

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS**

**JOSCELINO PEREIRA DAS POSSES NETO**

**Reprodutibilidade de medidas hemodinâmicas aferidas pelo método de  
fotopletismografia**

**Vitória - ES**

**2019**

**JOSCELINO PEREIRA DAS POSSES NETO**

**Reprodutibilidade de medidas hemodinâmicas aferidas pelo método de  
fotopletismografia**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Educação Física e Desportos da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito final para obtenção do grau de Licenciado em Educação Física.

Orientador (a): Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Luciana Carletti

**Vitória - ES**

**2019**

**JOSCELINO PEREIRA DAS POSSES NETO**

**Reprodutibilidade de medidas hemodinâmicas aferidas pelo método de  
fotopletismografia**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Educação Física e Desportos da Universidade Federal do Espírito Santo como requisito final para obtenção do grau de Licenciado em Educação Física.

Trabalho Defendido e Aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

**Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Luciana Carletti**  
**Universidade Federal do Espírito Santo**  
**Orientadora**

---

**Prof<sup>o</sup> Carlos Brendo Ferreira Reis**  
**Universidade Federal do Espírito Santo**

---

**Prof<sup>o</sup> Dr<sup>o</sup>. Wellington Lunz**  
**Universidade Federal do Espírito Santo**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente gostaria de agradecer aos meus pais, irmão e familiares, esses me deram o apoio necessário para o desfecho de tudo o que ocorreu nesses 4 anos de caminhada dentro da Universidade, é inexistente adjetivos que possam descreve-los. Um bom exemplo nos marca, e me falta palavras para expressar o quanto sou grato por ter fragmentos do seu conhecimento grafados em mim, obrigado, Prof<sup>a</sup> Dra. Luciana Carletti por sempre estar ao meu lado. Obrigado também aos professores (as) Carla Zimerer, Sabrina Alves e Ronildo Stieg pelos ensinamentos e por estarem nessa jornada desde o princípio.

Obrigado ao corpo docente de professores, aos funcionários do Centro de Educação Física e Desportos da Universidade Federal do Espírito Santo e aos amigos que tive o prazer de conhecer ao longo da graduação.

## **NOTA DO AUTOR**

Esse estudo foi produto de uma iniciação científica, um subprojeto de um estudo suplementar do projeto de mestrado intitulado "Respostas Cardiovasculares e Metabólicas ao Treinamento com Kettlebell", a apresentação do mesmo será realizada no formato de artigo científico.

## RESUMO

A medida da pressão arterial (PA) é muito útil nos estudos das respostas ao exercício físico. O equipamento Finometer® que consiste de uma técnica não invasiva de medida contínua da PA por fotoplestismografia, foi validado pela medida intra-arterial. Contudo, não se sabe sobre a reprodutibilidade do método. **Objetivo:** Testar a reprodutibilidade das medidas hemodinâmicas no repouso aferidas pelo método de fotoplestismografia (Finometer Pro™). **Metodologia:** Aplicou-se avaliação antropométrica, medidas hemodinâmicas contínuas (Finometer Pro™) em dois dias distintos, com intervalo máximo de 7 dias. Participaram 15 sujeitos (7 homens e 8 mulheres) saudáveis, idade =  $22,7 \pm 3,4$  anos, IMC =  $23,2 \pm 3,2 \text{ kg/m}^2$ . Aplicou-se teste de normalidade de Shapiro-Wilk, seguido do teste “t” Student pareado para comparar as medidas de PA no dia 1 e 2. Para testar a reprodutibilidade foi utilizado o coeficiente de correlação intraclassa (ICC); e para variabilidade e precisão, o erro técnico da medida (ETM), e o coeficiente de variação (CV). **Resultados:** Os achados indicaram a reprodutibilidade do método, pois as variáveis hemodinâmicas apresentaram ICC de moderado a quase completo (0,400 a 0,966). Observou-se precisão em todas as medidas quando considerado o  $CV < 20\%$ , exceto para o volume sistólico (25,3%), débito cardíaco (23,9%) e resistência periférica total (RPT) (23,7%), e considerando o  $ETM < 10\%$ , a RPT também mostrou valores elevados (11,4%). **Conclusão:** As medidas hemodinâmicas aferidas pelo Finometer Pro™ apresentam boa reprodutibilidade, implicando na recomendação do método para uso em estudos longitudinais das variáveis hemodinâmicas.

Palavras Chave: Pressão Arterial. Reprodutibilidade dos Resultados. Hemodinâmicas. Fotoplestismografia.

