



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS I CASTANHAL
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA

**ANDRESSA DE SOUZA MACIEL
EDUARDO AUGUSTO FARIAS DA SILVA**

**ANÁLISE DOS PROTOCOLOS DE MEDIÇÃO DA VARIABILIDADE DA
FREQUÊNCIA CARDÍACA EM HOMENS UNIVERSITÁRIOS**

CASTANHAL
2018

**ANDRESSA DE SOUZA MACIEL
EDUARDO AUGUSTO FARIAS DA SILVA**

**ANÁLISE DOS PROTOCOLOS DE MEDIÇÃO DA VARIABILIDADE DA
FREQUÊNCIA CARDÍACA EM HOMENS UNIVERSITÁRIOS**

Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentado como requisito parcial para
obtenção de grau de Licenciados em
Educação Física, pela Universidade Federal
do Pará.

Orientador: Prof. Dr. Anselmo de Athayde
Costa e Silva.

CASTANHAL

2018

ANDRESSA DE SOUZA MACIEL
EDUARDO AUGUSTO FARIAS DA SILVA

**ANÁLISE DOS PROTOCOLOS DE MEDIÇÃO DA VARIABILIDADE DA
FREQUÊNCIA CARDÍACA EM HOMENS UNIVERSITÁRIOS**

Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentado como requisito parcial para
obtenção de grau de Licenciados em
Educação Física, pela Universidade Federal
do Pará.

Data de aprovação: ____/____/____

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Anselmo de Athayde Costa e Silva
Orientador – UFPA

Prof. Dr. Daniel Pires
Examinador interno – UFPA

Prof. Dr. Victor Coswig
Examinador interno – UFPA

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que pra mim é a maior fonte de tudo, responsável pelo milagre da vida, do amor e de todos os acontecimentos em minha vida. À minha família, que sempre foi meu alicerce nos estudos, meu pai seu Jaime e minha mãe dona Simone e as minhas irmãs Camila e Geovana que foram os responsáveis por nunca me faltar nada nessa trajetória e por sempre estarem comigo mesmo quando eu não queria estudar kkkk, em especial minhas tias Angela, tia Cristina e Tia Vitória por também terem me ajudado em alguns momentos de dificuldade e pude contar com elas. Meus Avos Nazaré e seu Antônio por terem me dado todo o carinho e ao vovô Jaime e vovó Lucimar que se partiram, mas tenho certeza que sempre desejaram meu sucesso.

Meus agradecimentos especiais também à Andressa, que pra mim terá um espaço especial no meu coração, que foi a pessoa que mais esteve do meu lado nessa jornada desde o começo, uma pessoa tão especial na minha vida que me ensinou muitas coisas, e também me deu uma segunda família kkk. À dona Conce e seu Dulcélio que se tornaram meus segundos pais. À Aline e o Renan que também pra mim são meus irmãos e que também presenciaram essa jornada me apoiando. E a todos os outros familiares da vila do “Baiacú”, sem duvida merecem o meu respeito e foram super especiais ao me acolher nesse tempo.

À minha turma querida, 2014.2 que com certeza foi uma turma em especial, sei que todos foram essenciais desde o primeiro ao último dia de aula, e também à equipe latero-lateral minha equipe dos trabalhos e sempre companheiros. Ao professor Anselmo meu mestre, sempre muito paciente e atencioso nas orientações, um professor que merece meu respeito e destaque. A instituição Universidade Federal do Pará, instituição essa que foi responsável pelo início da minha carreira acadêmica, e aos amigos em especial....

AGRADECIMENTOS

Eu agradeço a Deus e a Virgem Maria pelo dom da vida e por sempre me abençoarem.

Agradeço minha mãe M^a da Consolação, por todo cuidado e carinho ao longo dessa trajetória, por ser meu abrigo quando tudo estava desmoronando. A cada palavra de incentivo, obrigada por acreditar em mim mãe, sem a senhora nada disso seria possível. Agradeço ao meu pai Dulcélio, por trabalhar duro para me dar a oportunidade de estudar, mesmo sem muita instrução sempre me incentivou a estudar e ser uma mulher independente.

A minha irmã Aline, meu maior exemplo. Obrigada por me ensinar a ser uma pessoa de coração bondoso, ser honesta e ser grata as pessoas. Agradeço ao meu segundo irmão, o Renan, obrigada por todo carinho ao longo desses anos.

Aos meus avós, Zuleide, Santos, Dolores e Domingos (Malagueta) eternos amores de minha vida.

Aos meus tios e tias que sempre estiveram presentes em minha vida, me dando amor carinho. Em especial a meu tio Guilherme e minha tia Naza. A minha madrinha Sandra, obrigada por cuidar de mim como se eu fosse sua filha. Aos meus tios Sergio e Maria José, por toda ajuda e carinho durante toda minha vida, sempre serei grata a vocês. Ao seu Jaime e Dona Simone, vocês se tornaram meus segundos pais, amo vocês.

