



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE CASTANHAL
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA

THYAGO MARTINS VIANA DA SILVA

**AVALIAÇÃO DE CONCORDÂNCIA ENTRE INSTRUMENTOS MÓVEIS PARA A
VERIFICAÇÃO DE VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA.**

**CASTANHAL
2021**

THYAGO MARTINS VIANA DA SILVA

**AVALIAÇÃO DE CONCORDÂNCIA ENTRE INSTRUMENTOS MÓVEIS PARA A
VERIFICAÇÃO DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado para a obtenção do grau de
Licenciatura Plena em Educação Física,
Faculdade de Educação, Campus
Universitário de Castanhal, Universidade
Federal do Pará.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Macedo
Penna

CASTANHAL

2021

THYAGO MARTINS VIANA DA SILVA

**AVALIAÇÃO DE CONCORDÂNCIA ENTRE INSTRUMENTOS MÓVEIS PARA A
VERIFICAÇÃO DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado para a obtenção do grau de
Licenciatura Plena em Educação Física,
Faculdade de Educação, Campus
Universitário de Castanhal, Universidade
Federal do Pará.

Data de Aprovação: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Eduardo Macedo Penna
Orientador – UFPA

Prof. Dr. Victor Silveira Coswig
UFPA

Prof. Msc. Alessandra Mendonça Tomás
UFPA

Dedico esse trabalho a todos aqueles que estiveram ao meu lado e compartilharam desse sonho, por estarem comigo em meio as alegrias e nos obstáculos percorridos, a minha família meu pai, mãe e irmã, amo vocês.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por tudo que me proporcionou até aqui, por ter me ajudado a chegar onde estou e pelas várias conquistas ao longo desse percurso, o Senhor é fera.

Agradeço aos meus pais Carlos e Edileuda, sem vocês eu não sei o que seria e nem onde estaria, vocês são minha base e minha força sempre me incentivaram a correr atrás de meus sonhos e dar o meu melhor onde quer que eu estivesse, se eu sou o homem que sou hoje isso tudo é reflexo dos pais incríveis que vocês são.

Um espaço aqui para agradecer a minha irmãzinha, Talita eu te amo muito pequena obrigado pelo carinho e pela parceria ao longo da nossa curta jornada até aqui, não podia deixar de mencionar meu irmão de outra mãe Eduardo Gomes nossa ligação vem desde a barriga de nossas mães, grato pelos momentos de descontração ao longo desse processo, “tamo junto” sempre irmão.

Aqui chega o momento de agradecer aqueles que me acompanharam ao longo desses quatro anos de formação, turma 2017.1 não tenham dúvida que nós somos a melhor turma desse campus, meu agradecimento é em especial pelo crescimento que tive ao lado de vocês onde em muitas vezes posso ter sido rígido sério e enjoado, mas vocês mostraram que a vida nem sempre precisa ser levada tão a sério, sorrir é bem melhor e deixa a vida mais leve.

Dentro de uma turma sempre há aqueles que são mais próximos a nós nesse caso meus queridos amigos Layne Damasceno, Julio Cesar, Murilo Lopes, Romulo Sousa e Marlana Rodrigues. Já sabem né? Vocês são pessoas extraordinárias, esforçadas e dedicadas não tenho dúvida que irão longe, Avante meus amigos!

E por fim, mas não menos importantes agradeço a todos meus professores de formação, em especial meu orientador Dr. Eduardo Penna agradeço pela parceria atenção e dedicação nesse processo tão importante de conclusão, aprendi muito contigo. Dr. Victor Coswig, o homem que me fez voltar os olhos para ciência no início da graduação obrigado pelos incentivos, puxões de orelha e todas as oportunidades oferecidas dentro e fora da sala de aula. Dr. Sérgio Eduardo Nassar, o cara que fez eu me apaixonar ainda mais pelo espaço aquático enquanto fui bolsista do projeto de extensão “Atividades Aquáticas”, sou muito grato pela sua vida e pelo tempo que investiu na minha, tanto na formação acadêmica quanto na construção profissional.

Muito obrigado a todos vocês.

“Parte da jornada é o fim”
(STARK, 2019).