## ABSTRACT

Measurement of blood pressure (BP) is very useful in studies of responses to exercise. The Finometer® equipment, which consists of a noninvasive technique for continuous BP measurement by photoplethysmography, was validated by intraarterial measurement. However, the reproducibility of the method is unknown. Objective: To test the reproducibility of hemodynamic measurements at rest measured by the photoplethysmography method (Finometer Pro™). Methodology: Anthropometric assessment, continuous hemodynamic measurements (Finometer Pro™) were applied on two separate days, with a maximum interval of 7 days. 15 healthy subjects participated (7 men), age =  $22.7 \pm 3.4$  years, BMIs, BMI =  $23,2 \pm 3,2 \text{ kg/m}^2$ . Shapiro Wilk normality test was applied, followed by the paired Student “t” test to compare the BP measurements on day 1 and 2. For reproducibility testing, the intraclass correlation coefficient (ICC) was used; and for variability and accuracy, the technical error of measurement (TEM), and the coefficient of variation (CV). Results: The findings indicated the reproducibility of the method, since hemodynamic variables presented moderate to almost complete CHF (0.400 to 0.966). Accuracy was observed in all measurements when considering  $CV < 20\%$ , except for systolic volume (25.3%), cardiac output (23.9%) and total peripheral resistance (TPR) (23.7%), and considering the  $ETM < 10\%$ , the TPR also showed high values (11.4%). Conclusion: The hemodynamic measurements measured by Finometer Pro™ have good reproducibility, implying the recommendation of the method for use in longitudinal studies of hemodynamic variables.

Keywords: Blood pressure. Reproducibility of Results. Hemodynamics. Photoplethysmography.

## Introdução

A medida da pressão arterial (PA) é muito utilizada nos estudos das respostas fisiológicas agudas e crônicas do exercício físico (CARDOSO JR et al., 2010; CARPIO-RIVERA et al., 2016; NEGRÃO et al., 2001). A PA indica a dinâmica de trânsito do fluxo sanguíneo pelos vasos arteriais (hemodinâmica) e reflete os efeitos combinados do volume de sangue ejetado por minuto (débito cardíaco,  $\dot{Q}$ ) e da resistência vascular periférica total (RPT) (POWERS; HOWLEY, 2017). Portanto, aferir a PA é uma excelente ferramenta para estudos na área da Fisiologia Cardiovascular.

A PA é geralmente medida na artéria braquial, utilizando aparelhos comuns da prática clínica, como esfigmomanômetro oscilométrico ou auscultatório. Para medida contínua é também aplicado o método invasivo por meio de cateteres, entretanto devido ao risco inerente, os cateteres devem ser utilizados somente quando clinicamente indicados (CHUNG et al., 2013). Contudo, há monitores de registro contínuo da PA, que estão disponíveis para aferições executadas no pulso e no dedo, que estão sendo empregados tanto para pacientes quanto em pesquisas científicas para monitoramento do comportamento da PA (BRITAIN et al., 2017; KALTOFT et al., 2010). Na última década com o crescente avanço dos aparelhos e monitores de PA e a validação destes métodos, os procedimentos não invasivos cada vez mais tem se ressaltado e ganhado importância nas pesquisas. Nessa linha, o Finometer Pro<sup>TM</sup> é uma alternativa, pois consiste de um aparelho que realiza a monitorização contínua da PA e utiliza a fotopleletismografia para medida do fluxo na artéria do dedo medial, construindo uma curva de pressão da artéria braquial e de dados demográficos para definição de medidas hemodinâmicas (FINOMETER PRO<sup>TM</sup> USER'S GUIDE, 2002).

O Finometer Pro<sup>TM</sup> tem se mostrado válido para a medida da pressão arterial no repouso (GUELEN et al., 2003) e durante o exercício em diferentes intensidades e modalidades (PARATI et al., 1989; GOMIDES et al., 2010), tomando como referência a medida intra-arterial. O método também apresenta precisão quando comparado a modelos diferentes do mesmo aparato (IMHOLZ et al., 1991).

Portanto, para se utilizar a fotopleletismografia em estudos longitudinais, nos quais se faz necessária a comparação de momentos distintos, a fim de se testar alguma intervenção medicamentosa, de atividade física, dentre outras, é imprescindível estabelecer a reprodutibilidade da medida com o mesmo modelo do equipamento

Nesse sentido, para a escolha de uma técnica de medida é vital que se conheça a sua exatidão e os erros de mensuração a fim de conferir maior aplicabilidade prática clínica ou em

pesquisas científicas. Deste modo, o objetivo desse estudo foi testar a reprodutibilidade das medidas hemodinâmicas no repouso aferidas pelo método de fotopletoisografia utilizando o mesmo aparelho (Finometer<sup>TM</sup>) em dois dias distintos, verificando assim a precisão do equipamento e do método empregado pelo mesmo. A hipótese esperada é que se encontre um baixo erro técnico da medida e variabilidade, atestando uma boa reprodutibilidade para o método.

