrimento a linha isoelétrica, registrando o ECG durante a atividade cardíaca, conseqüentemente medindo pequenas intensidades de corrente que são recolhidas a partir de dois eletrodos ordenados em determinados pontos do corpo humano. É um método não invasivo e de baixo custo, fixando-se como um dos exames complementares com grande capacidade informativa, utilizado no diagnóstico, na avaliação de gravidade e no planejamento terapêutico de praticamente todas as doenças cardiovasculares (DECCACHE, 2006).

O complexo de ondas do ECG é apresentado na forma de letras P, Q, R, S e T. A letra P refere a ativação dos átrios, o conjunto de letras QRS retrata a ativação dos ventrículos e a letra T demonstra a recuperação dos ventrículos (PASTORE, 2008; SANCHES, 2010).

Normalmente, a atividade elétrica de um ritmo cardíaco normal, conhecida como ritmo sinusal (RS), apresenta uma faixa de frequência de 0,05–100 Hz e sua faixa dinâmica de 1 a 10 mV. O sinal captado pelo ECG é determinado por cinco picos e apreciados pôr as letras P, Q, R, S, T, em alguns casos, especialmente em bebês, pode-se encontrar outro pico avaliado pela letra U. Conseqüentemente é de fundamental importância para análise de ECG à detecção precisa e confiável do QRS complexo, bem como as ondas T e P. Então, a atividade cardíaca só é considerada normal ou anormal, após a interpretação das ondas P e T, e do intervalo QRS, que refletem a despolarização elétrica rítmica e repolarização do miocárdio associado às contrações dos átrios e ventrículos (RANJAN; GIRI, 2012).

A Figura 1 busca exemplificar como as ondas P, Q, R, S e T são apresentadas no ECG.

Figura 1 – Compreendendo as ondas do ECG.

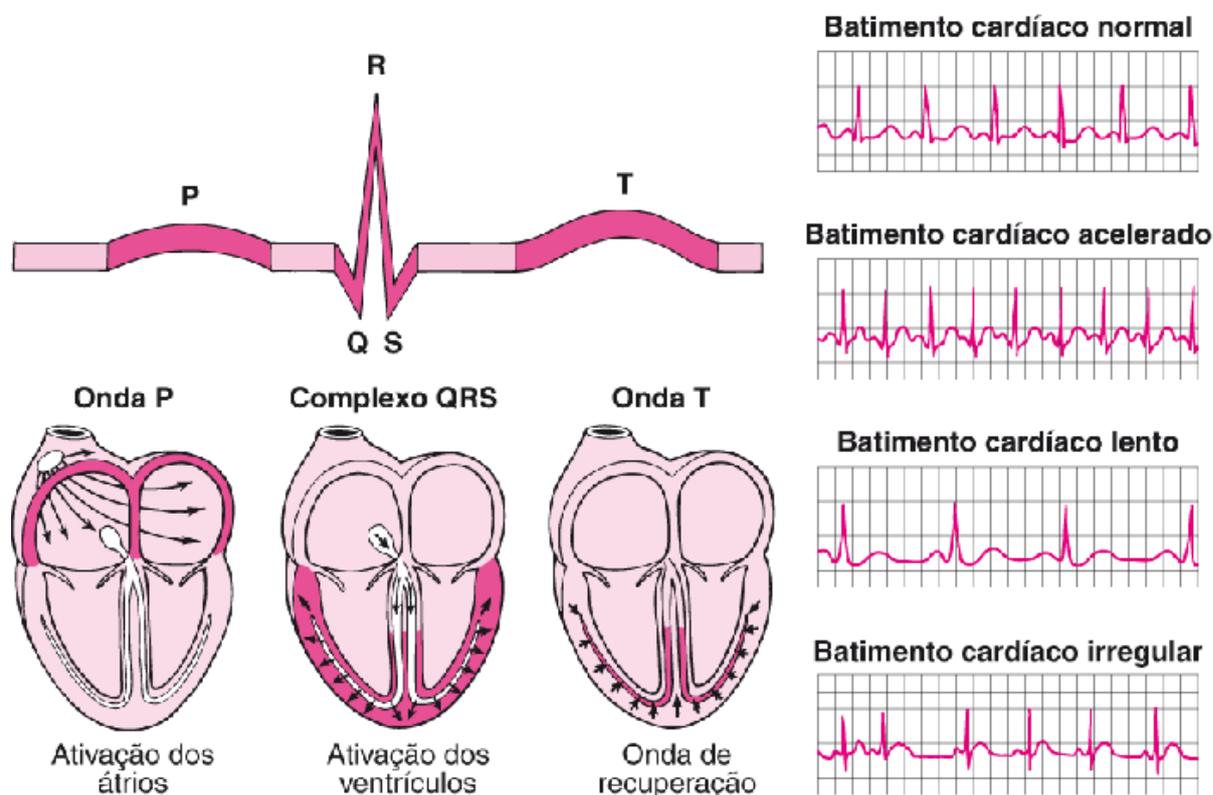


Fonte: Reis et al. (2013, p.28)

A despolarização dos átrios representados pela letra P tem duração de cerca de 0,15 segundos (s) e antecede a contração atrial. O complexo QRS, ocorre logo após a onda P e reflete a despolarização ventricular, posterior a isso os ventrículos se contraem. O processo de repolarização atrial acontece logo após a onda P, sua curva fica omissa do ECG devido à magnitude da onda emitida pelo complexo QRS. A onda T significa a repolarização ventricular que acontece posteriormente a contração ventricular. O período de repolarização de todo coração leva cerca de 0,20s a 0,30s e faixa de tempo impossibilita outro impulso elétrico e por consequência a contração. Esse determinado período de tempo conhecido como período refratário, possibilita um eficaz enchimento ventricular entre contrações (MCARDLE, KATCH e KATCH, 2016).

Sendo assim, a Figura 2 demonstra fisiologicamente o efeito desencadeador do potencial de ação e seu percurso ao longo do miocárdio.

Figura 2 – Representação do percurso do potencial de ação das câmaras do miocárdio.



Fonte: Manual MSD Versão Saúde para família (c2021)

Conforme a Sociedade Brasileira de Cardiologia (2016) a despolarização ventricular interpretada pelas alterações das ondas QRS, ocorrem em 3 fases: onda Q, qual é a despolarização septal, representando a primeira deflexão negativa; onda R, representa a despolarização das paredes ventriculares, sendo a primeira deflexão positiva nas derivações I, II, III e aVF e negativa na aVR e aVL; onda S é a despolarização das regiões atrioventriculares segue a onda R nas derivações I, II, III e aVF (sendo uma deflexão negativa) e positiva na aVR e aVL.

Sendo assim, conforme a Sociedade Brasileira de Cardiologia (2003) podemos citar dois ritmos em especial que são captados pelo ECG convencional, sendo esses: RS, sendo o ritmo fisiológico do coração, origina-se no átrio direito alto e constatado no ECG de superfície pela presença de ondas P positivas nas derivações inferiores, e a Fibrilação Atrial (FA), qual é notada eletrocardiograficamente através das ondas F, por fim definida como um ritmo secundário, pois não apresenta uma atividade elétrica atrial arrumada, apresentando irregularidades finas e/ou grosseiras e ciclos RR não constantes.

3.1.1 Derivações do ECG convencional

A atividade elétrica do coração é medida de diferentes ângulos no ECG e delineadas conforme o posicionamento dos eletrodos, fazendo referência a um sistema de aquisição que utilizam 12 derivações, sendo assim, a cada ângulo diferente ou par de eletrodos (um positivo e um negativo) obtém-se uma derivação, essas podem ser periféricas, bipolares ou unipolares, e precordiais vista no plano (GOLDBERGER, 2012).

No plano frontal são constatadas as derivações periféricas aferindo a diferença de potencial entre os membros, consideradas bipolares, no entanto também podemos analisar entre determinadas partes do corpo e o coração (unipolares). Então, um eletrodo é colocado em cada braço, sendo direito e esquerdo, e um na perna esquerda, pois na direita consta-se o fio terra, assim formam o triângulo de Einthoven (EINTHOVEN; FAHR; WAART, 1913).

Einthoven na eletrofisiologia criou uma teoria para analisar todos os eixos elétricos do coração, formando um triângulo equilátero, apresentando como derivações bipolares: D1/D2/D3. A D1 é obtida inserindo o eletrodo explorador (+) no braço esquerdo e o eletrodo indiferente (-) no braço direito, a D2 é o resultado do eletrodo (+) colocado na perna esquerda e do eletrodo (-) colocado no ombro direito, o eletrodo (+) é colocado na perna esquerda e o (-) no braço direito e na D3 conecta-se o eletrodo na perna esquerda e o (-) ao braço esquerdo, constatando a diferença de potencial (EINTHOVEN; FAHR; WAART, 1913).