Agradeço aos meus amigos que fiz durante esses quatro anos, ao meu grupo Lâtero-Lateral. A minha amiga Giselly por sempre permanecer ao meu lado.

Agradeço ao meu bem Eduardo, o mocinho mais encantador que eu já conheci. Que se tornou meu namorado e meu parceiro ao longo dessa jornada. Obrigada por tornar tudo mais bonito. Agradeço a Universidade Federal do Pará por me proporcionar todo esse aprendizado. A todo corpo docente da Faculdade de Educação Física, por toda dedicação e conhecimento compartilhado. Agradeço em especial ao meu orientador Professor Anselmo, por ser compreensivo e companheiro na construção desse trabalho.

*“Eu acredito que às vezes são as pessoas
que ninguém espera nada que fazem as
coisas que ninguém consegue imaginar”*

(Alan Turing)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. METODOLOGIA.....	11
2.1. Caracterização da pesquisa	11
2.2. Amostra.....	11
2.3. Critérios de inclusão e exclusão	11
2.4. Instrumentos de medidas e Procedimento Experimental.	12
2.5. Análise dos dados	15
3. RESULTADOS	15
4. DISCUSSÃO	18
5. CONCLUSÃO	20

ANÁLISE DOS PROTOCOLOS DE MEDIÇÃO DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA EM HOMENS UNIVERSITÁRIOS

RESUMO

A Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) é o intervalo constituído entre os picos da frequência cardíaca. A medida de VFC fornece informações importantes a respeito de condições fisiológicas e patológicas. O eletrocardiograma (ECG) é a forma mais precisa de se obter dados da VFC, a utilização de cintas torácicas também consiste em uma medida confiável seguida do método da fotopletismografia (PPG). O objetivo do presente estudo foi analisar a reprodutibilidade do aplicativo HRV4Training na mensuração da VFC em diferentes durações de teste. As séries dos intervalos R-R de 1 e 5 minutos foram obtidas de dez homens saudáveis, com idades na média de $27,1 \pm 6,28$ anos, peso de $82,38 \pm 11,20$ kg, altura de $1,73 \pm 0,05$ metros e circunferência abdominal de $88,00 \pm 8,61$ cm. Um smartphone da marca Apple contendo o aplicativo foi utilizado para realizar as medidas e como referência um cardiofrequencímetro Polar modelo V800. Os parâmetros de variabilidade da frequência cardíaca coletados pelos dois aparelhos foram correlacionados por meio do coeficiente de correlação intra-classe. As medidas de VFC no domínio do tempo por 5 minutos apresentaram os maiores coeficientes de correlação ($r > 0,90$). Correlações fracas foram observadas nas medidas de VFC por 1 minuto ($r > 0,5$) nos parâmetros SDNN, HF e LF/HF. Todas as medidas no domínio da frequência apresentaram correlações muito baixas, tanto nas medidas de 5 minutos quanto nas de 1 minuto. As análises no domínio do tempo apresentaram-se mais válidas em relação às análises no domínio da frequência. Os parâmetros da VFC nas medidas de 5 minutos apresentaram maior correlação que as medidas de 1 minuto.

Palavras-chave: Variabilidade da Frequência Cardíaca. Fotopletismografia. Aplicativo.

ANALISYS OF MEASUREMENT PROTOCOLS OF HRV IN MALE GRADUATE STUDENTS

ABSTRACT

Heart Rate Variability (HRV) is the interval between heart rate peaks. The HRV measurement provides important information regarding physiological and pathological conditions. Electrocardiogram (ECG) is the most accurate way to obtain HRV data, the use of thoracic tapes also consists of a reliable measure followed by the photoplethysmography (PPG) method. The objective of the present study was to analyze the reproducibility of the HRV4Training application in the measurement of HRV in different test durations. The series of 1 and 5 minute RR intervals were obtained from ten healthy men, with a mean age of 27.1 ± 6.28 years, weight of 82.38 ± 11.20 kg, height of 1.73 ± 0.05 meters and abdominal circumference of 88.00 ± 8.61 cm. An Apple-branded smartphone containing the application was used to measure and reference a Polar V800 heart rate monitor. The parameters of heart rate variability collected by the two devices were correlated through the intra-class correlation coefficient. HRV measurements in the time domain for 5 minutes showed the highest correlation coefficients ($r > 0.90$). Weak correlations were observed in the HRV measurements for 1 minute ($r > 0.5$) in the SDNN, HF and LF / HF parameters. All measurements in the frequency domain showed very low correlations, both in the 5 minute and in the 1 minute measurements. The time domain analyzes were more valid than the frequency domain analyzes. The HRV parameters in the 5-minute measurements presented a higher correlation than the 1-minute measurements.

Keywords: Heart Rate Variability. Photoplethysmography. Application.