### Metodologia

Participaram um total de 19 sujeitos, mas com a perda amostral de quatro ( $n = 4$ ), considerando os critérios de exclusão (Figura 1), concluíram o estudo 15 sujeitos (7 homens e 8 mulheres), idade média  $22,7 \pm 3,4$  anos, estatura  $170,0 \pm 9,7$  cm, massa corporal  $66,4 \pm 13,9$  kg), apresentados na Tabela 1.

Os voluntários assinaram termo de consentimento livre e esclarecido e foram avaliados a respeito das condições de saúde pelos avaliadores do estudo (professores de educação física e médico) a fim de checar o cumprimento dos seguintes critérios de inclusão no estudo: a) ter entre 18 e 30 anos; b) não apresentar doença cardiovascular, metabólica ou respiratória; c) não fazer uso regular de medicamentos e/ou álcool e tabaco. Foram excluídos aqueles que: a) excederam o limite máximo de 7 dias entre as medidas do dia 1 e dia 2; b) apresentaram uma resposta instável da pressão arterial média (PAM) ultrapassando 10 mmHg entre os dois dias de teste.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Espírito Santo (CEP/UFES; CAAE: 90506418.7.0000.5542).

**Tabela 1 - Características dos participantes**

	<b>Grupo</b> <b>(n = 15)</b>	<b>Homens</b> <b>(n = 7)</b>	<b>Mulheres</b> <b>(n = 8)</b>
<b>Idade (anos)</b>	$22,7 \pm 3,4$	$22,9 \pm 2,3$	$22,5 \pm 3,1$
<b>Massa corporal (kg)</b>	$66,4 \pm 13,9$	$72,1 \pm 15,6$	$59,5 \pm 5,5$
<b>Estatura (cm)</b>	$170,0 \pm 9,7$	$175,3 \pm 8,4$	$164,7 \pm 6,6$
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	$23,2 \pm 3,2$	$24,2 \pm 4,3$	$22,4 \pm 1,7$

IMC – índice de massa corporal. Dados apresentados em valores de média  $\pm$  desvio padrão.

## Procedimentos

Inicialmente foi aplicado um questionário para coletar os dados demográficos (nome, idade, sexo e condições de saúde) e foram aferidos os parâmetros antropométricos (peso e estatura). As medidas hemodinâmicas no Finometer Pro<sup>TM</sup> foram implementadas em dois dias separados, respeitando um intervalo mínimo de 48h, e máximo de 7 dias. Todos os procedimentos da coleta de dados foram realizados no Laboratório de Fisiologia do Exercício do Centro de Educação Física e Desporto (LAFEX/CEFD/UFES).

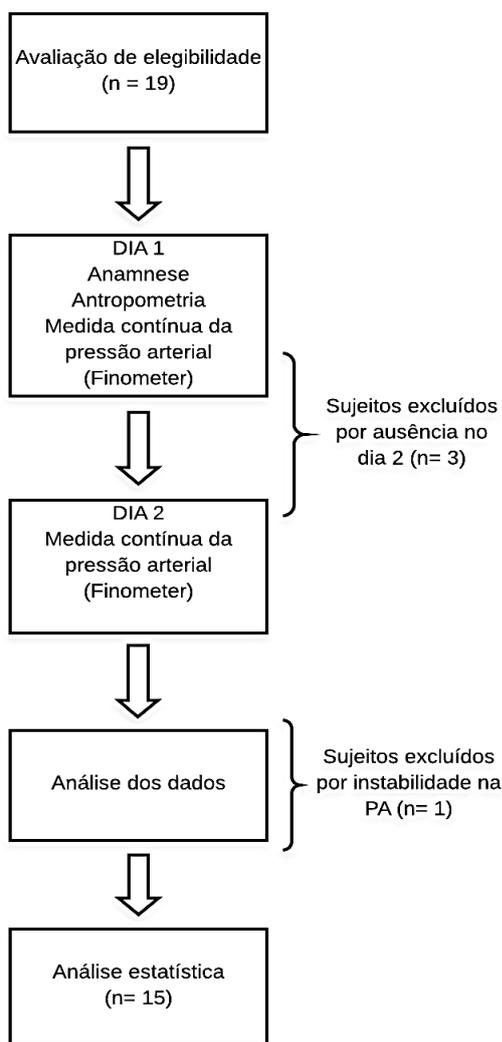


Figura 1 - Fluxograma do delineamento do estudo e recrutamento.

do delineamento do

## Antropometria

Para medida da massa corporal (kg) utilizou-se uma balança antropométrica digital (Marte Científica, L200, São Paulo), com capacidade máxima de 200kg e precisão de 50 gramas.