As derivações unipolares surgiram com a evolução do ECG sendo elas: aVR, aVL e aVF, os eletrodos negativos são fixos no pé direito tornando-se um fio terra de referência; no braço direito é fixo os eletrodos positivos referente a aVR, os eletrodos positivos referente a aVL são fixados no braço esquerdo e a aVF no pé esquerdo positivo (RESENDE et al.,2008).

No plano horizontal são constatadas as derivações precordiais ou torácicas com o objetivo de mensurar a diferença de potencial entre o tórax e o centro elétrico do coração, sendo essas: V1, V2, V3, V4, V5 e V6. V1 (4º EIC a direita do esterno), V2 (4ª EIC a esquerda do esterno), V3 (entre V2 e V4), V4 (5º EIC, linha hemiclavicular), V5 (5º EIC, linha axilar anterior), V6 (5º EIC, linha axilar média). Portanto, considera-se positivo o eletrodo explorador colocado nas seis posições diferentes sobre o tórax, sendo o polo negativo situado no dorso do indivíduo. Quando posicionados nas seis posições diferentes sobre o tórax o eletrodo explorador é

considerado positivo, o polo negativo é situado no dorso do indivíduo (RESENDE et al., 2008).

3.2 VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA (VFC)

A análise da variabilidade cardíaca (VFC) apresenta-se como um instrumento que determina a predominância no controle de ritmo cardíaco por parte do sistema nervoso autônomo e suas divisões, sendo essas: simpático ou parassimpático que possuem o propósito de regular a VFC (SHAFFER; GINSBERG, 2017).

Sendo comumente utilizado como indicador para evidenciar estado de normalidade ou patológico, os registros da VFC objetivam entender as variações dos intervalos R-R resultados do controle do batimento cardíaco, esse mecanismo acontece por meio das inervações do coração, qual constantemente emite transmissão de informações por meio dos quimiorreceptores, barorreceptores e receptores localizados nos átrios e ventrículos promovendo assim modulações por intermédio do sistema respiratório, vasomotor, renina-angiotensina-aldosterona e termorregulador (VANDERLEI et al. 2009; SANTANA et al., 2013).

A frequência cardíaca está intimamente ligada à atuação dos barorreceptores e modulação por parte de atividade neural, a predominância de atuação da divisão simpática do sistema nervoso resulta em aumento da frequência cardíaca já quando a predominância está por conta da divisão parassimpática ocorre redução da frequência cardíaca. De modo que a VFC explana as modulações existentes entre o intervalo de batimentos cardíacos contínuos, correspondendo ao intervalo R-R, tais modulações e ritmo cardíaco reflete o controle do sistema nervoso no nó sino atrial (SILVA; PADOVANI; VIANA, 2016).

Portanto, a VFC tem se apresentado como uma boa ferramenta para avaliação das modulações autonômicas do miocárdio, afirmando que a VFC se apresentando com seus intervalos R-R reduzidos a correlação com aumento de chances de aquisição de patologias e risco de mortalidade cardiovascular (ALVARES et al., 2013).

3.3 RELÓGIOS INTELIGENTES

Os dispositivos vestíveis estão se tornando mais populares, em 2016 foram vendidos mais de 325 milhões, ainda existindo um projeto que proporciona um crescimento anual desses em aproximadamente 18%. Devido as melhorias na

interação das capacidades tecnológicas combinadas a capacidade de transferir dados sem fio, esses dispositivos estão preenchendo a lacuna de saúde no fornecimento dos serviços de grau médico (SAJEEV; KOSHV; TEH, 2019).

O rastreamento automático das complicações de saúde é realizado através de tecnologias sem fio, com objetivo de monitorar e gravar dados pessoais do paciente, essas podem ser vestíveis e implantadas no corpo, sendo assim algumas dessas tecnologias são interpretadas por aplicativos digitais ou dispositivos móveis, que impulsionam a sofisticação de recursos de automonitoramento (VINCIGUERRA; VINCIGUERRA, 2019).

A geração atual de relógios inteligentes vem com a PPG embutida, giroscópios e acelerômetros, logo a utilização desses dispositivos para detecção ou avaliação cronotrópica de arritmias e aferição da FC vem atraindo o interesse de médicos e pacientes (SAJEEV; KOSHV; TEH, 2019). No entanto, os esforços iniciais almejavam o desenvolvimento de sistemas para detectar com precisão a FC em RS, para os entusiastas de *fitness* e bem-estar, porém as limitações do PPG incluíram a subestimação da FC durante taquicardia sinusal e precisão reduzida durante atividade física (KOSHY et al, 2018a).

Relógios inteligentes de pulso calculam a FC por PPG, essa tecnologia é uma óptica simples utilizada para detectar sinais que estão intimamente relacionados à variação do volume sanguíneo em capilares, pois essa tecnologia usa um diodo emissor de luz infravermelha e fotodetector para monitorar as alterações do volume sanguíneo no leito microvascular, por fim, cada sinal pulsátil é interpretado como uma onda R (ALLEN, 2007).

Conforme Koshy et al. (2018a), os sistemas PPG de grau médico demonstraram excelente precisão na estimativa da FC em RS, com um coeficiente de correlação significativo de 0,96, porém semelhante aos sistemas PPG de grau médico alguns dispositivos inteligentes com o PPG integrado, sendo esses: *FitBit Blaze* e *Apple Watch Series 1*, demonstram forte concordância estatísticas com o ECG, concomitante a constatação do ritmo cardíaco, em RS, além da aferição da FC (KOSHY et al, 2018b).

O estudo de Vinciguerra e Vinciguerra (2019), com base no mercado on-line da Amazon nos Estados Unidos, avaliaram rastreadores de pulso com o objetivo de comparar três deles em relação à sua precisão na avaliação da FC e estimativas de atividade física e gasto de energia em várias intensidades de atividade física, sendo

esses: *Xiaomi MI Band2*, *Garmin Vivosmart3*, *Samsung Gear Fit2* e *Apple Watch S1*. Em síntese, o *Apple Watch* forneceu a medida mais precisa da FC, seguido pelo *Fitbit®* e, em seguida, o *Garmin Forerunner 225* (DOOLEY; GOLASZEWSKI; BARTHOLOMEW, 2017).

A PPG é uma técnica não invasiva e pode ser gravada na maioria dos dispositivos modernos, os sinais de PPG gravados de relógios inteligentes estando sincronizados com um smartphone, esses podem ser usados para detectar FA ou RS. No entanto, nenhum desses métodos de detecção de FA baseados em relógios inteligentes lidou com problemas prematuros de ritmos de contração atrial e contração ventricular prematura, que quando presentes podem causar detecção de falso positivo de FA (BASHAR et al.,2019).

Portanto, conforme o autor supracitado o sistema baseado em ECG de pulso, é necessário tocar fisicamente no eletrodo de ECG com o dedo oposto ao da mão que está usando o relógio, para fechar o circuito, evitando assim gravação contínua, embora existam outros desafios para os sistemas vestíveis baseados em PPG, sendo eles: os artefatos de movimento e ruídos, entretanto, para os sinais PPG de relógio de pulso, não está claro se alguns desses métodos de detecção de ruído são aplicáveis e eficazes.

Visto que a entropia de Shannon fornece uma medida de incerteza em uma dada distribuição de probabilidade, essa estudando sistemas de comunicação, criptografia, codificação, teoria do ruído, correção de erros, compressão de dados, etc (NASCIMENTO; PRUDENTE,2016).

Nardelli et al. (2020) investigou a qualidade do sinal PPG e a qualidade do sinal de variabilidade de taxa adquirida a partir de dois locais do corpo: dedo e o pulso, por fim foi concluído que os testes estatísticos demonstraram que os sinais PPG adquiridos do pulso e do dedo apresentaram diferentes índices de qualidade do sinal (curtose e entropia de Shannon), com valores mais elevados para o PPG extraído do pulso.

Portanto, a Figura 3 mostra os detalhes da visão posterior de um relógio inteligente.