1. INTRODUÇÃO

A Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) é o intervalo constituído entre os picos da frequência. Este componente é comandado pelo Sistema Nervoso Autônomo (SNA), que se divide em simpático e parassimpático/vagal, acelerando ou diminuindo o ciclo cardíaco de acordo com as necessidades fisiológicas. Sobre este sistema, diversos estudos com análises e métodos variados têm sido realizados para possibilitar maior compreensão, tanto do fenômeno em si como das ferramentas de avaliação. A medida de VFC fornece informações importantes a respeito de condições fisiológicas e patológicas (MASSARO e PACCHIA, 2016; MALIK et al. 1996; MCCRATY e SHAFFER, 2015).

O eletrocardiograma (ECG) é a forma mais precisa de se obter dados da VFC, os dados são extraídos através de estímulos elétricos do coração. Desta forma o ECG é amplamente utilizado por oferecer maiores detalhes dos ciclos cardíacos, como, por exemplo, o complexo QRS. A utilização de cintas torácicas também consiste em uma medida confiável, com a vantagem de ser mais acessível, baixo custo financeiro e possibilitar a mobilidade durante as coletas de dados. Outro método que vem sendo estudado nos últimos anos é a fotopletismografia (PPG), que é o menos encomodo (MORAES, et al. 2018). No entanto as coletas de dados somente podem ser realizadas em repouso (LABORDE, MOSLEY e THAYER. 2017).

Atualmente, os novos smartphones apresentam grande variedade de sensores, câmeras de alta qualidade, memórias de grande capacidade e sistemas operacionais estáveis e robustos. Esses avanços incentivaram e permitiram a criação de aplicativos para medir e analisar a VFC (PENG, et al. 2015). Parte dos aplicativos desenvolvidos utiliza a PPG, tecnologia que utiliza um foto-emissor de luz infravermelha acoplado a um foto-receptor. Feixes de luz iluminam a superfície da pele que detecta o volume sanguíneo e fornece informação ao foto-receptor (MORAES, et al. 2018).

Os protocolos de validação desse novo método apresentaram correlações positivas com os métodos já validados de ECG e cardiofrequencímetro (PLEWS, et al 2017; ALTINI e AMFT, 2016; PENG, et al. 2015; MATSUMURA e YAMAKOSHI, 2013). No entanto, ainda não está claro na literatura qual o tempo necessário de

gravação para se obter valores fidedignos. Por exemplo, em coletas de dados utilizando o cardiofrequencímetro é comum utilizar o recorte de 256 batimentos ou janelas de 5 minutos. Porém, no uso da PPG ainda não está adequadamente definido o tempo de coleta. Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi analisar a reprodutibilidade do aplicativo HRV4^{Training} na medição da Variabilidade da Frequência Cardíaca em homens jovens em diferentes durações de teste. Para tanto, foram testadas duas durações de teste, sendo ajustada a coleta em 1 e 5 minutos respectivamente.

2. METODOLOGIA

2.1 Caracterização da pesquisa

O estudo é de natureza descritiva correlacional com análises quantitativas e de forma transversal. (THOMAS, NELSON e SILVERMAN. 2012).

2.2 Amostra

A amostra foi constituída por 10 sujeitos do sexo masculino com idades entre 18 e 45 anos. A amostra foi recrutada na Faculdade de Educação Física da Universidade Federal do Pará, campus Castanhal-Pa. Todos os participantes foram esclarecidos em relação aos procedimentos e os objetivos da pesquisa. Os que concordaram em participar assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

2.3 Critérios de inclusão e exclusão

Para participar do estudo os voluntários teriam de ser homens, com idade entre 18 e 45 anos. Foram excluídos do estudo, sujeitos com alguma condição aguda ou crônica que interferisse na VFC, assim como sujeitos que fizessem uso de álcool nas últimas 24 horas, café, chá ou algum alimento nas últimas duas horas (ZIMMERMANN et al. 2015). Voluntários com alguma deformação na digital do dedo

indicador (machucados e cicatrizes), também foram excluídos. Foi solicitado aos participantes que antes do protocolo, tivessem uma noite adequada de sono.

2.4 Instrumentos de medidas e Procedimento Experimental.

Inicialmente coletaram-se os dados antropométricos para caracterização dos voluntários, uma balança com precisão de 0,1 kg foi utilizada para mensurar o peso. A estatura foi medida por meio de um estadiômetro com precisão de 0,1 cm. A circunferência abdominal foi medida com uma fita antropométrica padrão com precisão de 0,1 cm.

A coleta de dados consistiu em obter valores da variabilidade da frequência cardíaca por meio da fotoplestimografia, utilizando um aplicativo para smartphone (HRV4training™), seguindo o protocolo de Plews et al. (2017). Como medida de referência, foi utilizado o cardiofrequencímetro Polar™ modelo V800 (V800, Polar Electro Oy, Kempele, Finland) e um sensor de batimentos cardíacos Polar H7. A coleta de PPG foi realizada com um aparelho iPhone modelo SE A1723 (Apple, Inc.), com resolução de 3840 x 1890 pixels.