Para mensurar a estatura foi empregado um estadiômetro de precisão de um milímetro. Procedeu-se o cálculo do índice de massa corporal (IMC), conforme aplicado tradicionalmente na literatura (WHO, 2000).

### **Medida da Pressão Arterial por fotopletismografia (Finometer®)**

A PA sistólica (PAS), diastólica (PAD) foram mensuradas de maneira não invasiva, batimento a batimento, com o monitor de pressão Finometer Pro™ (Finapres Medical System, Holland), e a PAM foi calculada a partir destas medidas. Os registros aconteceram em dois momentos (dia 1 e dia 2), com intervalos mínimos de 48hs e máximos de 7 dias. Com o mesmo equipamento, obtiveram-se as demais medidas hemodinâmicas: volume sistólico (VS), débito cardíaco ( $\dot{Q}$ ), tempo de ejeção do ventrículo esquerdo (TEVE) e resistência periférica total (RPT). Foi efetuada a monitorização contínua eletrocardiográfica digital, para aferir o intervalo de pulso (RR), que reflete a variabilidade da FC e hemodinâmica cardiovascular não invasiva, por fotopletismografia infravermelha digital durante 10 minutos com o indivíduo sentado. O aparelho foi calibrado de acordo com as recomendações do fabricante, além da medida da circunferência da falange medial do dedo médio em centímetros realizada com uma fita de dedo para ajuste do *cuff* (pequeno sensor circundando a falange medial) para correta utilização. Para a aquisição das curvas de pressão, foi colocado o *cuff* no dedo médio da mão do braço não dominante e foram considerados a idade (anos), a massa corporal (kg), a estatura (cm) e o gênero do participante no aparelho Finometer Pro™. Todas as medidas foram realizadas em ambiente com controle de ruído e temperatura, que foi mantida, por meio de climatização em 22°C e testada por meio de termômetro acoplado ao equipamento Cortex Metalizer™ (Leipzig, Alemanha).

As variáveis coletadas e analisadas no Finometer™ foram:

PAS – Pressão Sistólica, pressão máxima na sístole arterial. Pressão exercida na parede dos vasos sanguíneos pelo sangue no final de contração sistólica dos ventrículos (CHUNG et al., 2013);

PAD – Pressão Diastólica, pressão baixa (queda) logo antes da atual ascensão (ejeção ventricular). Pressão exercida nas paredes dos vasos sanguíneos no final do relaxamento ou diástole (CHUNG et al., 2013);

PAM – Pressão Arterial Média, verdadeira pressão média integrada entre a atual e próxima ascensão (ejeção ventricular);

FC – Frequência Cardíaca derivada do intervalo de pulso.

VS – Volume Sistólico, verdadeira média integrada da onda de fluxo entre a atual ascensão (ejeção ventricular) e o entalho dicrótico;

$\dot{Q}$  – Débito Cardíaco, produto do volume sistólico e frequência cardíaca;

RR – Intervalo de Pulso entre a atual e próxima ascensão (ejeção ventricular);

TEVE – Tempo de Ejeção do Ventrículo Esquerdo (ms), tempo entre a atual ascensão (ejeção ventricular) e o entalho dicrótico;

RPT – Resistência Periférica Total, relação/proporção da pressão arterial média e débito cardíaco (mmHg.min/l), considerando pressão venosa em zero (no átrio direito).

### **Filtragem dos dados**

A partir dos dados que representam os 10 minutos de repouso (FINOMETER PRO™ USER'S GUIDE, 2002), foi extraído um segmento de 2 min, deste segmento, a cada 30 segundos foi calculada a média e o desvio padrão da pressão arterial média (PAM) de cada intervalo, totalizando 4 parciais. Em seguida somava-se a cada média um desvio padrão acima e abaixo (68% da amostragem, considerando a curva de Gauss), considerando apenas os valores dentro desse intervalo de medidas. Após a filtragem foi calculado o percentual de exclusões, e feita média e o desvio padrão para se considerar os valores da PA. No caso de ruídos no momento do teste os dados foram descartados devido a anotações/observações em constante monitoramento durante as aferições da PA batimento a batimento.