Figura 3 – Visão posterior do *Apple Watch Series 4*



Fonte: Autoria própria

A Figura 3 apresenta a tecnologia PPG, vista pela visão posterior do *Apple Watch Series 4*, sendo assim, conforme Koshy et al. (2018a) a medição da frequência cardíaca pela tecnologia PPG é uma alternativa rápida e de baixo custo, qual tem capacidade de aferição de pulso manual ou um padrão ECG, essa tecnologia usa uma luz infravermelha, um díodo emissor e fotodetector para monitorar as alterações do volume sanguíneo no leito microvasculatura.

4 METODOLOGIA

4.1 TIPO DE ESTUDO E LOCAL DO ESTUDO

Trata-se de um estudo randomizado, transversal e com abordagem quantitativa, qual objetivou a determinação do grau de relação entre duas variáveis, sendo elas: o EGC de 12 derivações e o app ECG do *Apple Watch*. As coletas de dados da pesquisa foram realizadas na Clínica MEDCOR (Medicina Diagnósticos do Coração), localizada no endereço rua Desembargador Pires de Castro, 380 - sala 406, bairro Centro, Teresina/PI.

4.2 PRINCÍPIOS ÉTICOS E LEGAIS

Respeitando as resoluções Nº 466, de 12 de dezembro de 2012 e a de Nº 510, de 7 de abril de 2016 que rege a participação dentro dos princípios éticos legais, o estudo foi submetido ao comitê de ética em pesquisa com seres humanos, na plataforma Brasil da Universidade Brasil, onde teve a aprovação concedida pela instituição proponente, por fim apresentando como certificado de apresentação para apreciação ética (CAAE) a seguinte numeração: 33440720.8.0000.5494.

4.3 AMOSTRA

Através de uma amostra aleatória simples foram selecionados e convidados a participar dessa pesquisa 20 indivíduos, quais foram abordados após uma consulta médica com o cardiologista, qual é responsável clínico da clínica MEDCOR, esses tiveram que responder algumas perguntas simples durante anamnese realizada pelo médico juntamente com o profissional de educação física, sendo essas referentes a: idade, estatura, peso e sedentarismo, por fim foram diagnosticados saudáveis para a realização do exame proposto, sendo o ECG de 12 derivações e o do *Apple Watch*, os resultados foram analisados após serem liberados pelos pacientes aos pesquisadores através de uma autorização para acesso ao prontuário.

Para entrar em processo de avaliação tiveram que ter os seguintes critérios de inclusão, sendo esses: participantes diagnosticados saudáveis do sexo masculino com a faixa etária de 20 a 40 anos de idade, ausência de diagnóstico de asma, doença pulmonar intersticial e comprometimento cardiovascular ou com cardiomiopatias, não podem estar fazendo uso de qualquer tipo de fármacos.

Seguindo os critérios de exclusão, foram impossibilitados de participar da pesquisa participantes portadores de marcapasso artificial, diagnosticados com cardiomiopatias e com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), participantes do sexo feminino, falta de disponibilidade para o estudo, faixa etária menor que 20 anos e maior de 40 anos, fazem uso de fármacos sendo prescritos por receita médica ou automedicação de forma irregular.

4.4 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Os participantes do estudo foram distribuídos em apenas 1 grupo de amostragem aleatória simples, sendo o Grupo 1.

Portanto, após o projeto ter sido aprovado pelo comitê da Universidade Brasil, os participantes do estudo foram submetidos a realização do exame ECG de 12 derivações, qual a velocidade do traçado desse foi registrada em papel milimetrado na velocidade de 25mm/s., logo após 30 segundos (s), ao uso do *Apple Watch Series 4*, para a realização do ECG feito pelo próprio aplicativo da marca. Os dois exames foram realizados com os participantes deitados em decúbito dorsal.

A figura 4 apresenta o Eletrocardiógrafo TEB ECG PC, qual foi o instrumento utilizado para fazer todos os 20 ECGs de 12 derivações.

Figura 4 – Eletrocardiógrafo TEB ECG PC



Fonte: Autoria própria.

Para a realização do ECG de 12 derivações foi utilizado o eletrocardiógrafo digital ECG PC apresentado na Figura 4, esse dispõe de 12 derivações simultâneas para computador e alta qualidade de traçado de 1.200 amostras/segundo por canal, após a realização do exame os dados foram armazenados em um banco de dados, junto com as informações dos pacientes, sendo exportados em arquivos no formato padrão de BMP e JPG.

Foi preciso conectar, nos seus respectivos locais, todos os eletrodos que possuem no eletrocardiográfico TEB ECG PC, assim como visto na Figura 5.

Figura 5 – Posicionamento dos eletrodos



Fonte: Autoria própria.

Para obter registros no plano frontal dos pacientes foram colocados 4 eletrodos periféricos grudados à faces anteriores dos punhos e faces ântero-mediais das pernas; e os precordiais ou torácicos, como apresentado na Figura 5, sendo esses: V1 (4º EIC a direita do esterno), V2 (4ª EIC a esquerda do esterno), V3 (entre V2 e V4), V4 (5º EIC, linha hemiclavicular), V5 (5º EIC, linha axilar anterior), V6 (5º EIC, linha axilar média), esses captaram os estímulos elétricos do coração, mas para facilitar a captação desses estímulos em alguns momentos foi aplicado sobre a pele um gel condutor.

Após 30s da realização do ECG de 12 derivações foi feita a aferição do ECG do app da *Apple Watch*, como mostrado na Figura 6.

Figura 6 – *Apple Watch Series 4*

Fonte: Autoria própria.

O *Apple Watch* foi ajustado no pulso direito de cada participante, como apresentado na Figura 6, após 30s da realização do ECG de 12 derivações, o dedo indicador da mão esquerda teve de premir a *Digital Crown* por 30s. O *Apple Watch Series 4* estava sincronizado com um iPhone 8 Plus para recebimento e armazenamento dos dados capturados e logo após ser possível baixar os arquivos armazenados em segurança no app Saúde do iPhone em formato PDF.

Antes da utilização do *Apple Watch Series 4* por cada participante, esse era higienizado com um lenço umedecido de álcool para remoção das impurezas. Portanto a pesquisa foi constituída pela realização do exame ECG de 12 derivações e o ECG do app do *Apple Watch Series 4*. Por fim todos os procedimentos foram supervisionados por um médico cardiologista, qual era responsável pela interpretação e laudo de todos os exames, juntamente com um profissional de educação física, qual tinha a função de auxiliar durante a realização dos ECGs e a aplicação dos cálculos para averiguar a distância entre o intervalo de duas ondas R consecutivas.

4.5 ANALISE ESTATÍSTICAS

Os dados coletados pelos aparelhos citados acima foram organizados e armazenados em planilhas eletrônicas no programa Excel, porém para análise estatística foi utilizado o pacote estatístico R, versão 2.15.2.

Para as variáveis quantitativas foram calculadas uma medida de tendência central (média) e uma medida de dispersão (desvio padrão), coeficiente de variação, mínimo e máximo de todas as variáveis do banco de dados.

Antes de verificar a correlação dos intervalos R-R constatados pelo ECG convencional e do app ECG do *Apple Watch* foi aplicado o Teste de Shapiro-Wilk que permitiu verificar a condição de distribuição de normalidade das variáveis.

A análise da correlação foi realizada mediante a utilização do Coeficiente de Correlação de Pearson, pois houve normalidade por parte das variáveis. Todos os resultados de significância usaram como referência $P < 0,05$. (probabilidade de erro de 5%).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram incluídas no estudo 20 coletas, sendo elas provenientes dos exames: ECGs de 12 derivações e do app do *Apple Watch Series 4*, contabilizando 100% da coleta sugerida na metodologia. Todos os ECGs incluídos foram considerados classificáveis e interpretáveis pelo médico cardiologista e pelo profissional de educação física.

Para tornar a apresentação e análise dos dados mais compreensível, os resultados e a discussão foram descritos obedecendo à seguinte ordem:

5.1 CARACTERIZAÇÃO DO INTERVALO R-R CONSTATADO PELO ECG 12 DERIVAÇÕES

Para os intervalos R-R de ECG de 12 derivações, qual é o resultado da distância entre duas ondas R sucessivas, foi possível constatar dados com distribuição de normalidade através da aplicação do teste de Shapiro-Wilk, qual apresentou $w=0.94$ e $p\text{-value} = 0.25 > \alpha = 0,05$. Assim, podemos afirmar com nível de significância de 5% que a amostra provém de uma população normal.

A Tabela 1 apresenta os dados referentes ao cálculo dos intervalos R-R dos 20 participantes, a formula foi aplicada através de um raciocínio de conversão de tempo, pois de acordo com Reis et al. (2013) o papel de ECG é milimetrado, e quando a velocidade do papel é de 25mm/s, cada quadrado pequeno mede 1 mm, esse na horizontal corresponde a 0,04s e 1 quadrado grande corresponde a 0,20s.