O HRV4_{Training} é um aplicativo para smartphone, desenvolvido no ano de 2011 por Marco Altini, este é capaz de medir e analisar a variabilidade da frequência cardíaca em repouso através do método da fotoplestismografia. Esta tecnologia mede a VFC através da emissão de luz na pele, os capilares que estão localizados na região são iluminados e a luz refletida é detectada pelo sensor. A luz de LED do flash ilumina a pele e a câmera funciona como o sensor fotodiodo capturando a luz emitida. Após a medição o aplicativo analisa e fornece valores da frequência cardíaca e dados referentes à VFC. O aplicativo implementa um algoritmo de detecção de pico a pico para determinar os intervalos R-R a partir dos dados colhidos da PPG, em seguida é feita a correção de acordo com o algoritmo de inversão de inclinação, de forma semelhante aos artefatos aplicados em clínicas. Os intervalos R-R são removidos quando se diferem em mais de 75% dos intervalos anteriores e além disso são removidos outliers que diferem em mais de 25% do

primeiro quartil e do terceiro quartil das medidas, evitando assim o excesso de filtragem dos dados. (ALTINI e AMFT, 2016; PLEWS et al. 2017).

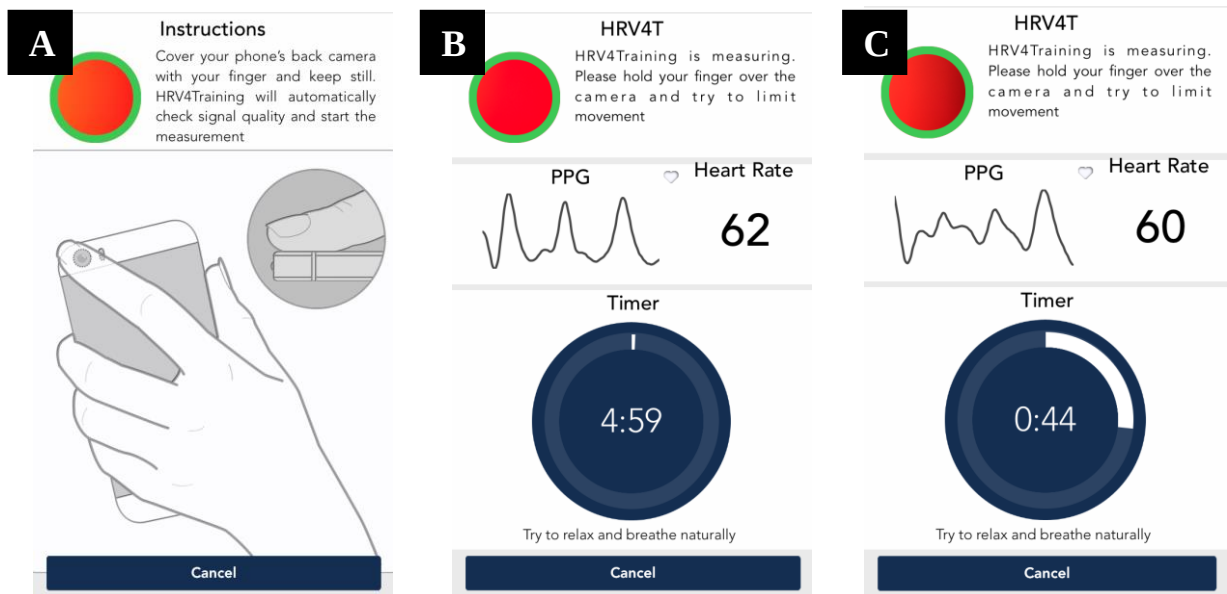


Figura 1. Capturas de tela do aplicativo. A) orientações de uso; B) Gravação de 5 minutos; C) Gravação de 1 minuto.

O cardiofrequencímetro Polar (modelo V800) é um instrumento capaz de mensurar os batimentos cardíacos e a variabilidade da frequência cardíaca de forma precisa. O aparelho contém uma cinta elástica composta por eletrodos posicionados na parte interna da cinta que captam os batimentos cardíacos. O sensor (modelo H7) acoplado na parte frontal da cinta transmite os sinais para o relógio de pulso através da tecnologia Bluetooth, para que os dados sejam armazenados. Um cabo USB é responsável por transmitir as informações contidas no relógio para o programa de computador Polar Flow, o programa permite que os dados sejam visualizados e exportados (Polar, Inc.)



Figura 4- Cardíofrequencímetro modelo Polar V800 e sensor de batimentos cardíacos modelo POLAR H7. (Fonte: Google imagens)

As coletas foram realizadas pelo período da tarde no laboratório LABIOQNEF (Laboratório de Bases Biológicas, Bioquímica, Nutrição e Fisiologia do Exercício), com controle de luz e temperatura (21-24°C). Utilizou-se um colchão inflável (Basic+) para a realização das coletas. Todos os participantes foram orientados a não consumir álcool, cafeína e tabaco antes do teste. Ao chegar no laboratório foi questionado ao voluntário se estava com a bexiga cheia. Caso estivesse, solicitamos que a esvaziasse para minimizar os efeitos da distensão da bexiga sobre a atividade simpática (HEATHER, 2014).