RESUMO

Objetivo do presente estudo foi investigar a concordância entre métodos de avaliação da variabilidade da frequência cardíaca obtidos por meio do aplicativo para dispositivos móveis *ELITE HRV* e o monitor cardíaco *Polar® (V800)* + software Kubius HRV 3.3.1 ambos associados a uma fita torácica (H10). Participaram do estudo 40 indivíduos, sendo estes 23 do sexo masculino e 17 do sexo feminino, com média de idade de $24,08 \pm 5,50$ anos, estatura $1,74 \pm 0,03$ metros, massa corporal $60,00 \pm 10,00$ quilogramas e IMC $19,72 \pm 2,62$. Este estudo é caracterizado como quantitativo e aplicado de forma transversal. Para a coleta de dados essa pesquisa contou com somente um encontro, em que os sujeitos foram orientados a permanecer na posição sentada de maneira estabilizada por cerca de cinco minutos para realizar a aquisição de dados nos instrumentos, ou seja, cinco minutos utilizando o transmissor cardíaco (H10) com acompanhamento e armazenamento de dados via monitor cardíaco *Polar® (V800)* e posteriormente o mesmo período equivalente para o aplicativo *ELITE HRV*. A partir disso foram coletadas as variáveis: SDNN (desvio padrão entre intervalos normal a normal) e RMSSD (a raiz quadrada das diferenças médias de intervalos NN sucessivos). Para realização das análises foram selecionados dois coeficientes estatísticos a correlação de Person e a correlação intraclassa destinado às avaliações intrer-instrumentos. Em conclusão, quando comparado com uma medida válida como o monitor cardíaco *Polar® (V800)* o APP *Elite HRV* apresentou valores de concordância excelente e moderado para as variáveis analisadas (RMSSD e SDNN) podendo encorajar a recomendação de uso desse instrumento de forma associada a outros parâmetros validados.

Palavras-Chaves: Variabilidade da frequência cardíaca, monitoramento, aplicativos para smartphone

ABSTRACT

The aim of the present study was to investigate the agreement in heart rate variability domain methods of the ELITE HRV mobile app together with the Polar® heart monitor (V800) + Kubius HRV 3.3.1 software, both associated with a chest strap (H10). Participated in the study 40 individuals, 23 males and 17 females, with a mean age of 24 ± 5 years, height 1.7 ± 0.03 meters, body mass 60 ± 10 kilograms and BMI 19 ± 2 . This study is characterized as quantitative and applied in a transversal way. For data collection, this research had only one meeting, where the study subjects were instructed to remain in a stabilized sitting position for about five minutes to perform the measurement on the instruments, that is, five minutes using the cardiac transmitter (H10) with tracking and data storage via Polar® heart monitor (V800) and then the same equivalent period for the ELITE HRV app. From this, the following variables were collected: SDNN (standard deviation between normal to normal intervals) and RMSSD (the square root of the mean differences of successive NN intervals). To carry out the analysis, two statistical coefficients were selected, Person's correlation and the intraclass correlation intended for intra-instrument evaluations. In conclusion, when compared with a valid measure such as the Polar® heart monitor (V800), the APP Elite HRV presented excellent and moderate agreement values for the analyzed variables (RMSSD and SDNN) which may encourage the recommendation to use this associated instrument with other validated parameters.

Keywords: Heart rate variability, monitoring, smartphone apps

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	13
2.1	Amostra.....	13
2.2	Instrumentos	13
2.3	Delineamento.....	14
2.4	Procedimentos	15
2.5	Análise estatística.....	16
3	RESULTADOS	16
4	DISCUSSÃO	18
5	CONCLUSÃO.....	20
	REFERÊNCIAS	21

1 INTRODUÇÃO

A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) refere-se as oscilações dos intervalos entre batimentos cardíacos (TEGEGNE *et al.*, 2020). É usado como referência para indicar a funcionalidade do sistema nervoso autônomo (SNA) em indivíduos saudáveis, pessoas que apresentam doenças cardiovasculares e aqueles com outros fatores de risco (AESCHBACHER *et al.*, 2016). O SNA formula diante de influências neurais aferentes uma interação de estímulos e inibições para gerar reorganizações fisiológicas que dependem das características ambientais e situacionais apresentadas no momento (CATAI *et al.*, 2020). Uma grande variação nos intervalos de tempo entre os batimentos normalmente reflete um indivíduo saudável, pois é sinal de boa adaptação e sinais autonômicos eficientes enquanto o inverso, ou seja, uma baixa variabilidade caracteriza um sinal autônomo disfuncional (CAMM; MALIK, 1996; VANDERLEI *et al.*, 2009)

Pelo fato da VFC ser um parâmetro não invasivo e sensível a diversos comprometimentos na saúde, tornou-se um instrumento alvo de diversos estudos (BENICHO *et al.*, 2018; FORTE; FAVIERI; CASAGRANDE, 2019; JIMÉNEZ MORGAN; MOLINA MORA, 2017), pois a partir dessa ferramenta pode-se avaliar aspectos como coerência na relação entre a quantidade de carga externa e interna de treino, assim como fornecer indicadores antecipados na queda de desempenho ou possíveis lesões (PLEWS *et al.*, 2013).

Ao utilizar a VFC, nessa perspectiva, pode contribuir com um aspecto de praticidade para pesquisadores que atuam na área da saúde e do esporte, reforçando a necessidade de um monitoramento eficaz nas suas práticas cotidianas, visto que o monitoramento realizado de forma eficiente pode se obter uma melhor relação entre as atividades planejadas e suas respostas fisiológicas (PEREIRA *et al.*, 2020).