Portanto, para calcular o intervalo R-R foi preciso contar a distância em mm de uma onda R a outra onda R, sendo ela a mais próxima, multiplicar por 0,04s e logo em seguida achar o resultado final, esse interpretado em segundos.

Conforme a *Task Force of the European Society of Cardiology e a North American Society of Pacing and Electrophysiology* (1996) considerando a análise por meio do domínio de tempo, para se demonstrar os resultados faz-se necessário a apresentação do tempo em unidade de medida de milissegundos (ms), sendo assim durante um dado espaço de tempo busca-se mensurar os intervalos R-R tidos como habituais, após essa mensuração a estatística e ou geometria vão proporcionar indicadores para demonstrar alterações do ritmo cardíaco.

Na Tabela 1 é apresentado o valor final dos intervalos R-R, esses foram calculados pelos exames ECG de 12 derivações, quais foram realizados em 20 participantes.

Tabela 1 – Intervalos R-R (ECG 12 derivações)

Participantes (n)	Intervalo R-R ECG 12 derivações (s)
1	0,92
2	0,6
3	0,88
4	1,04
5	0,88
6	0,88
7	0,8
8	0,68
9	0,92
10	1,08
11	0,8
12	0,88
13	0,76
14	0,64
15	1,04
16	0,68
17	0,6
18	0,84
19	0,88
20	0,92

Fonte: Autoria Própria.

A análise dos intervalos R-R, vistas na Tabela 1, foram feitas a mão, medindo a distância de uma onda R até o início da onda R seguinte, no entanto a literatura não apresenta um valor normal para duração desses intervalos, pois esses dependem da FC.

A Tabela 2 apresenta dados estatísticos calculados com base nos resultados apresentados na Tabela 1.

Tabela 2 – Medidas estatísticas com base nos resultados dos intervalos R-R (ECG 12 derivações)

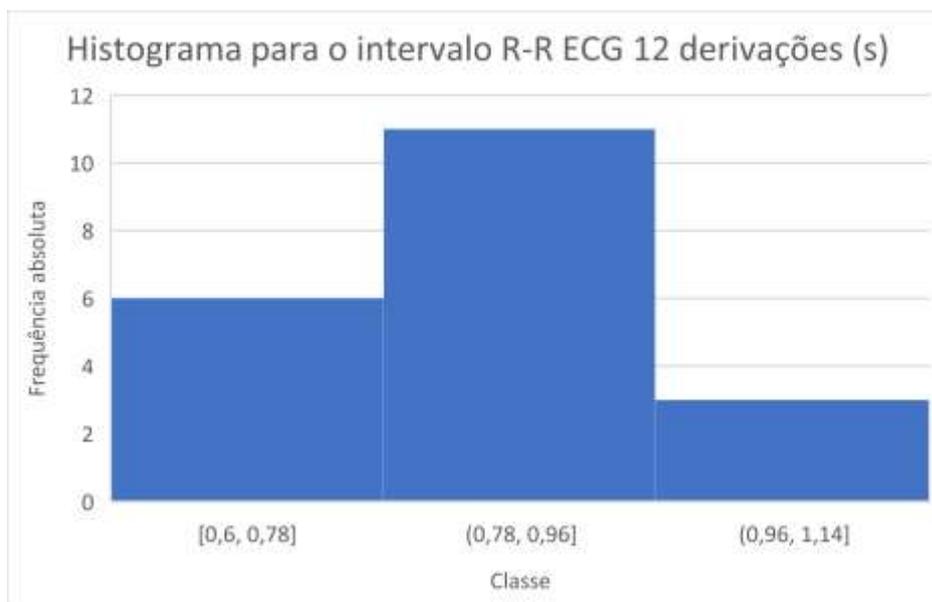
Medidas Estatísticas	
Média	0,84
Mediana	0,88
Moda	0,88
Desvio padrão	0,14
Mínimo	0,6
Máximo	1,08
Soma	16,72
Contagem	20

Fonte: Autoria própria

Sendo assim, o intervalo médio do R-R ECG 12 derivações, visto na Tabela 2, foi de 0,84, uma mediana de 0,88 que coincidiu com o valor mais frequente na amostra, qual é a moda, e desvio padrão de 0,14. A soma de toda amostra foi igual a 16,72s, esses dados foram feitos sobre uma contagem de 20 participantes.

A Figura 7 apresenta o histograma baseado nos intervalos R-R obtidos pela análise do exame de ECG de 12 derivações mostrando a tendência e amplitude dos dados.

Figura 7 – Histograma intervalos R-R (ECG 12 derivações)



Fonte: Autoria Própria.

O histograma apresenta uma tendência central na média variando entre 0,78s a 0,96s, porém com base na Tabela 2 é possível afirmar que a média é 0,84 e a moda é 0,88s, caracterizando uma tendência unimodal, onde a amplitude dos dados é notada a partir de cerca de 0,6s a 0,78s e 0,96s a 1,14s.

5.2 CARACTERIZAÇÃO DO INTERVALO R-R CONSTATADO PELO APLICATIVO DO *APPLE WATCH*

Para o cálculo do intervalo R-R de ECG realizado pelo app do *Apple Watch Series 4*, apresentados na Tabela 3 foram utilizados os mesmos parâmetros da Tabela 1, logo foi possível constatar dados com distribuição de normalidade através da aplicação do teste de Shapiro-Wilk, o qual apresentou $w = 0.94$ e $p\text{-value} = 0.25 > \alpha = 0,05$. Assim, podemos afirmar com nível de significância de 5% que a amostra provém de uma população normal.

Na Tabela 3 é apresentado o valor final dos intervalos R-R, esses foram calculados pelos exames ECGs realizados pelo app do *Apple Watch*, quais foram realizados em 20 participantes.

Tabela 3 – Intervalos R-R (ECG *Apple Watch*)

Participantes (n)	Intervalo R-R ECG <i>Apple Watch</i> (s)
1	0,92
2	0,64
3	0,8
4	1,08
5	0,88
6	0,88
7	0,88
8	0,72
9	0,92
10	1,08
11	0,8
12	0,84
13	0,8
14	0,64
15	0,96
16	0,64
17	0,68
18	0,84
19	0,8
20	0,92

Fonte: Autoria Própria.

Todas os intervalos expostos na Tabela 1 e na Tabela 3 foram realizados a mão sob análise e correção do médico cardiologista e do profissional de educação física, qual tiveram que contar a distância de uma onda R para outra onda R mais próxima, através de uma contagem de intervalos de quadrados.

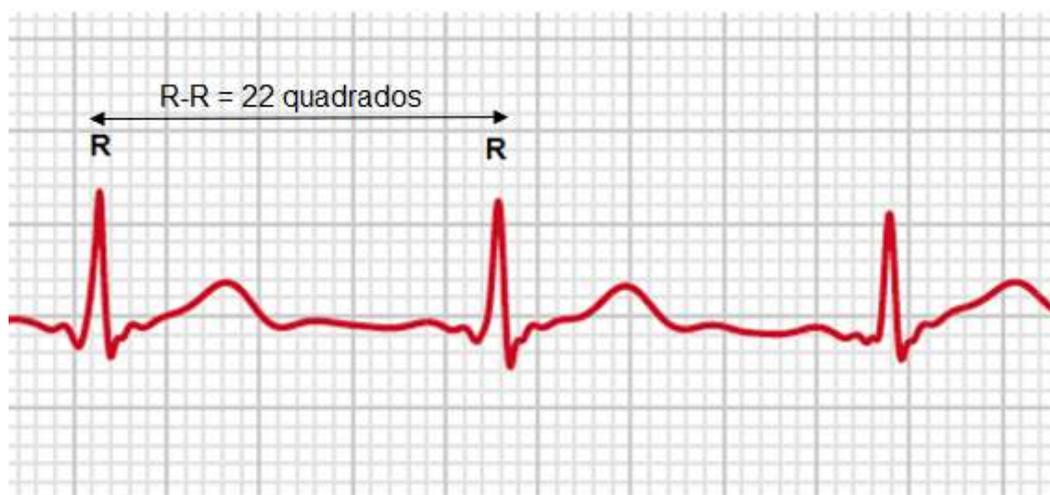
Sendo assim, visto que (i) corresponde ao intervalo de quadrados pequenos contabilizados entre uma onda R e outra onda R sucessiva e 0,04s corresponde a conversão da milimetragem do quadrado pequeno em segundos, quando a velocidade do papel é de 25mm/s, a equação utilizada para obter os intervalos R-R foi:

$$i \times 0,04(s) = \text{intervalo R-R expressos em segundos.}$$

Essa equação está sendo exposta com base nos conhecimentos teórico-práticos compartilhados pelo médico cardiologista que concedeu o laudo de todos ECGs realizados sob sua supervisão e acompanhamento para a realização desse estudo.