Informações disponibilizadas pelo desenvolvedor do aplicativo foram seguidas e repassadas aos voluntários, para minimizar possíveis erros durante a coleta de VFC: a) verificar se o flash da câmera estava ligado; b) evitar movimentar-se; c) não utilizar fones de ouvido; d) manter contato constante com a câmera sem pressionar de forma excessiva e nem retirar o dedo antes do fim da medida e) limpar com álcool o dedo indicador para evitar interferências. Além das orientações do aplicativo, todos os participantes foram instruídos a permanecer em silêncio com os olhos fechados (ALTINI, 2016).

A cinta elástica com o sensor de batimentos cardíaco foi umedecida e posicionada na altura do processo xifoide, conforme as diretrizes da Polar. Seguidamente, os voluntários foram conduzidos ao colchão inflável, onde permaneceram em decúbito dorsal durante 10 minutos, conforme recomendações para pesquisa envolvendo VFC (MALIK et al. 1996).

Após o repouso, foi entregue aos voluntários o smartphone contendo o aplicativo. Deitados em decúbito dorsal com os braços posicionados paralelamente ao corpo, segurando o smartphone com a mão esquerda e posicionando o dedo indicador sob câmera e a luz do flash. Registrou-se inicialmente 1 minuto da variabilidade da frequência cardíaca e em seguida 5 minutos. Durante a gravação não foi determinado padrão de respiração específico. Simultaneamente a coleta realizada com o aplicativo HRV4Training foram coletados valores da VFC por meio do monitor de batimentos cardíacos. Cada voluntário realizou duas gravações, sendo uma de 1 minuto e a segunda de 5 minutos, com intervalo de 1 minuto entre as gravações. (PLEWS, et al. 2017).

2.5 Análise dos dados

A análise dos dados foi realizada através do software R Plus 3.0 para Windows. Os dados coletados do Monitor de frequência cardíaca foram exportados e corrigidos no Microsoft Office Excel e analisados por meio do software Kubios HRV Standard, obtendo valores das seguintes variáveis: RMSSD (Média quadrática das diferenças sucessivas entre intervalos NN adjacentes), SDNN (Desvio padrão de todos os intervalos NN), pNN50 (Proporção de NN50 dividido pelo número total de intervalos NN), LF (Potência de baixa frequência (0,04–0,15 Hz), HF (Potência de alta frequência (0,15 a 0,4 Hz) e LF/HF (Relação de LF para HF). Esses dados são comumente usados para se medir e calcular a VFC. Os dados foram comparados com os mesmos coletados no App, que não precisaram passar por correções e análises. Os parâmetros de variabilidade da frequência cardíaca coletados pelos dois aparelhos foram correlacionados por meio do coeficiente de correlação intraclass (Polar vs HRV4). A análise gráfica de Bland-Altman foi utilizada para determinar a concordância entre os métodos. O nível de significância adotado foi de 5% .

3 RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta os coeficientes de correlação de Person e parâmetros da VFC derivados do smartphone e PolarV800. As medidas de 5 minutos

apresentaram os maiores coeficientes de correlação ($r > 0,90$) nos parâmetros do domínio do tempo, apresentando fortes correlações na FC ($r > 0,99$), SDNN ($r > 0,96$), RMSSD ($r > 0,99$) e pNN50 ($r > 0,99$). Correlações médias foram observadas nas medidas de 1 minuto ($r > 0,50$) nos parâmetros SDNN ($r > 0,50$), RMSSD ($r > 0,79$), pNN50 ($r > 0,77$), com exceção da FC que apresentou correlação forte ($r > 0,99$). O LF, HF e LF/HF apresentaram correlações muito baixas, tanto nas medidas de 5 minutos quanto nas de 1 minuto.

Os dados antropométricos apresentaram os seguintes resultados de $27,1 \pm 6,28$ anos, $82,38 \pm 11,20$ kg, $1,73 \pm 0,05$ metros e circunferência abdominal média de $88,00 \pm 8,61$ cm.

Tabela 1. Análise de correlação e concordância entre o cardiofrequencímetros Polar V800 e o aplicativo HRV 4 Training em 9 indivíduos.