Apesar da sua ampla recomendação no contexto clínico e prático, é importante que os procedimentos de coleta de dados sejam feitos de maneira padronizada (CATAI *et al.*, 2020). Por motivos de influências contextuais, ao se interpretar dados da VFC é recomendado o controle de diferentes variáveis como idade, sexo, frequência cardíaca e estado de saúde (BONNEMEIER *et al.*, 2003; DONGFENG; XIAOLI; XIN, 2016; KOENIG; THAYER, 2016), assim como posição do corpo (CATAI M *et al.*, 2014) e fatores ambientais como horário de coleta e variações na temperatura (SHAFFER; MCCRATY; ZERR, 2014). Já que estes são capazes de

influenciar a relação entre o processo de modulação do ritmo cardíaco diante de respostas do SNA (SHAFFER; MCCRATY; ZERR, 2014).

Dessa forma, para se obter valores confiáveis de diagnósticos, além de uma coleta com exatidão, faz-se necessário a utilização de ferramentas com alta fidedignidade, como é o caso do eletrocardiograma (ECG) (SHAFFER; GINSBERG, 2017). No entanto, o ECG é um instrumento voltado comumente a ambientes laboratoriais dificultando o manuseio em contextos de aplicações externas. Nesse sentido, aparelhos como cardiofrequencímetros, além de apresentarem uma crescente tendência no mercado fitness (THOMPSON, 2019), parecem solucionar tais problemas, visto que são mais acessíveis quanto a sua aplicabilidade e portabilidade ao ambiente externo, contudo com preços ainda significativos. Nesse sentido, aplicativos para dispositivos móveis (APP) tem se mostrado alternativas válidas e reproduzíveis, não somente na relação do deslocamento, mas também por oferecer um melhor custo-benefício (AZEVEDO *et al.*, 2019; BALSALOBRE-FERNÁNDEZ *et al.*, 2018; HAYNES *et al.*, 2019).

Para monitorar a VFC, diversos APP's para *tablets* e *smartphones* são encontrados no mercado, contudo nem todos apresentam uma boa relação de confiabilidade (GUZIK *et al.*, 2018). No entanto, é possível indentificar aplicativos que foram avaliados quanto a isso e alcançaram índices satisfatórios de validade, como é o caso do APP HRV4Training® que através da mensuração por fotoplestimografia obteve alta relação entre a FC e VFC após ser investigado em um ambiente autônomo e não supervisionado (ALTINI; AMFT, 2016). Também o APP HRV Expert® da CardioMood juntamente com uma cinta torácica H10 Polar®, proporcionaram excelente conformidade quando comparados com o ECG para todas as variáveis de domínio de tempo, domínio de frequência e variáveis não lineares (PEREIRA *et al.*, 2020). Diante disso, a importância dos APP's quanto a sua praticidade e viabilidade torna-se cada vez mais evidente, de forma a ser incentivado cada vez mais seus estudos por pesquisadores da área (PERROTTA *et al.*, 2017).

Nesse contexto, a utilização de instrumentos validados com boa confiabilidade e que apresentam concordância para mensurar a VFC, auxiliariam diversos profissionais na área da saúde, assim como pesquisadores da medicina esportiva, já que o emprego de ferramentas confiáveis e de melhor relação custo-benefício favoreceria seu uso em situações de ambiente não laboratoriais. Portanto, o objetivo desse estudo foi investigar a concordância do APP *Elite* HRV com os dados obtidos

por meio do monitor cardíaco Polar® V800 + análise no software Kubios HRV Standard.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Amostra

Participaram do estudo 40 indivíduos, sendo estes 23 do sexo masculino e 17 do sexo feminino, com média de idade de $24,08 \pm 5,50$ anos, estatura $1,74 \pm 0,03$ metros, massa corporal $60,00 \pm 10,00$ quilogramas e IMC $19,72 \pm 2,62$. Entre estes sujeitos 85% afirmaram estar realizando exercício físico de forma frequente e sistematizada a pelo menos 3 meses, enquanto 15 % relataram não exercer nenhuma prática. Para elaboração e aplicação do projeto, foi necessário estabelecer requerimentos metodológicos e éticos, para resguarda os sujeitos que iriam participar do projeto, deste modo, foi elaborado o termo de consentimento livre esclarecido (TCLE) no qual foram descritos o delineamento e os procedimentos que iriam ser desenvolvidos, assim como os riscos e benefícios do projeto, assegurados da participação os sujeitos assinavam o acordo. Este estudo foi aprovado pelo comitê de ética sob parecer número CAAE 55286716.0.0000.5149

2.2 Instrumentos

Aquisição dos dados de VFC

Para aquisição dos dados de VFC, foi utilizada uma fita torácica da marca Polar® modelo H10. Essa fita foi afixada no tórax dos sujeitos e posicionada medialmente junto à borda inferior do osso esterno.

Monitor Polar® V800 + análise no software Kubios HRV Standard.