### **Procedimentos estatísticos**

As variáveis foram submetidas ao teste de normalidade de *Shapiro Wilk*. Para comparar as medidas de PA no dia 1 e 2 foi utilizado o teste “t” *Student* pareado, com finalidade de verificar a associação entre os métodos, reprodutibilidade e confiabilidade foi utilizado o coeficiente de correlação intraclasse (ICC). A escala de ICC utilizada foi: 0 (ausência), 0-0,19 (pobre), 0,20-0,39 (fraca), 0,30-0,59 (moderada), 0,60-0,79 (substancial), e  $\geq 0,80$  (quase completa) (BLAND; ALTMAN, 1986; MIOT, 2016). Com objetivo de testar variabilidade e precisão foi calculado o erro técnico da medida (ETM), utilizando o cálculo apresentado por GOTO; MASCIE-TAYLOR (2007) e o coeficiente de variação (CV). O CV foi considerado alto quando foi  $>20\%$  (PIMENTEL-GOMES APUD GARCIA, 1989) e o ETM quando foi  $>10\%$  (FORTES; FERREIRA, 2011). Para estatística dos dados foi utilizado o programa SPSS 20.0, o nível de significância adotado P-valor  $< 0,05$  e  $P < 0,01$ .

## Resultados

Ao comparar as medidas hemodinâmicas realizadas no dia 1 e no dia 2 com o Finometer Pro™ observa-se que não houve diferença estatística nos valores médios (Tabela 2).

**Tabela 2 – Variáveis hemodinâmicas dia 1 e dia 2.**

Variáveis Hemodinâmicas	Dia 1 Média ± DP	Dia 2 Média ± DP	Estatística	P-valor
PAS (mmHg)	122±10	116±12	t (14) = 1,877	0,08
PAD (mmHg)	73±7	71±8	t (14) = 0,979	0,34
PAM (mmHg)	93±8	89±8	t (14) = 1,767	0,09
FC (bpm)	78±14	77±13	t (14) = 1,202	0,24
VS (ml)	84,8±18,9	80,3±22,8	t (14) = 1,403	0,18
Q̇ (l/min)	6,5±1,4	6,0±1,6	t (14) = 1,833	0,08
RR (ms)	792±147	804±133	t (14) = -0,733	0,47
TEVE (ms)	278±18	279±20	t (14) = -0,391	0,70
RPT (mmHg.min/l)	0,890±0,180	0,938±0,250	t (14) = -0,856	0,40

Teste “t” *Student*, pareado. P-valor < 0,05. Dados apresentados em valores de média ± desvio padrão. PAS: Pressão arterial sistólica; PAD: Pressão arterial diastólica; PAM: Pressão arterial média; FC: Frequência cardíaca; VS: Volume sistólico; Q̇: Débito cardíaco; RR: Intervalo de pulso; TEVE: Tempo de ejeção do ventrículo esquerdo; RPT: Unidade Médica de Resistência Periférica Total.

O ICC foi utilizado para demonstrar a concordância entre as medidas dos dias 1 e 2. Para a PAD e PAM observou-se classificação moderada e estatisticamente não significativa, para a PAS foi substancial e significativa, as demais variáveis (FC, VS, Q̇, RR, TEVE e RPT) apresentaram concordância quase completas e significativas. Para as medidas de precisão e confiabilidade, observou-se que o ETM apresentou valores aceitáveis (≤10%) para todas as variáveis, exceto para RPT. Enquanto que o CV% apresentou valores elevados (acima de 20%) apenas para o VS, Q̇ e RPT (Tabela 3).

**Tabela 3 - Erro Técnico da Medida (ETM), Coeficiente de correlação intraclasse (ICC) e Coeficiente de Variação (CV) entre os dias 1 e 2 Finometer.**

Variáveis	ETM (%)	CV %	ICC	P
	Dia 1 vs 2	Dia 1 vs 2	Dia 1 vs 2	Dia 1 vs 2
PAS (mmHg)	6,2(5,3)	9,3	0,603	0,034*
PAD (mmHg)	4,3(6,0)	10,3	0,499	0,105
PAM (mmHg)	4,9(5,4)	8,4	0,400	0,151
FC (bpm)	2,5(3,3)	17,6	0,966	0,000**
VS (ml)	6,3(8,1)	25,3	0,899	0,000**
$\dot{Q}$ (l/min)	0,5(8,8)	23,9	0,859	0,000**
RR (ms)	31,3(4,0)	17,5	0,947	0,000**
TEVE (ms)	6,7(2,4)	6,7	0,850	0,001*
RPT (mmHg.min/l)	0,1076(11,4)	23,7	0,860	0,022*

PAS: Pressão arterial sistólica; PAD: Pressão arterial diastólica; PAM: Pressão arterial média; FC: Frequência cardíaca; VS: Volume sistólico;  $\dot{Q}$ : Débito cardíaco; RR: Intervalo de pulso; TEVE: Tempo de ejeção do ventrículo esquerdo; RPT: Resistência Periférica Total. ETM: Erro técnico da medida; ICC: Coeficiente de correlação intraclass; CV: Coeficiente de variação. \*\*P <0,01; \*P <0,05, significância estatística do ICC; Valor absoluto (Valor percentual).