Parâmetros	Polar		HRV4		Correlação		Média das Diferenças	Limite Inferior	Limite Superior
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	R	P		de Concordância 95%	de Concordância 95%
FC 1 min (Bpm)	65,51	9,37	65,16	8,87	0,99	<0,001	0,346	-0,25	0,941
FC 5 min (Bpm)	65,90	8,02	65,68	7,96	0,99	<0,001	0,22	0,44	0,44
SDNN 1 min	30,84	14,74	54,53	19,03	0,50	0,138	-23,69	-13,00	34,37
SDNN 5 min	41,23	15,45	56,84	17,86	0,96	<0,001	-15,61	-18,73	-12,49
RMSSD 1 min	42,43	23,59	56,28	22,63	0,79	0,006	-13,85	-23,04	-4,66
RMSSD 5 min	48,15	21,27	52,98	20,53	0,99	<0,001	-4,83	-6,76	-2,89
pNN50 1 min	25,76	24,39	38,51	23,25	0,77	0,009	-12,75	-22,89	-2,61
pNN50 5 min	29,16	21,06	31,64	20,86	0,99	<0,001	-2,48	-3,46	-1,50
LF 1 min	0,15	0,15	0,04	0,01	0,60	0,246	0,12	0,03	0,20
LF 5 min	0,09	0,02	0,20	0,08	-0,15	0,679	-0,11	-0,16	-0,06
HF 1 min	0,27	0,05	0,06	0,02	0,30	0,403	0,22	0,18	0,25
HF 5 min	0,26	0,06	0,24	0,09	-0,19	0,603	0,01	-0,06	0,09
LF/HF polar 1 min	0,37	0,13	0,70	0,31	0,20	0,461	-0,33	-0,52	-0,13
LF/HF polar 5 min	0,39	0,14	0,85	0,31	0,00	0,947	-0,46	-0,67	-0,25

Legenda: FC: Frequência cardíaca, SDNN: Desvio padrão de todos os intervalos NN, RMSSD: raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR consecutivos, pNN50: porcentagem de NN50 em relação à quantidade total de intervalos NN., LF: Potência de baixa frequência, HF: Potência de alta frequência, LF/HF: Relação de LF para HF.

4 DISCUSSÃO

Ao analisarmos a reprodutibilidade do aplicativo HRV4^{Training} na medição da Variabilidade da Frequência Cardíaca em homens jovens testando duas durações de teste, 1 e 5 minutos. Observamos que a análise realizada no domínio do tempo apresentou maior fidedignidade do que a análise no domínio da frequência. Os valores das gravações de 5 minutos do aplicativo obtiveram uma forte correlação com a medida de referência, extraídas do monitor de frequência cardíaca. As gravações de 1 minuto tiveram correlações moderadas, porém, ainda assim apresentam significância prática.

Os parâmetros com maior correlação observados em nossos resultados foram os obtidos através do método de análise no domínio do tempo. Este método é o mais simples de análise da VFC, no entanto, apresenta parâmetros relevantes, os principais são o RMSSD que é a medida usada para estimar as mudanças do estímulo parassimpático no coração e o SDNN que é a média do desvio padrão dos intervalos RR para segmentos de 5 minutos, esse índice mede a influência autonômica na VFC (MCCATRY e SCHAFFER, 2015). Uma revisão sistemática a respeito dos índices de medição da VFC em atletas foi realizada por Da Silva, et al. (2015), em consultas à bancos de dados 1319 artigos foram encontrados, desses 19 foram selecionados. Os critérios de inclusão eram que os estudos fizessem medições de curto prazo no domínio do tempo e da frequência e que envolvessem jovens adultos de 17 e 40 anos com grupo controle publicados até 2013. Foram encontrados alguns protocolos que medições variando entre 2 e 15 minutos, porém, a recomendação para melhores registros de curta duração no domínio do tempo foi de 3 a 5 minutos ou que envolvam de 256 a 300 batimentos cardíacos. Concluindo que as medidas no domínio do tempo em gravações curtas são mais consistentes, dando destaque para os parâmetros do de FC e RMSSD como principais variáveis calculáveis. Outros estudos também reforçam as boas consistências em medições com análises no domínio do tempo com gravações de 5 minutos (NUSSINOVITCH, et al. 2012; ERNST, 2014; KOENIG, et al. 2014)

A análise do domínio da frequência mede as oscilações periódicas no sinal da frequência, fornecendo informações sobre a intensidade relativa de cada uma. Os valores de LF, HF e LF/HF das gravações de 1 e 5 minutos obtidos em nossos

resultados apresentaram correlações baixíssimas, isso porquê gravações de curto prazo tendem a apresentar dados inconsistentes quando analisadas no domínio da frequência (ERNST, 2014). Nunan, et al (2007) realizaram um estudo de validação do frequencímetro Polar S810, utilizando como amostra 19 homens e 14 mulheres com medições de 5 minutos em posição supina. Foram analisadas as variáveis RMSSD, SDNN, LF, HF e LF/HF. O Polar apresentou correlações boas e quase perfeitas nas variáveis do domínio do tempo, o que não aconteceu nos valores dos parâmetros na análise da frequência.