A Figura 8 apresenta o intervalo R-R constatado pela contagem de intervalos de quadrados, logo em seguida o resultado desse intervalo é exposto na equação apresentada anteriormente.

Figura 8 – Intervalo R-R analisado no traçado de ECG do app da *Apple Watch*



Fonte: Autoria Própria.

O intervalo de quadrados (i), contabilizados na Figura 8, multiplicado (x) por 0,04s, que corresponde a 1 quadrado pequeno, pois a velocidade do papel era de 25mm/s, obteve como resultado o intervalo R-R igual (=) a 0,88s (22 quadrados x 0,04 segundos).

A Tabela 4 apresenta dados estatísticos calculados com base nos resultados apresentados na Tabela 3.

Tabela 4 – Medidas estatísticas com base nos resultados dos intervalos R-R (ECG *Apple Watch*)

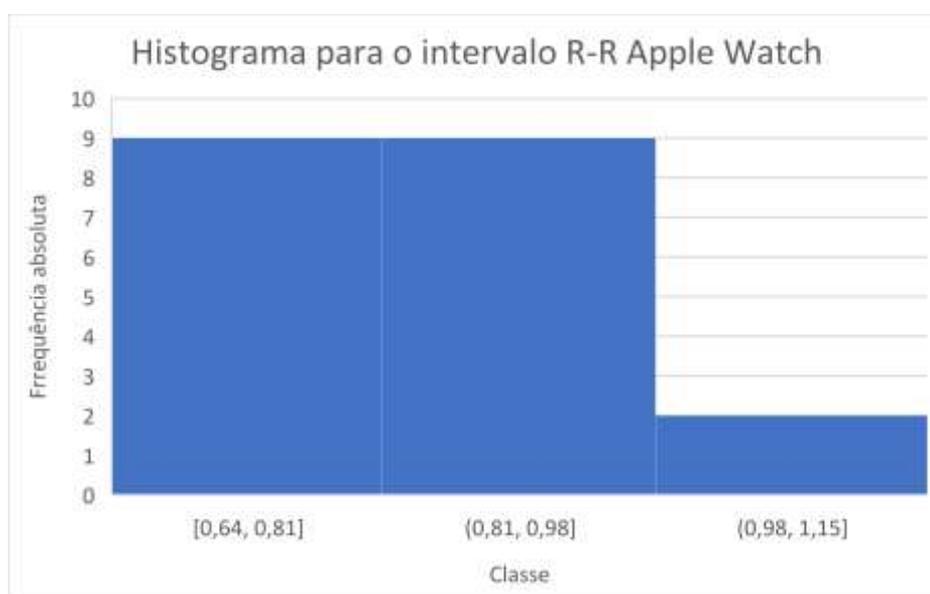
Medidas Estatísticas	
Média	0,84
Mediana	0,84
Moda	0,80
Desvio padrão	0,13
Mínimo	0,64
Máximo	1,08
Soma	16,72
Contagem	20

Fonte: Autoria Própria.

A Tabela 4 apresenta dados estatísticos calculados com base nos resultados apresentados na Tabela 3, sendo assim o intervalo médio do R-R ECG *Apple Watch* foi de 0,84, uma mediana de 0,84, moda 0,8 e desvio padrão 0,13. A soma da amostra toda é igual a 16,72s, esses dados foram feitos sobre uma contagem de 20 participantes.

A Figura 9 apresenta o histograma baseado nos intervalos R-R obtidos pela análise do exame de ECG do *Apple Watch* mostrando a tendência e amplitude dos dados.

Figura 9 – Histograma intervalos R-R (*Apple Watch*)



Fonte: Autoria Própria.

A Figura 9 apresenta o histograma para o intervalo R-R *Apple Watch* uma tendência central na média aritmética variando entre 0,64s a 0,98s, porém com base na Tabela 4 é possível afirmar que a média é 0,84 e a moda é 0,80s, caracterizando uma tendência unimodal, onde a amplitude dos dados é notada a partir de cerca de 0,98s a 1,15s, por fim este apresenta uma assimetria à direita.

5.3 CORRELAÇÃO DO INTERVALO R-R CONSTATADO PELO APLICATIVO DO *APPLE WATCH*

Com o avanço tecnológico o ser humano busca cada vez mais praticidade e comodidade, sendo assim no meio da saúde não é diferente, pois são criados

centenas de protótipos todos os dias, na finalidade de trazer resultados de exames mais rápidos e interpretáveis (CANTANHEDE, *et al.*, 2018).

Logo as informações fornecidas pelos resultados dos exames abrem uma gama de aplicações para área da saúde e afins, já que cada vez mais os tratamentos são executados com base em informações individualizadas e contínuas (MUSE *et al.* 2017).

As tecnologias vestíveis estão sendo muito procuradas em projetos voltados à saúde, dentre os sensores existentes nesses dispositivos podem ser citados o ECG e aferidor de FC. Portanto, de acordo com Shcherbina *et al.* (2017), os sensores de ECG e aferidor de FC vendidos no mercado apresentam valores de monitoramento bem aceitáveis.

De acordo com Piwek (2016) estima-se que, até 2019, seja faturado anualmente cerca de 50 bilhões de dólares no mundo todo com vendas de tecnologias vestíveis, porém algumas delas são comercializadas sem autorização dos órgãos competentes, além de existirem muitos questionamentos sobre a capacidade dos dispositivos de medir desfechos biométricos de modo preciso.

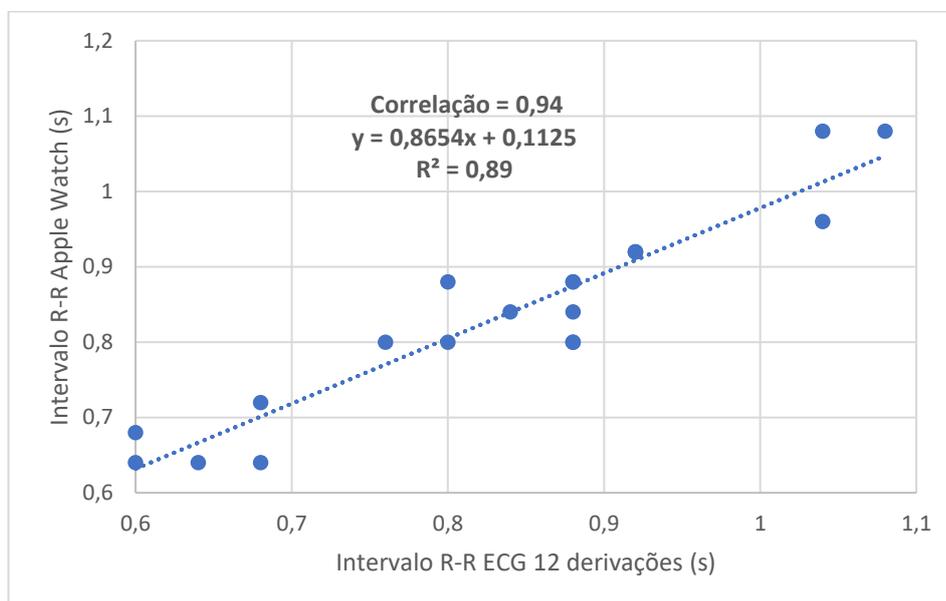
No intuito de responder alguns questionamentos sobre tecnologias vestíveis oferecidas para uso na área da saúde, engenharia biomédica e afins, este estudo apresentou como objetivo analisar a correlação dos intervalos R-R do ECG convencional e do app ECG do *Apple Watch*, classificando os ritmos cardíacos coletados.

O *Apple Watch* é um dispositivo tecnológico no formato do pulso que serve e acopla diversas funções, dentre elas: constatar RS e FA, no entanto o principal público a usarem esse tipo de dispositivo são aqueles adeptos e adaptados ao uso de tecnologia (PAGE, 2015).