## Discussão

O objetivo deste estudo foi testar a reprodutibilidade das medidas hemodinâmicas aferidas no repouso pelo método de fotopletoislografia utilizando o aparelho Finometer Pro<sup>TM</sup>. Até o momento não se tinha na literatura essa testagem, ou seja, a reprodutibilidade do método utilizando o mesmo modelo de aparelho em dois dias distintos, testando assim precisão e confiabilidade. Os principais achados indicaram a reprodutibilidade do método, uma vez que as variáveis hemodinâmicas apresentaram ICC de moderado a quase completo (0,400 a 0,966) (BLAND; ALTMAN, 1986; MIOT, 2016) sendo o menor ICC encontrado para PAM e o maior para o FC.

Além disso, se observou precisão em todas as medidas quando considerado o CV < 20%, exceto para o VS (25,3%),  $\dot{Q}$  (23,9%) e RPT (23,7%), e considerando o ETM < 10%, a RPT também mostrou valores elevados (11,4%).

Não há na literatura a comparação da reprodutibilidade do mesmo equipamento e modelo de fotopletoislografia, contudo é reportada a comparação de três diferentes modelos de aparelhos

de fotoplestimografia, para mensuração da PA: Ohmeda 2300, TNO modelo 4 e modelo 5, no qual para as variáveis de PAS, PAD e PAM não houve diferença significativa entre dois modelos do mesmo fabricante: TNO modelo 4 e modelo 5 (IMHOLZ et al.;1991). Entretanto, os mesmos autores não observaram os mesmos resultados quando confrontados os modelos TNO com o Ohmeda mostrando que houve diferença significativa para as mesmas medidas. Os autores destacam que quando se tem a comprovação de reprodutibilidade das medidas de PA testando diferentes modelos de aparelhos, é possível encontrar resultados similares em dispositivos da mesma linha de produção, dentro de diferentes modelos (IMHOLZ et al., 1991).

No presente estudo, a análise de confiabilidade das medidas hemodinâmicas apresentou bons resultados, pois o ETM demonstrou que todas as variáveis (PAS, PAD, PAM, FC, VS,  $\dot{Q}$ , RR e TEVE) exceto o RPT apresentaram baixo nível de variabilidade e alta precisão, por não exceder o limite de 10% da medida. Os valores do ETM apresentados nesse estudo para PAS (5,3%), PAD (6,0%) e PAM (5,4%) foram considerados baixos de acordo com a literatura (IMHOLZ et al., 1991).

Esses achados são importantes, pois é necessário considerar o erro da medida no uso do Finometer Pro<sup>TM</sup> para comparar efeitos de intervenções de pesquisa. Isso se torna ainda mais evidenciado quando se desenvolve estudos com jovens saudáveis e normotensos, pois as respostas da PA a intervenções dietéticas ou de exercícios físicos são bem menores (CLARK CM, MONAHAN KD, DREW RC, 2016; VRIES; DELOREY, 2019; BENTLEY et al. 2019). Analisando a resposta aguda da PA em uma amostra de homens jovens saudáveis a um procedimento utilizando suplementação de nitrato ( $\text{NO}_3$ ), os autores encontraram uma variação de 3,3% para PAS, 3,1 % para PAD e 2,4% para PAM, mostrando que as diferenças ( $\Delta$  pré-pós intervenção) estão dentro do erro da própria medida quando comparadas ao ETM do presente estudo (VRIES; DELOREY, 2019). O mesmo também acontece em estudos de efeito de treinamento crônico, BENTLEY et al. (2019) avaliou os efeitos das diferenças individuais na adaptação cardiovascular ao SIT (*sprint interval training*), encontrando variações de 3,6% para PAM, 1,17% para FC, 3,94% para VS e 3,17% para  $\dot{Q}$ , apresentando do mesmo modo um  $\Delta$  pré-pós intervenção menor que o ETM do atual estudo.

Em resposta ao treinamento isométrico de 4 semanas, observou-se reduções significativas de PAS, PAD E PAM, com variações de 3,14% para PAS, 3,7% para PAD e 3,15% para PAM. Contudo, quando observados os ETMs para essas variáveis, encontrados no presente estudo,

os achados não foram superiores, o que pode ser atribuído ao erro da medida, e não a intervenção aplicada (WILES, GOLDRING e COLEMAN, 2016).