Nossos resultados apresentaram maiores correlações em medições de 5 minutos em comparação com as medidas de 1 minuto utilizando o mesmo protocolo. Destacando assim, a existência de limitações nas gravações ultra curtas (gravações de menos de 1 minuto). Outros estudos constataram que medições de 5 minutos são equivalentes as medições realizadas em tempos de 24 horas, sendo ambas medidas devidamente apropriadas (MALIK, et al. 1996; MAZZEO, et al. 2011). Gravações de 5 minutos utilizando o método gravação da VFC por meio de um smartphone apresentaram resultados semelhantes aos encontrados em nosso estudo. Plews, et al. (2017) realizaram a comparação entre o app HRV4training, eletrocardiograma e monitor de frequência cardíaca. Analisando o parâmetro RMSSD observaram fortes correlações entre os métodos, $r=1,00$ para o ECG vs PPG e $r=0,98$ para o frequencímetro cardíaco vs PPG.

As gravações de 1 minuto apresentaram correlações fortes nos parâmetros FC e RMSSD e correlação mediana nos parâmetros SDNN e LF. Esses resultados apontam para a possibilidade da aplicabilidade prática de medidas ultra curtas da VFC através do método fotoplestimografia extraídos de um smartphone. A facilidade é a principal vantagem de se obter medidas com durações ultra curtas, por apresentar maior praticidade para aplicabilidade de métodos de análise da VFC para uso clínico e usabilidade individual como dispositivo de saúde pessoal. (Baek, et al. 2015),

As limitações do nosso estudo foram com relação ao horário de coleta, número de amostra, protocolos e população. O que torna a quantidade de participantes suficiente para obtenção de dados fidedignos. Durante as gravações não foi determinado padrão de respiração específico. Nossa amostra foi composta por

homens saudáveis, o que limita a aplicabilidade dos resultados encontrados a esse grupo em específico.

5 CONCLUSÃO

Para o método de medição da Variabilidade da Frequência Cardíaca através de um aplicativo para smartphone, as análises no domínio do tempo apresentaram-se mais válidas em relação às análises no domínio da frequência. Os parâmetros da VFC nas medidas de 5 minutos apresentaram maiores correlações que as medidas de 1 minuto.

REFERÊNCIAS

MORAES, Jermana L. et al. Avanços na Análise de Sinal de Fotopletismografia para Aplicações Biomédicas. **Sensores (Basel, Suíça)**, v. 18, n. 6, 2018.

ALTINI, Marco; AMFT, Oliver. Hrv4training: Análise de carga de treinamento longitudinal em grande escala em configurações ilimitadas de vida livre usando um aplicativo de smartphone. Em: **Engenharia em Medicina e Biologia Society (EMBC), 2016 IEEE 38 Conferência Anual Internacional do IEEE**, 2016. p. 2610-2613.

PENG, Rong-Chao et al. Extraction of heart rate variability from smartphone photoplethysmograms. **Computational and mathematical methods in medicine**, v. 2015, 2015.

HEATHERS, James AJ. Everything Hertz: methodological issues in short-term frequency-domain HRV. **Frontiers in physiology**, v. 5, p. 177, 2014.

LABORDE, Sylvain; MOSLEY, Emma; THAYER, Julian F. Heart rate variability and cardiac vagal tone in psychophysiological research—recommendations for experiment planning, data analysis, and data reporting. **Frontiers in psychology**, v. 8, p. 213, 2017.

MALIK, Marek et al. Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. **European heart journal**, v. 17, n. 3, p. 354-381, 1996.

MASSARO, Sebastiano; PECCHIA, Leandro. Heart rate variability (HRV) analysis: A methodology for organizational neuroscience. **Organizational Research Methods**, p. 1094428116681072, 2016.

MCCRATY, Rollin; SHAFFER, Fred. Heart rate variability: new perspectives on physiological mechanisms, assessment of self-regulatory capacity, and health risk. **Global Advances in Health and Medicine**, v. 4, n. 1, p. 46-61, 2015.

PLEWS, Daniel J. et al. Comparação do registro da variabilidade da frequência cardíaca com fotopletismografia por smartphone, cinta torácica Polar H7 e eletrocardiografia. **Revista internacional de fisiologia e performance esportiva**, v. 12, n. 10, p. 1324-1328, 2017.

THOMAS, Jerry R.; NELSON, Jack K.; SILVERMAN, Stephen J. **Métodos de pesquisa em atividade física**. Artmed Editora, 2009.

BAEK, Hyun Jae et al. Reliability of ultra-short-term analysis as a surrogate of standard 5-min analysis of heart rate variability. **Telemedicine and e-Health**, v. 21, n. 5, p. 404-414, 2015.

DA SILVA, Vanessa Pereira et al. Heart rate variability indexes as a marker of chronic adaptation in athletes: a systematic review. **Annals of Noninvasive Electrocardiology**, v. 20, n. 2, p. 108-118, 2015.

ERNST, Gernot. **Heart rate variability**. 2014.

GARCIA-AGUNDEZ, Augusto; DUTZ, Tim; GOEBEL, Stefan. Adapting smartphone-based photoplethysmography to suboptimal scenarios. **Physiological measurement**, v. 38, n. 2, p. 219, 2017.