Sendo assim, as interpretações dos ECGs do app do *Apple Watch Series 4* foram correlacionadas as do ECGs de 12 derivações, quais foram registrados e analisados através de tabulação de dados em uma planilha do Excel e aplicações de testes estatísticos descritos na metodologia experimental. De um total de 20 coletas de ECGs, todas foram consideradas dentro dos parâmetros inclusivos exigidos para a realização desse estudo.

Em geral, as 20 coletas interpretadas pelo médico cardiologista e pelo profissional de educação física apresentaram correlação positiva, qual podemos observar na Figura 10.

Figura 10 – Gráfico de dispersão da correlação do ECG de 12 derivações e do ECG do *Apple Watch Series 4*



Fonte: Autoria Própria.

O gráfico de dispersão, apresentado na Figura 10, mostra uma concentração dos pontos em tendência crescente e linear, onde a reta de regressão estimada $y = 0,8654x + 0,1125$ apresentou um coeficiente angular positivo, indicando uma relação positiva entre o intervalo R-R ECG 12 derivações e R-R *Apple Watch*, os pontos estão flutuando em torno da reta com baixo erro, apontando um modelo adequado, o que foi confirmado pelo $R^2 = 0,89$, mostrando uma correlação positiva, essa constatada após a aplicação do coeficiente de correlação de Pearson, qual apresentou correlação igual a 0,94, mostrando que a verdadeira correlação não é igual a 0 e o intervalo de confiança de 95% (Valor – $p < 0,0001$), portanto a correlação é estatisticamente significativa.

Em um estudo qual tinha o relógio inteligente Kardia Band (KB), considerado o primeiro dispositivo aprovado pela Food and Drug Administration dos Estados Unidos, sincronizado com o celular da *Apple*, para registrar uma tira de ritmo cardíaco equivalente à derivação I por 30s, esse foi capaz de diagnosticar FA. Portanto, o app da *Apple* informa ao usuário quando for detectada a FA, consequentemente sendo capaz de transmitir os resultados para o médico (BUMGARNER et al., 2018).

Portanto, conforme o autor supracitado, para testar a capacidade do algoritmo KB de detectar FA, foram comparados: interpretações de ritmos automatizados KB e

de ECGs de 12 derivações, interpretados por eletrofisiologistas. A KB diagnosticou FA corretamente com 93% sensibilidade, especificidade de 84% e um coeficiente K de 0,77 (Intervalo de confiança de 95%: 0,65 a 0,89) quando em comparação com o ECG de 12 derivações.

Um estudo, com 49.297 inscritos, feito pela *Apple Heart Study* estudou o recurso de notificação de ritmo cardíaco irregular, no entanto apenas 2.161 (0,52%) receberam em 117 dias de monitoramento a notificações de pulso irregular detectado pelo *Apple Watch*. Entre os 450 pacientes que foram submetidos a monitoramento de ECG com um *patch* que pode ser usado, 34% apresentaram FA, porém para a duração dos registros do *patch*, o valor preditivo positivo de uma notificação de pulso irregular para evidências de FA contemporâneas de ECG foi de 0,84, se considerar o teste positivo como o pulso irregular inicial e o "verdadeiro positivo" como o número de pacientes que subsequentemente apresentaram FA baseada em ECG, o valor preditivo positivo clinicamente relevante é indiscutivelmente apenas 0,35 (PEREZ et al., 2019).

Conforme Sírio et al. (2017) com o passar dos anos as tecnologias vão se aprimorando e tornando-se cada vez mais úteis aos homens, auxiliando-os em todas as atividades do cotidiano, dá mais simples a mais complexa. No âmbito da saúde não seria diferente, a tecnologia é uma grande aliada tanto na área clínica quanto no lazer, como exemplo temos as tecnologias vestíveis que fazem o acompanhamento de inúmeras variáveis humanas, desde a simples mensuração da FC ao sofisticado ECG.

No estudo de Dooley; Golaszewski; Bartholomew (2017) foi investigado a precisão da atividade de classificação dos monitores de alguns *smartwatches* (*Apple Watch*, *Fitbit Charge HR*, *Garmin Forerunner 225*) para estimar a FC durante as fases de atividade física, sendo essas: sedentária, leve, moderada e vigorosa, à visto disso o *Apple Watch* forneceu a melhor medida precisa da FC em relação ao critério do frequencímetro da Polar, pois o erro percentual médio absoluto estava entre 1,14% e 6,70% para todas as fases; *Fitbit Charge HR* mostrou resultados razoáveis entre 2,38% e 16,99%, e o *Garmin Forerunner 225* foi o menos preciso dos dispositivos vestíveis, com o erro percentual médio entre 7,87% e 24,38%.

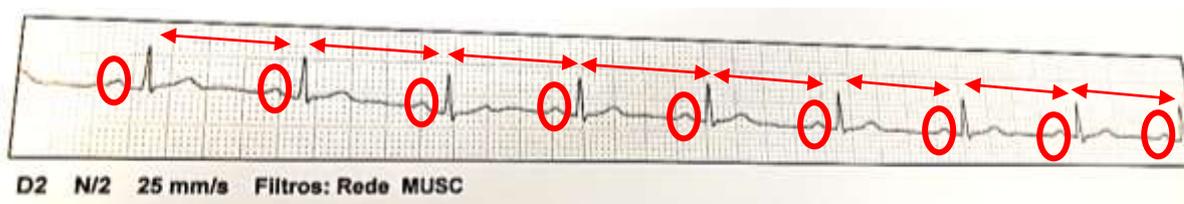
O posicionamento para amostragem ideal da maioria dos dispositivos é fraco ou desconhecido, a variação do local de colocação do dispositivo pode melhorar a precisão das aferições, logo os algoritmos específicos para determinar algumas funções para cada dispositivo não são fornecidos. Portanto, pesquisas futuras devem

examinar se as medidas antropométricas solicitadas para preenchimento nas tecnologias vestíveis reduzem o erro nesses aparelhos (WALLEN et al., 2016).

Marin et al. (2017) orientaram a utilizar as tecnologias vestíveis próximo do corpo e dos ossos, pois alguns fatores podem influenciar no resultado esperado, alguns deles são: psicológicos e físicos (suor, fadiga, etc.). O uso do acelerômetro e sensor de giroscópio para função pedométrica, quando fixados em algumas áreas do corpo, tais como: cotovelo ou pulso, quando eles movimentam-se, mesmo sem a pessoa caminhar, conseqüentemente a reposta pode apresentar erros em relação acontagem de passos.

Nas Figuras 11 e 12, é possível constatar, através do círculo de cor vermelha, a presença de onda P com a mesma morfologia, com características arredondadas e positivas, cada onda P é seguida do complexo QRS com regularidade, essa regularidade é enfatizada pelas setas de duas pontas representando o intervalo R-R. Essas figuras são reproduções dos exames realizados nos 20 participantes, sendo que escolhi um exame para anexar na Figura 11, qual foi utilizado o D2 longo do ECG de 12 derivações, e um exame do app do ECG do *Apple Watch* para anexar na Figura 12, porém o ECG da *Apple Watch* só afere uma derivação.

Figura 11 – D2 Longo no ECG 12 derivações



Fonte: Autoria Própria.

Figura 12 – Derivação D1 do app do ECG *Apple Watch*



Fonte: Autoria Própria.

Após a coleta de todos os 20 ECGs, os de 12 derivações foram interpretados pela leitura do Eletrocardiógrafo TEB ECG PC; os do app da *Apple Watch Series 4* foram pelo app ECG baixado no Iphone 8 plus, em seguida esses foram analisados pelo médico cardiologista e pelo profissional de educação física, por fim após a interpretação e análise de todos os exames foi constatado que os 20 participantes apresentaram RS, correspondendo a 100% da amostra.

Esse resultado pode ser justificado por um estudo exposto na Sociedade Brasileira de Cardiologia (2016a), qual apresenta que pessoas americanas com mais de 65 anos possuíam uma maior prevalência de FA em 0,3% ao ano e crescimento absoluto de 4,5%, no período de 1993 a 2007, essa taxa é associada ao aumento na idade, no entanto em indivíduos com menos de 60 anos, a prevalência é inferior a 0,1%, ao mesmo tempo que, naqueles acima de 80 anos, sua prevalência é de 8%.

Então, conforme Silva (2018) pesquisadores da saúde juntos com profissionais de áreas afins desenvolvem diariamente aplicativos e tecnologias vestíveis que fazem o monitoramento de todos os processos cardíacos, desde a contagem dos batimentos até distinção de ritmos cardíacos, o intuito deles é facilitar a interpretação dos dados obtidos por todos, principalmente aos menos informatizados, mas sem descartar a importância de profissionais da área.