Pareada a fita torácica, foi utilizado o monitor cardíaco *Polar®* modelo V800 que registrou continuamente a medida da VFC durante 5 minutos. Posteriormente, esses dados foram extraídos por meio da plataforma *Polar®* Flow e analisados no Software *Kubios HRV Standard* versão 3.3.1. Seguindo recomendações anteriores (HOLMES *et al.*, 2020), para análise no software foi excluído o 1º minuto de coleta e registrado os valores do domínio do tempo da VFC a partir do 2º minuto. A correção de batimentos ectópicos aplicada foi de 3%

APP *Elite* HRV

O *Elite* HRV é um aplicativo para *smartphone* ou *tablet* disponível nas plataformas *android*® ou *IOS*® com a proposta de oferecer dados da VFC com todas suas especificidades avançadas. Com uma leitura simples, dinâmica e acessível, esse aplicativo tem se mostrado uma ferramenta promissora quando se trata da aplicabilidade e funcionalidade nas coletas dessa variável (PERROTTA *et al.*, 2017).

Variáveis da VFC analisadas

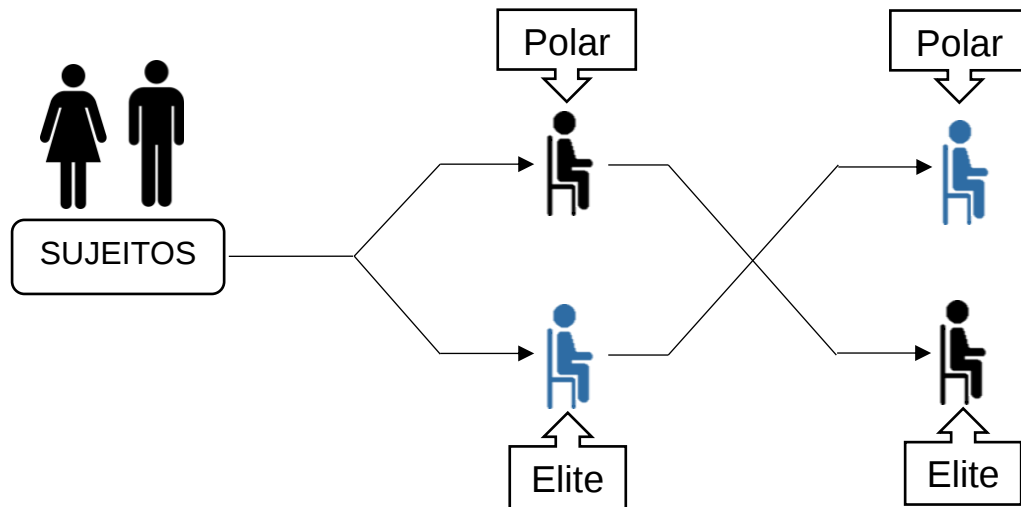
RMSSD – desvio-padrão de todos os intervalos RR normais gravados em um intervalo de tempo, expresso em milissegundos

SDNN - raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre os intervalos RR normais adjacentes, em um intervalo de tempo, expresso em milissegundos

2.3 Delineamento

Este estudo é caracterizado como quantitativo e aplicado de forma transversal (THOMAS; NELSON, 2002), após a assinatura e conscientização dos participantes para a realização dos testes, foi necessário um encontro com cada participante para realização das coletas. Os sujeitos de estudos foram orientados a permanecer na posição sentada de maneira estabilizada por cerca de cinco minutos para realizar a aferição, ou seja, cinco minutos utilizando o transmissor cardíaco da marca *Polar*® (H10) com acompanhamento e armazenamento de dados via monitor cardíaco *Polar*® (V800) e posteriormente o período equivalente para o aplicativo *ELITE HRV*. Essas coletas foram realizadas de forma aleatorizada em detrimento das avaliações anteriores, ou seja, havia alternância por iniciar pelo APP ou monitor cardíaco em cada avaliação, conforme ilustrado na figura1.

Figura 1 - Desenho experimental do procedimento da pesquisa



2.4 Procedimentos

Os participantes foram orientados previamente a permanecer sentados confortavelmente e estabilizados evitando qualquer interação com o avaliador no momento da coleta, seja ela por fala ou gesticulação, em relação a profundidade de respiração foram instruídos a realizar respirações em seu ritmo natural. Em seguida foi colocado uma fita transmissora cardíaca *Polar®* (H10) na região próximo ao esterno, a fita foi umedecida para melhor transmissão de dados como indicado pelo fabricante. Após esses procedimentos foi iniciado o registro e monitoramento. Com um período de cinco minutos em cada ferramenta de aferição (*Polar®* V800 e *Elite* HRV), esse intervalo de tempo é considerado suficiente para examinar os índices de domínio de tempo para análises ultra-curtas (CMM; MALIK, 1996).

A partir disso foram coletadas as variáveis: SDNN (desvio padrão entre intervalos normal a normal) e RMSSD (a raiz quadrada das diferenças médias de intervalos NN sucessivos). As variáveis do aplicativo *ELITE* HRV foram transcritas para uma planilha de *Excel* para análises posteriores, já os dados do monitor cardíaco *Polar®* foram sincronizados para a plataforma *Polar®* Flow, onde os dados foram exportados e enviados para software *Kubios* HRV Standard versão 3.3.1 para seguir o processo de análises.