KOENIG, Julian et al. Body mass index is related to autonomic nervous system activity as measured by heart rate variability—a replication using short term measurements. **The journal of nutrition, health & aging**, v. 18, n. 3, p. 300-302, 2014.

MATSUMURA, Kenta; YAMAKOSHI, Takehiro. iPhysioMeter: a new approach for measuring heart rate and normalized pulse volume using only a smartphone. **Behavior research methods**, v. 45, n. 4, p. 1272-1278, 2013.

NUNAN, David et al. Validity and reliability of short-term heart-rate variability from the Polar S810. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 41, n. 1, p. 243-250, 2009.

NUSSINOVITCH, Udi et al. Evaluating reliability of ultra-short ECG indices of heart rate variability in diabetes mellitus patients. **Journal of Diabetes and its Complications**, v. 26, n. 5, p. 450-453, 2012.

APÊNDICE A- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA PARTICIPANTE DA PESQUISA

Universidade Federal do Pará
Faculdade de Educação Física

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

ANÁLISE DOS PROTOCOLOS DE MEDIÇÃO DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA EM HOMENS UNIVERSITÁRIOS

Objetivo da pesquisa: Analisar a reprodutibilidade e validade do aplicativo HRV4Training na medição da frequência cardíaca em indivíduos tetraplégicos com paralisia dos músculos intrínsecos da mão.

Procedimentos do estudo: Caso você aceite participar da pesquisa serão avaliados as suas medidas através de equipamentos apropriados e por profissionais especializados em todos os procedimentos. Os equipamentos e os métodos que serão adotados não são equipamentos perigosos a sua saúde. Previamente suas medidas de peso, estatura e circunferência abdominal serão medidas por meio de balanças e fitas. Será necessário que você utilize uma cinta elástica abaixo dos mamilos, nela estará acoplado um sensor que captará seus batimentos cardíacos. Vamos orientá-lo para que sinta seguro em manusear o smartphone durante a coleta, realizando ensaios e exemplificando a forma como segurar o aparelho e posicionar o dedo sobre a câmera. Duas coletas de dados serão realizadas, primeiramente com duração de 5 minutos e a segunda com duração de 1 minuto.

Desconforto e riscos de participação: Ao participar desta pesquisa, não correrá nenhum risco quanto a sua integridade física ou moral. O desconforto pode acontecer devido ao tempo para a realização das atividades, que terá uma duração de aproximadamente 20 minutos. Além de permanecer por algum tempo sem camisa, para que o avaliador coloque uma cinta em tórax.

Benefícios da Pesquisa: Você não terá nenhum benefício direto com sua participação, mas estará ajudando na análise de novos possíveis métodos para medir a variabilidade da frequência cardíaca em diferentes protocolos de tempo.

Esclarecimentos: Você é convidado a participar da pesquisa, portanto não é obrigado a aceitar e pode se recusar ou retirar o seu consentimento em qualquer fase da pesquisa sem qualquer

problema. Caso você não se sinta a vontade com algum dos procedimentos, poderá questionar e interrompe-lo, mas isto não inviabiliza a sua participação nos demais protocolos se isto for de sua vontade. Para isso basta falar com o pesquisador. Em qualquer momento, você poderá pedir mais informações ou esclarecimentos sobre a pesquisa e sua participação. Para informações ou reclamações sobre os aspectos éticos você pode entrar em contato com o pesquisador através dos contatos abaixo relacionados.

Confidencialidade: A sua identidade e de todos os voluntários serão mantidas em total segredo, tanto pelo pesquisador como pela instituição onde será realizada a pesquisa. Os resultados da pesquisa poderão ser divulgados em palestras, cursos, conferências, periódicos científicos ou outra forma de divulgação que possa transmitir os conhecimentos para a sociedade e profissionais da área, sempre sem nenhuma identificação dos participantes.

Gastos Adicionais: você não terá gastos financeiros.

Consentimento Pós-informação:

Após ler e compreender as informações acima, eu _____, portador da Carteira de Identidade n. _____, esclarecido sobre todos os aspectos da pesquisa como objetivos, riscos, procedimentos e sigilo, de livre vontade dou meu consentimento para minha inclusão como sujeito da pesquisa e utilização da minha imagem para que seja feito um vídeo para as equipes que participação da validação dos testes.

Assim assino este documento de autorização e recebo uma cópia do mesmo.

Assinatura do Participante Voluntário

Data:

_____/_____/____

Assinatura do Pesquisador

Data:

_____/_____/____

Data: ____/____/____

Assinatura do Pesquisador

Andressa de Souza Maciel

Fone: (91) 98495-9832

E-mail: andressasouzamcl@gmail.com

Eduardo Augusto Farias da Silva

Fone: (91) 98410-4776

E-mail: Eduardo.augustoufpa@gmail.com