6 CONCLUSÃO

Este estudo teve como objetivo analisar a correlação dos intervalos R-R do ECG de 12 derivações e do app ECG do *Apple Watch Series 4*, através da medição dos intervalos R-R identificados entre dois complexos QRS, identificando a presença de ondas P seguidas de complexo QRS, esses podendo ser constatados pela interpretação dos exames feita por um médico cardiologista e um profissional de educação física, por fim, classificando os ritmos cardíacos em RS ou FA.

Após a análise de todos os ECGs, conclui-se que a correlação entre os intervalos R-R, captados pelo ECG de 12 derivações e pelo app ECG do *Apple Watch Series 4*, foram positivas, sendo igual a 0,94, mostrando que a verdadeira correlação não é igual a 0 e apresentando um intervalo de confiança de 95%.

Em linha gerais, a conclusão final da interpretação de todos os exames foi a constatação de RS, representando 100 % da amostra, essa conclusão é resultado da identificação da presença da onda P seguida do complexo QRS em todos os ECGs coletados. Esses resultados eram provavelmente esperados, pois geralmente a literatura evidencia que a maioria dos casos de FA é associada a idades mais avançadas, tais como: acima de 60 anos e acentuada acima dos 80 anos, porém na população com menos de 60 anos esses casos possuem prevalência inferior a 0,1%.

Portanto, visto que foi possível constatar a correlação entre os intervalos R-R e a identificação de RS e FA pelo *Apple Watch*, cujo é uma tecnologia vestível, conclui-se que a muito a ser elucidado sobre as variáveis possíveis de serem detectadas por esses dispositivos, assim sendo, abre espaço para mais estudos sobre a temática, pois uma vez comprovando a eficácia desses em monitoramento hemodinâmicos entre outros na área da saúde e afins gera uma expectativa para população em geral em ter métodos disponíveis no mercado que facilitem na identificação e busca de intervenções para diversos problemas de saúde.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, J. Photoplethysmography and its application in clinical physiological measurement. **Physiol Measurement**, v. 28, n. 3, 2007.
- ALVARES, G. A. et al. Reduced heart rate variability in social anxiety disorder: associations with gender and symptom severity. **PloS one**, v. 8, n. 7, 2013.
- BASHAR, S. K. et al. Atrial Fibrillation Detection from Wrist Photoplethysmography Signals Using Smartwatches. **Scientific Reports**, v.9, n.1, 2019.
- BUMGARNER, J. M. et al. Smartwatch Algorithm for Automated Detection of Atrial Fibrillation. **J Am Coll Cardiol**, v. 71, n. 21, p. 2381-2388, 2018.
- CANTANHEDE, L. R. C. et al. Comportamento do consumidor de tecnologia vestível: características que influenciam na intenção de consumo. **Revista Eletrônica de Administração**, v. 24, n. 3, 2018.
- DECCACHE, W. **Eletrocardiograma revistado e facilitado**. 1. ed. Rio de Janeiro: Livraria e Editora Revinter Ltda, 2006. p. 1-10, 25-26, 58-60, 103-104.
- DOOLEY, E. E.; GOLASZEWSKI, N. M.; BARTHOLOMEW, J. B. Estimating Accuracy at exercise intensities: A comparative study of self-monitoring heart rate and physical activity wearable devices. **JMIR MHEALTH AND UHEALTH**, v. 5, n. 3, p. 1-12, mar./2017.
- DORES, H.; FREITAS, A.; MENDES, M. Interpretação do eletrocardiograma do atleta: os 'Critérios de Seattle'. **Revista de Medicina Desportiva**, v. 5, n. 2, p.11-15, 2014.
- EINTHOVEN, W.; FAHR, G.; WAART, A. de. Über die richtung und die manifeste grösse der potentialschwankungen im menschlichen herzen und über den einfluss der herzlage auf die form des elektrokardiogramms. **Pflüger's Archiv für die gesamte Physiologie des Menschen und der Tiere**, v. 150, n. 6, p. 275–315, Mar 1913. ISSN 1432-2013.
- FELDMAN, J.; GOLDWASSER, G. P. Eletrocardiograma: recomendações para a sua interpretação. **SOCERJ**, v.17, n.4,2004
- GOLDBERGER, A. L. **Clinical electrocardiography: a simplified approach**. [S.l.]: Elsevier Health Sciences, 2012.
- KOSHY, A. N. et al. Utility of photoplethysmography for heart rate estimation among in patients. **Intern Med J**, v. 48, p. 587-591, 2018a.
- KOSHY, A. N.; et al. Smart watches for heart rate assessment in atrial arrhythmias. **Int J Cardiol**, v. 266, p. 124-127, 2018b.

MAILLE, B. et al.; Smartwatch electrocardiogram and artificial intelligence for assessing cardiac-rhythm safety of drug therapy in the covid-19 pandemic. theqt-logs study. **International Journal of Cardiology**, n. 331, p. 333-339, 2021.

Manual MSD Versão Saúde para família. **ECG: Reading the Waves**, c2021. Disponível em: https://www.msmanuals.com/pt-pt/casa/multimedia/figure/cvs_ecg_reading_pt. Acesso em: 25 fev. 2021.

MARIN, J.; BLANCO, T.; MARIN, J. J. Octopus: A Design Methodology for Motion Cap-ture Wearables. **Sensors**, v. 17, n. 8, 2017.

MARTÍNE, L.G.; FERNÁNDEZ, R. I. G. ECGEstudio: Herramienta para el diagnóstico de enfermedades cardiovasculares. **Revista Cubana de Informática Médica**, v. 7, n. 2, p. 153-164, nov./2015.

MASSA, K.H.C.; DUARTE, Y.A.O.; FILHO, A.D.P.C. Análise da prevalência de doenças cardiovasculares e fatores associados em idosos, 2000-2010. **Ciencia & Saúde Coletiva**, v. 24, n. 1, p; 105-114,2019.

MUSE E.D. et al. Towards a smart medical home. **Lancet**, n. 389, 2017.

NARDELLI, M. et al.; Assessing the Quality of Heart Rate Variability Estimated from Wrist and Finger PPG A Novel Approach Based on Cross-Mapping Method. **Sensors**, v. 20, n. 3156, 2020.

NASCIMENTO, W.S.; PRUDENTE, F.V. Sobre um estudo da entropia de Shannon no contexto da mecânica quântica: uma aplicação ao oscilador harmônico livre e confinado. **Química Nova**, v.39, n.6, São Paulo, 2016.

PAGE, T. A Forecast of the Adoption of Wearable **Technology**.**International Journal of Technology Diffusion (IJTD)**, v. 6, n. 2, p. 12-29. 2015.

PASTORE C. A, GRUPI C.J, MOFFA P.J, eds. **Eletrocardiologia atual**: Curso de Eletrocardiologia do INCOR. 2. ed. São Paulo: Atheneu; 2008.

PEREZ, M. V. et al. Large-scale assessment of a smartwatch to identify atrial fibrillation. **New England Journal of Medicine**. 381, p.1909–1917, 2019.

PIWEK, L. et al. The rise of consumer health wearables: promises and barriers. **PLoS Med**, v. 13, p. e1001953, 2016.

RANJAN, R.; GIRI, V.K. A Unified approach of ECG signal analysis. **International Journal of Soft Computing and Engineerin**, v. 2, n. 3, p. 5-10, jul./2012.

REIS et al.; **ECG Manual Prático de Eletrocardiograma**. São Paulo: Editora Atheneus,2013.

RESENDE, L.O. *et al.* Análise do eletrocardiograma (ECG) normal – aspectos elétricos e fisiológicos em uma abordagem interdisciplinar. **VI Conferência de Estudos em Engenharia Elétrica (CEEL)**, Uberlândia, 2008.

RIENZO, M.D.; MUKKAMALA, R. Wearable and Nearable Biosensors and Systems for Healthcare. **Sensors (Basel)**, v. 21, n. 4, 2021.

SANCHES, P. C. R.; MOFFA, P. J. **Eletrocardiograma: Uma abordagem didática**. . ed. [S.I.]: ROCA, p. 356-356, 2010.

SANTANA, M. D. R. et al. Association between oral variables and heart rate variability. **International Archives of medicine**, v. 6, n. 1, p. 49, 2013.

SAJEEV, J. K.; KOSHV, A.; TEH, A.W. Wearable devices for cardiac arrhythmia detection: a new contender? **Intern Med J**, v. 49, n. 5, p. 570-573, 2019.