Portanto, muitos estudos que se utilizaram do recurso da fotoplestígrafia, podem ter encontrado variações pré e pós-procedimentos em decorrência do ETM da própria medida.

Porém, observa-se que na grande maioria, os estudos utilizando o Finometer ou dispositivos que se adaptam à técnica da fotoplestígrafia, avaliam indivíduos hipertensos, idosos, adultos com mais de 30 anos ou sujeitos que estão em intervenção medicamentosa, que apresentam maior suscetibilidade de adaptações aos tratamentos aplicados (SCHWARZ et al., 2019; SIMÕES et al., 2010; WILES et al., 2018), precisando assim de estudos no que se refere a reprodutibilidade das medidas hemodinâmicas específicos para essas categorias de indivíduos. CARLSON et al. (2016) avaliou 38 adultos hipertensos (65% dos indivíduos realizavam tratamento farmacológico) em 8 semanas de treinamento isométrico de resistência (TIR) utilizando o *handgrip*, os resultados mostraram que o TIR aplicando 30% da contração máxima voluntária causou uma redução significativa de 7 mmHg na PAS entre pré e pós intervenção, representando 5,14% de variação da medida, o que foi ainda inferior ao limite de 5,3% do ETM do atual estudo. PAD e FC não apresentam diferença estatística nos valores e se apresentaram dentro do limite do ETM. Portanto, há que se considerar nas investigações futuras a diferença encontrada nos procedimentos aplicados, o ETM a fim de se estabelecer um significado clínico real para os achados.

As medidas hemodinâmicas aferidas pelo método de fotoplestígrafia (Finometer Pro<sup>TM</sup>) apresentam boa confiabilidade e reprodutibilidade, logo se recomenda o uso deste tipo de monitoramento da pressão arterial contínua em pesquisas científicas. Nossos achados são inéditos, pois até então não se tinham relatos na literatura sobre a testagem da reprodutibilidade do Finometer Pro<sup>TM</sup>. A confirmação da reprodutibilidade de um aparelho é primordial, entretanto não dispensa os cuidados na execução da medida, tais como: calibração do aparelho e da altura do manguito, de acordo com as normas do fabricante; experiência do avaliador com o método; controle da temperatura do ambiente, e de ruídos externos e internos à sala de exames. Mesmo considerando esses cuidados, é possível observar dificuldades de uso do equipamento devido a arritmias cardíacas e falta de cooperação do avaliado (IMHOLZ et al., 1990) e a baixa temperatura das extremidades, que interfere no fluxo sanguíneo e consequentemente na PA (KURKI et al., 1987). As leituras de pressão dos dedos podem ser afetadas se o paciente estiver desconfortável, nervoso, frio, ou sob leve efeito anestésico (KURKI et al., 1987). O sucesso no registro de pressões sanguíneas em pacientes que não

estão anestesiados, é de 95% a 100%, quando considerada uma preparação cuidadosa (FINOMETER PRO™ USER'S GUIDE, 2002).

## **Conclusão**

As medidas hemodinâmicas aferidas pelo método de fotopletimografia utilizando o aparelho Finometer Pro™ apresentam boa reprodutibilidade. Esses achados implicam na recomendação do método para uso em estudos longitudinais das variáveis hemodinâmicas, desde que se considere o erro técnico esperado, e que se invista em um adequado controle das condições ambientais e preparo do paciente para realização das medidas.

## **Referências Bibliográficas:**

1. BLAND, J. M.; ALTMAN, D. G. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. **Lancet**, Londres, n. 1, p. 307–310, 1986. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2868172>
2. CARDOSO JR CG, GOMIDES RS, QUEIROZ ACC, PINTO LG, LOBO FS, TINUCCI T et. Acute and chronic effects of aerobic and resistance exercise on ambulatory blood pressure. **Clinics**, (São Paulo). 65(3):317-25, 2010. [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1807-59322010000300013](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1807-59322010000300013).
3. CARPIO-RIVERA, E. et al. Efeito Agudo do Exercício sobre a Pressão Arterial: Uma Investigação Metanalítica. **Arq Bras Cardiol**, 106(5):422-433, 2016.
4. CHUNG E, CHEN G, ALEXANDER B, CANNESON M. Non-invasive continuous blood pressure monitoring: a review of current applications. **Front Med**, 2013; 7:91–101.
5. Finometer Pro™ User's Guide. 2002. Version 1.10, dd: 2002.05.06. [http://www.nuigalway.ie/psy/sub/manuals/finometer\\_1\\_ug.pdf](http://www.nuigalway.ie/psy/sub/manuals/finometer_1_ug.pdf). Acessado em 08/10/2019.
6. FORTES, L. DE S.; FERREIRA, M. E. C. Comparação da insatisfação corporal e do comportamento alimentar inadequado em atletas adolescentes de diferentes modalidades esportivas. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 707–716, 2011.
7. GARCIA, C. H. Tabelas Para Classificação Do Coeficiente De Variação. **Filosofia de trabalho de uma elite de empresas florestais brasileiras**, Piracicaba, n. 171, p. 10, 1989.