2.5 Análise estatística

Primeiramente para análise de correlação entre os instrumentos foi adotado a utilização do Coeficiente de Correlação de Pearson. E em seguida a fim de analisar o nível de concordância entre esses instrumentos foi utilizado o Coeficiente de Correlação Intraclass (ICC), para as medidas de variabilidade da frequência cardíaca: RMSSD e SDNN. Os valores do ICC foram classificados da seguinte maneira: < 0,5 (Baixa), 0,5 a 0,75 (Moderada) 0,75 a 0,90 (Boa) e > 0.90 (excelente). Todos os testes foram executados através do software SPSS versão 20.0.0 e para todas as análises foi considerada significância estatística quando $p \leq 0.05$.

3 RESULTADOS

Ao avaliar os valores de RMSSD produzidos por meio do aplicativo ELITE HRV e Kubios HRV *Standard*, nossos resultados puderam observar uma excelente concordância entre esses instrumentos dispondo ainda de uma significância estatística expressiva (ICC = 0,932; $p < 0,000$). Ainda se tratando do Coeficiente de Correlação Intraclass, os valores do parâmetro SDNN (ICC= 0,550; $p < 0,0001$) também foram considerados estatisticamente significantes, no entanto sua concordância apresentou valores moderados para essa variável (KOO; LI, 2016).

Tabela 1 - Valores do coeficiente de correlação intraclass e Person inter-instrumentos.

	rMSSD		SDNN	
	ICC (p)	r(p)	ICC (p)	r(p)
KUBIOS/ELITE	0,932	0,881	0,550	0,544
	(<0,000)	(<0,000)	(<0,0001)	(<0,000)

ICC: coeficiente de correlação intraclass, r: Coeficiente de correlação de Person, p: Nível de significância de $p \leq 0,05$.

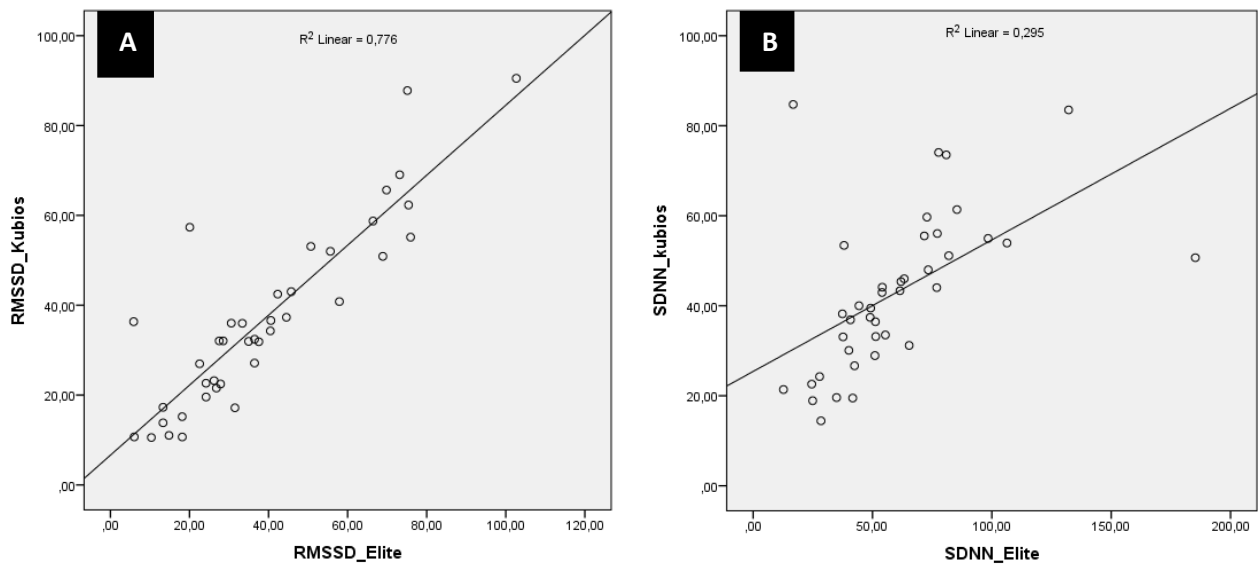
Tabela 2 - Valores de média e desvio padrão para rMSSD e SDNN

	rMSSD	SDNN
	Média±DP	Média±DP
KUBIOS	36,89 ± 20,21	42,80 ± 17,32
ELITE	38,8 ± 22,9	59,5 ± 32,2

DP: Desvio Padrão.

De modo semelhante, as análises de correlação de Person apresentaram uma correlação boa entre a variável RMSSD ($r = 0,881$) disponibilizada no aplicativo Elite HRV juntamente com o programa Kubios HRV Standard, já o valor de SDNN ($r = 0,544$) pode ser atribuído uma moderada correlação, apesar das diferenças ambos demonstraram significância estatística em suas variáveis ($p < 0,000$). (KOO; LI, 2016).