SANTOS, P.; COUTO, L.; HESPANHOL, A. O eletrocardiograma na consulta de medicina geral e familiar – resultados dos exames requisitados num centro de saúde. **Arquivos de Medicina**, v. 27, n. 1, p. 15-18, 2013.

SHAFFER, F.; GINSBERG, J. P. An overview of heart rate variability metrics and norms. **Frontiers in public health**, v. 5, p. 258, 2017.

SHCHERBINA, A. et al. Accuracy in Wrist-Worn, Sensor-Based Measurements of Heart Rate and Energy Expenditure in a Diverse Cohort. **Journal of Personalized Medicine**, v. 7, n. 2, 2017.

SHRIVASTAVA, S.; TRUNG, T.Q.; LEE, N.E. Recent progress, challenges, and prospects of fully integrated mobile and wearable point-of-care testing systems for self-testing. **Chem Soc Ver**, v.49, n. 6, p. 1812-1866, 2020.

SIRIO, L. et al. Confiabilidade de parâmetros fisiológicos estimados por elementos vestíveis (wearables). Ritmo cardíaco, posição y aceleración, ECG. **XXVI Seminario de Ingeniería Biomédica**, nib (Universidad de la República, Uruguay), 2017.

SILVA, A.P.N. **Uma Plataforma de Monitoramento Inteligente de Arritmia Cardíaca em Fluxo de Tempo Real**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Exatas e da Terra, Departamento de Informática e Matemática Aplicada, Programa de Pós-graduação em Sistemas e Computação, Mestrado Acadêmico em Sistemas e Computação. 2018.

Sociedade Brasileira de Cardiologia. Atualização da diretriz brasileira de dislipidemias e prevenção da aterosclerose – 2017. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 109, n. 2 (Supl. 1), p.1-76, 2017.

Sociedade Brasileira de Cardiologia. Diretriz de interpretação de eletrocardiograma de repouso. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 80 (supl.2), p 4-5, 2003.

Sociedade Brasileira de Cardiologia. II Diretrizes brasileiras de fibrilação atrial. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 106, n. 4 (Supl. 2), 2016a.

Sociedade Brasileira de Cardiologia. III Diretrizes SBC para Análise e Emissão de Laudos Eletrocardiográficos - Resumo Executivo. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 107, n. 5 (Supl. 1), p. 392- 402, 2016b.

TAJRISHI, F.Z. et al. Smartwatch for the Detection of Atrial Fibrillation. **Crit Pathw Cardiol**, v. 18, n. 4, 2019.

Task Force of the European Society of Cardiology; North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. **Circulation**, v. 93, n. 5, p. 1043-65, 1996.

TORTORA, G. J.; DERRICKSON, B. **Princípios de anatomia e fisiologia**. 14. ed. Rio de Janeiro. 2016

VANDERLEI, L. C. M. et al. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. **Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery**, v. 24, n. 2, p. 205-217, 2009.

VINCIGUERRA, S.; VINCIGUERRA, M. Smart devices and healthy aging. **Nutrition and Healthy Aging**, v. 5, n. 1, p. 13-19, abr./2019.

WALLEN, M. P. et al. Accuracy of heart rate watches: implications for weight management.. **PLoS One**, v. 11, n. 5, p. e0154420, 2016.

ANEXO A – Parecer Consubstanciado do CEP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: Análises dos intervalos e amplitudes do eletrocardiograma (ECG) convencional e do aplicativo (app) ECG do Apple Watch.

Pesquisador: PATRIC ROBERTO FERREIRA BARRETO

Área Temática:

Versão: 4

CAAE: 33440720.8.0000.5494

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE BRASIL

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.472.807

Apresentação do Projeto:

As informações elencadas nos campos "Apresentação do projeto", "Objetivos da Pesquisa" e "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram retiradas dos arquivos Informações Básicas da Pesquisa (PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1654682 de 29/10/2020) e/ou Projeto Detalhado / Brochura Investigador de 26/10/2020.

Trata-se de uma emenda de um parecer aprovado.

Justificativa da Emenda: Solicito a alteração do público alvo do projeto com titulação: Análises dos intervalos e amplitudes do eletrocardiograma (ECG) convencional e do aplicativo (app) ECG do Apple Watch, pois primeiramente iriam ser convidados a participar da pesquisa 30 indivíduos, sendo eles do sexo masculino e faixa etária de 60 a 80 anos de idade, qual iriam ser abordados após uma consulta médica com o cardiologista e os voluntários teriam que ser diagnosticados com fibrilação atrial, no entanto devido as circunstâncias vivenciadas atualmente a nível mundial por conta da COVID-19, qual de acordo com a Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia(SBGG) (2020) essa apresentar maior risco de agravamento em pacientes idosos e conforme a Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC)(2020) afirma

que a crise de Covid-19 favoreceu a cardiomiopatias. Sendo assim, o pesquisador do referido projeto está encontrando dificuldades em achar o público alvo desejado primeiramente, sendo necessário a solicitação por meio dessa emenda da mudança

Endereço: RUA CAROLINA FONSECA, 235	CEP: 08.230-030
Bairro: ITAQUERA	
UF: SP	Município: SAO PAULO
Telefone: (11)2052-0461	E-mail: comite.etica.sp@universidadebrasil.edu.br

Página 01 de 03



Continuação do Parecer: 4.472.807

do público alvo.

Objetivo da Pesquisa:

Analisar a correlação dos intervalos e amplitudes do eletrocardiograma (ECG) convencional e do app ECG do Apple Watch series 4.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: O ECG é um exame não invasivo, indolor e de baixo custo, portanto não causa nenhum efeito adverso durante ou após o teste. No entanto, recomenda-se que homens peludos extraiam os pelos da região do peitoral antes da realização do exame, para garantir uma boa adesão aos eletrodos. Portanto, os riscos oferecidos podem ser constrangimento e/ou desconforto ao realizar o exame, dores ou desconfortos localizados.

Benefícios: Os indivíduos avaliados terão a sua integridade preservada e os dados coletados terão sigilo perante a sociedade científica e social. Sendo assim, o respectivo estudo apresentará dados relevantes

para sociedade acadêmica com intuito de elucidar sobre a monitorização dos sinais vitais (cardíacos) através do uso de relógios inteligentes, especificamente o Apple Watch, em correlação com o ECG de 12 derivações. Uma vez comparada sua correlação, o Apple Watch poderá ser utilizado como auxílio para diagnosticar indivíduos com fibrilação atrial assintomáticos, direcionando esses a um tratamento médico preventivo, com intenções de prevenir complicações patológicas futuras, tais como: acidente vascular cerebral (AVC) cardioembólico, até mesmo uma fibrilação atrial paroxística.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de uma ementa que agora considerará como sujeitos do estudo pessoas normais entre 20 e 40 anos de idade, conforme descrito na justificativa.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Adequados.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado.

Considerações Finais a critério do CEP:

Ressalta-se que cabe ao pesquisador responsável encaminhar os relatórios parciais e final da pesquisa, por meio da Plataforma Brasil, via notificação do tipo "relatório" para que sejam devidamente apreciadas no CEP, conforme Norma Operacional CNS nº 001/13, item XI.2.d.

Endereço: RUA CAROLINA FONSECA, 235	CEP: 08.230-030
Bairro: ITAQUERA	
UF: SP	Município: SAO PAULO
Telefone: (11)2052-0461	E-mail: comite.etica.sp@universidadebrasil.edu.br



UNIVERSIDADE BRASIL



Continuação do Parecer: 4.472.807

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_165468_2_E1.pdf	29/10/2020 23:06:23		Aceito
Folha de Rosto	folhaderosto.pdf	29/10/2020 23:05:02	PATRIC ROBERTO FERREIRA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoMestrado.pdf	26/10/2020 23:39:08	PATRIC ROBERTO FERREIRA BARRETO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	31/08/2020 09:43:01	PATRIC ROBERTO FERREIRA BARRETO	Aceito
Outros	TERMODEANUENCIA.pdf	31/08/2020 09:40:09	PATRIC ROBERTO FERREIRA	Aceito
Outros	Fernandacurriculo.pdf	29/05/2020 00:11:29	PATRIC ROBERTO FERREIRA	Aceito
Outros	PatricCurriculo.pdf	29/05/2020 00:11:03	PATRIC ROBERTO FERREIRA	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.pdf	08/04/2020 02:38:09	PATRIC ROBERTO FERREIRA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO PAULO, 17 de Dezembro de 2020

Assinado por:
DANIEL SOUZA FERREIRA MAGALHAES
(Coordenador(a))