Figura 2 – Correlação intraclassas para as variáveis rMSSD e SDNN Inter-instrumentos Elite HRV e Kubios HRV Standard v 3.3.1



4 DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi investigar a concordância do aplicativo para dispositivo móvel *Elite HRV* em comparação ao monitor cardíaco *Polar® (V800)* + software *Kubius HRV 3.3.1*. Após o período de coleta e análise nossos principais achados evidenciaram que o monitor cardíaco *Polar® (V800)* + software *Kubius HRV* e o aplicativo móvel *Elite HRV* apresentaram índices de correlação inter-instrumentos excelente e moderada para as variáveis (RMSSD e SDNN) respectivamente.

Estudos com intuito de comparar métodos de mensuração são comumente utilizados para auxiliar no processo de validação ou para observar se entre as ferramentas analisadas há existência de uma boa concordância (AZEVEDO *et al.*, 2019; BALSALOBRE-FERNÁNDEZ *et al.*, 2018). Diante disso, Perrotta *et al.*, (2017) relacionou o APP *Elite HRV* com dados extraídos no *Kubios HRV 2.2* para avaliar a modulação vagal com o parâmetro rMSSD. Como resultado, demonstraram uma correlação inter-instrumento extremamente grande ($r = 0,92$; IC 95% = 0,90; 0,93, $p < 0,0001$). Para obter esses resultados foi utilizado o dobro do tempo necessário para examinar o índice de domínio de tempo, o que pode ter favorecido a obtenção de maiores intervalos R-R para as análises finais, desta forma a nossa abordagem metodológica optou por investigar um período de 5 minutos afim de observar de forma mais concisa as variância nos ciclos R-R em seus índices vagais, de modo a garantir a estabilidade do sinal esse período de tempo já se apresenta como suficiente para gerar análises confiáveis, a menos que o desenho experimental do estudo necessite de tal aplicação sistemas estacionários devem ser preferidos para avaliação da VFC de curto prazo (CAMM; MALIK, 1996).

Nesse contexto, segundo o estudo conduzido por Guzik (2018), após comparar parâmetros de VFC por meio de uma fita torácica H7 associada ao aplicativo *Elite HRV* e a abordagem clássica de ECG, a regressão linear mostrou valores de 0.93 ($p < 0.0001$) para intervalo R-R médio que foi significativamente mais longo, enquanto SDNN 0.73 ($p < 0.0001$) e RMSSD 0.67 ($p < 0.0001$) foram menores para a abordagem de VFC móvel demonstrando diferença significativamente estatística entre as abordagens realizadas. Nossos achados se direcionam para um caminho oposto a esse, visto que os dados obtiveram valores de ICC excelente para RMSSD (0,93) e moderado para o parâmetro SDNN (0,55), no APP *Elite HRV* isso pode ser justificado pois, como relatado em estudos anteriores (FLATT; ESCO, 2013; WANG *et al.*, 2017),

a fonte do sinal de pré e pós processamento entre os monitores cardíacos pode justificar uma potencial diferença entre as abordagens de VFC, visto que, o ECG passa por uma edição manual dos dados RR afim de identificar e classificar de forma mais correta os complexos QRS, no entanto os APP's para dispositivos moveis normalmente não apresentam esse processo de identificação manual utilizando de filtros automáticos para a classificação dos complexos QRS, neste aspecto pelo fato de utilizarmos dois dispositivos moveis a relação entre o processamento de forma automática pode ter favorecido a relação de concordância entre os instrumentos de pesquisa. (GILES; DRAPER; NEIL, 2016)

Para a análise de variáveis contínuas, tal como o RMSSD e SDNN, a correlação de *Pearson* se apresenta como uma das formas para a investigação dessas relações estatísticas (BENESTY; CHEN; HUANG, 2008). Perrotta *et al.*, (2017) descreve essa interação estatística como um artifício para expressar a força de relação entre dados. A classificação encontrada em nossos estudos para as variáveis RMSSD e SDNN foi de boa e moderada correlação, respectivamente. Isso pode ser explicado, pois, esses parâmetros apresentaram associações positivas entre instrumentos, ou seja, os valores apresentam crescimento e diminuição na mesma direção, para além disso os resultados de correlação intraclases também expressaram valores de concordância entre os instrumentos, podendo reforçar tais achados. Portanto, podemos inferir que além de haver associações positivas entre os instrumentos também existe uma concordância entre eles o que pode implicar na recomendação para o uso deste instrumento (MANSOURNIA *et al.*, 2021).

Apesar desses achados, nosso estudo apresenta algumas limitações quanto as variáveis que não foram controladas e que podem afetar a VFC, como sedentarismo, qualidade do sono, ambiente e dieta. Entretanto, não foi o objetivo desta pesquisa investigar a relação dessas variáveis com a VFC (AESCHBACHER *et al.*, 2016). E por fim, a análise a partir da observação isolada da correlação de *Pearson*, é vista como uma limitação, pois mesmo identificando o grau de correlação entre as variáveis não é possível especificar se tais medidas concordam, e nesse aspecto além da correlação de *Pearson* foi incluído o coeficiente de correlação intraclases para verificar se haveria ou não concordância entre os instrumentos (MANSOURNIA *et al.*, 2021; PERROTTA *et al.*, 2017; PLEWS *et al.*, 2017).

5 CONCLUSÃO

O monitoramento da VFC principalmente no meio desportivo tem se tornado cada vez mais frequente, por se tratar de uma medida prática e eficaz para inferir diversos parâmetros relacionados a saúde ou até mesmo antecipando possíveis lesões e quedas de desempenho esportivo, quando realizado de forma eficiente, além de tudo isso essa variável consegue otimizar a relação entre cargas internas e externas de treino fornecendo uma melhor relação entre as atividades planejadas e suas respostas fisiológicas. Em virtude do deslocamento de alguns desportistas em períodos de competição seria interessante uma ferramenta para o acompanhamento dessa variável, essa opção permitiria o apoio contínuo da equipe de fisiologistas que em muitos casos não viajam com as equipes.

Pela questão de oferecer uma coleta de forma fácil, intuitiva e ainda fornecer a exportação dos dados para análises desde que haja conexão com internet o aplicativo *Elite HRV* pode ser apresentado como uma medida a ser utilizada em algumas dessas situações, visto que, na correlação entre instrumentos as variáveis RMSSD e SDNN apresentaram valores classificados como bom e moderado respectivamente. Portanto, quando comparado com uma medida válida como o monitor cardíaco *Polar®* (V800) o APP *Elite HRV* apresentou valores de concordância excelente e moderado para as variáveis analisadas (RMSSD e SDNN) podendo encorajar a recomendação de uso desse instrumento de forma associada a outros parâmetros validados. Sugere-se, ainda que mais estudos sejam realizados com diferentes metodologias e com um número amostral maior afim de reafirmar ou refutar as recomendações atuais de nossos achados.

REFERÊNCIAS

- AESCHBACHER, Stefanie *et al.* Healthy lifestyle and heart rate variability in young adults. **European Journal of Preventive Cardiology**, [s. l.], v. 23, n. 10, p. 1037–1044, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/2047487315623708>
- ALTINI, Marco; AMFT, Oliver. HRV4Training: Large-scale longitudinal training load analysis in unconstrained free-living settings using a smartphone application. **Proceedings of the Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, EMBS**, [s. l.], v. 2016-Octob, p. 2610–2613, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/EMBC.2016.7591265>
- AZEVEDO, A. B.C. *et al.* Application for mobile devices is a valid alternative for vertical jump height measurement in fighters. **Revista Andaluza de Medicina del Deporte**, [s. l.], v. 12, n. 2, p. 83–87, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.33155/10.33155/j.ramd.2019.01.007>
- BALSALOBRE-FERNÁNDEZ, Carlos *et al.* Validity and reliability of a novel iPhone app for the measurement of barbell velocity and 1RM on the bench-press exercise. **Journal of Sports Sciences**, [s. l.], v. 36, n. 1, p. 64–70, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1280610>
- BENESTY, Jacob; CHEN, Jingdong; HUANG, Yiteng. On the importance of the pearson correlation coefficient in noise reduction. **IEEE Transactions on Audio, Speech and Language Processing**, [s. l.], v. 16, n. 4, p. 757–765, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/TASL.2008.919072>
- BENICHOU, Thomas *et al.* Heart rate variability in type 2 diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis. **PLoS ONE**, [s. l.], v. 13, n. 4, p. 1–19, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195166>
- BONNEMEIER, Hendrik *et al.* Circadian profile of cardiac autonomic nervous modulation in healthy subjects: Differing effects of aging and gender on heart rate variability. **Journal of Cardiovascular Electrophysiology**, [s. l.], v. 14, n. 8, p. 791–799, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1046/j.1540-8167.2003.03078.x>
- CAMM, John Camm; MALIK, Marek. Guidelines Heart rate variability. **European Heart Journal**, [s. l.], v. 17, p. 354–381, 1996. Disponível em: <https://doi.org/10.1161/01.CIR.93.5.1043>
- CATAI, Aparecida Maria *et al.* Heart rate variability: are you using it properly? Standardisation checklist of procedures. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, [s. l.], v. 24, n. 2, p. 91–102, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2019.02.006>
- CATAI M, Aparecida *et al.* Effect of the Postural Challenge on the Dependence of the Cardiovascular Control Complexity on Age. **Entropy**, [s. l.], p. 6686–6704, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/e16126686>

DONGFENG, Zhang; XIAOLI, Shen; XIN, Qi. Resting heart rate and all-cause and cardiovascular mortality in the general population: a meta-analysis. **Cmaj**, [s. l.], v. 188, n. 3, p. 53–63, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1503/cmaj.150535/-/DC1>

FLATT, Andrew A.; ESCO, Michael R. Validity of the ithletetm smart phone application for determining ultra-short-term heart rate variability. **Journal of Human Kinetics**, [s. l.], v. 39, n. 1, p. 85–92, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.2478/hukin-2013-0071>

FORTE, Giuseppe; FAVIERI, Francesca; CASAGRANDE, Maria. Heart rate variability and cognitive function: A systematic review. **Frontiers in Neuroscience**, [s. l.], v. 13, n. JUL, p. 1–11, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fnins.2019.00710>

GILES, David; DRAPER, Nick; NEIL, William. Validity of the Polar V800 heart rate monitor to measure RR intervals at rest. **European Journal of Applied Physiology**, [s. l.], v. 116, n. 3, p. 563–571, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00421-015-3303-9>

GUZIK, Przemyslaw *et al.* Classic electrocardiogram-based and mobile technology derived approaches to heart rate variability are not equivalent. **International Journal of Cardiology**, [s. l.], v. 258, p. 154–156, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2018.01.056>

HAYNES, Tom *et al.* The validity and reliability of the My Jump 2 app for measuring the reactive strength index and drop jump performance. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, [s. l.], p. 253–258, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.18.08195-1>

HOLMES, Clifton J. *et al.* The effects of different body positions on the accuracy of ultra-short-term heart rate variability indexes. **Journal of High Technology Management Research**, [s. l.], v. 31, n. 1, p. 100375, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.hitech.2020.100375>

JIMÉNEZ MORGAN, Sergio; MOLINA MORA, José Arturo. Effect of Heart Rate Variability Biofeedback on Sport Performance, a Systematic Review. **Applied Psychophysiology Biofeedback**, [s. l.], v. 42, n. 3, p. 235–245, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10484-017-9364-2>

KOENIG, Julian; THAYER, Julian F. Sex differences in healthy human heart rate variability: A meta-analysis. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews**, [s. l.], v. 64, p. 288–310, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.03.007>

KOO, Terry K.; LI, Mae Y. A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. **Journal of Chiropractic Medicine**, [s. l.], v. 15, n. 2, p. 155–163, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.012>

MANSOURNIA, Mohammad Ali *et al.* Bland-Altman methods for comparing methods

of measurement and response to criticisms. **Global Epidemiology**, [s. l.], v. 3, p. 100045, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.gloepi.2020.100045>

PEREIRA, Reabias de A. *et al.* Validity of a smartphone application and chest strap for recording RR intervals at rest in Athletes. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, [s. l.], v. 15, n. 6, p. 896–899, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1123/ijsp.2019-0406>

PERROTTA, Andrew S *et al.* VALIDITY OF THE ELITE HRV SMARTPHONE APPLICATION FOR EXAMINING HEART RATE VARIABILITY IN A FIELD-BASED SETTING. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [s. l.], v. 31, n. 8, p. 2296–2302, 2017.

PLEWS, Daniel J. *et al.* Comparison of heart-rate-variability recording with smartphone photoplethysmography, polar H7 chest strap, and electrocardiography. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, [s. l.], v. 12, n. 10, p. 1324–1328, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0668>

PLEWS, Daniel J. *et al.* Training adaptation and heart rate variability in elite endurance athletes: Opening the door to effective monitoring. **Sports Medicine**, [s. l.], v. 43, n. 9, p. 773–781, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0071-8>

SHAFFER, Fred; GINSBERG, J. P. An Overview of Heart Rate Variability Metrics and Norms. **Frontiers in Public Health**, [s. l.], v. 5, n. September, p. 1–17, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00258>

SHAFFER, Fred; MCCRATY, Rollin; ZERR, Christopher L. A healthy heart is not a metronome : an integrative review of the heart ' s anatomy and heart rate variability. **Frontiers in Neuroscience**, [s. l.], v. 5, n. September, p. 1–19, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01040>

TEGEGNE, Balewgizie S. *et al.* Reference values of heart rate variability from 10-second resting electrocardiograms: the Lifelines Cohort Study. **European Journal of Preventive Cardiology**, [s. l.], v. 27, n. 19, p. 2191–2194, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/2047487319872567>

THOMAS, J R; NELSON, J K. **Métodos de pesquisa em atividade física**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2002.

THOMPSON, Walter R. Worldwide Survey of Fitness Trends for 2020. **ACSM's Health and Fitness Journal**, [s. l.], v. 23, n. 6, p. 10–18, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1249/FIT.0000000000000526>

VANDERLEI, Luiz Carlos Marques *et al.* Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. **Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular**, [s. l.], v. 24, n. 2, p. 205–217, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0102-76382009000200018>

WANG, Robert *et al.* Accuracy of wrist-worn heart rate monitors. **JAMA Cardiology**,

[s. l.], v. 2, n. 1, p. 104–106, 2017. Disponível em:
<https://doi.org/10.1001/jamacardio.2016.3340>