8. GOMIDES RS, DIAS RMR, SOUZA DR, COSTA LAR, ORTEGA KC, MION JR D, TINUCCI T, FORJAZ CMF. Finger Blood Pressure During Leg Resistance Exercise. **Int J Sports Med**, 31: 590 – 595, 2010.
9. GOTO R, MASCIE-TAYLOR N. Precision of measurement as a component of human variation. **J Physiol Anthropol** 2007; 26(2): 253-6.
10. GUELEN I., WESTERHOFA BE., VAN DER SARA G. et al. Finometer, finger pressure measurements with the possibility to reconstruct brachial pressure. **Blood Pressure Monitoring**, v. 8:27–30, 2003.
11. MIOT, A. H. Análise de concordância em estudos clínicos e experimentais. **J Vasc Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 89–92, 2016.
12. IMHOLZ, B.P.M., WIELING, W., LANGEWOUTERS, G.J. et al. Continuous finger arterial pressure: utility in the cardiovascular laboratory. **Clinical Autonomic Research**, 1, 43-53, 1991.
13. IMHOLZ BPM, DAMBRINK JHA, KAREMAKER JM, WIELING W. **Orthostatic circulatory control** in the elderly evaluated by non-invasive continuous blood pressure measurement. **Clin Sci**, 1990; 79: 73-9.
14. KURKI T, SMITH T, HEAD N, DEC-SILVER H, QUINN A. Noninvasive continuous blood pressure measurement from the finger: optimal measurement conditions and factors affecting reliability. **J Clin Monit**, 1987; 3:6-13.
15. NEGRÃO CE, RONDON MUPB. Exercício físico, hipertensão e controle barorreflexo da pressão arterial. **Rev Bras Hipertens**.8:89-95, 2001
16. PARATI G , CASADEI R , GROPELLI A , DI RIENZO M , MANCIA G . Comparison of finger and intra-arterial blood pressure monitoring at rest and during laboratory testing . **Hypertension** 13 : 647 – 655, 1989.´
17. POWERS, SK.; HOWLEY, ET. **Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho**. 3. ed. - São Paulo: Manole, 2000. 527 p.
18. WORLD HEALTH ORGANIZATION. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a World Health Organization Consultation. Geneva: World Health Organization, 2000. p. 256. WHO Obesity Technical Report Series, n. 284.
19. VRIES CJ, DELOREY DS. Effect of acute dietary nitrate supplementation on sympathetic vasoconstriction at rest and during exercise. **J Appl Physiol** 127: 81–88, 2019. First published May 16, 2019.

20. BENTLEY et al. Submaximal exercise cardiac output is increased by 4 weeks of sprint interval training in young healthy males with low initial  $\dot{Q}$ - $\dot{V}O_2$ : Importance of cardiac response phenotype. **Journal Plos one**, 2019 Jan 23.
21. CARLSON et al. The efficacy of isometric resistance training utilizing handgrip exercise for blood pressure management. **Medicine**, 2016 Dec 30.
22. WILES, GOLDRING, COLEMAN. Home-based isometric exercise training induced reductions resting blood pressure. **Eur J Appl Physiol**. 2016
23. KALTOFT, N., HOBOLTH, L., MØLLER, S. Non-invasive measurement of cardiac output by Finometer in patients with cirrhosis. **Clin Physiol Funct Imaging** (2010) 30, pp230–233. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20491841>
24. BRITTAIN, J. M., BUSK, T. M. AND MØLLER, S. (2018), Validation of non-invasive haemodynamic methods in patients with liver disease: the Finometer and the Task Force Monitor. *Clin Physiol Funct Imaging*, 38: 384-389. doi:10.1111/cpf.12425. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28402021>.
25. SCHWARZ et al. Blood pressure response to exposure to moderate altitude in patients with COPD. **J Chron Obstruct Pulmon Dis**, 2019 Mar 14.
26. WILES et al. The safety of isometric exercise Rethinking the exercise prescription paradigm for those with stage 1 hypertension. **Medicine**, 16 February 2018.
27. SIMÕES et al. Heart-rate variability and blood-lactate threshold interaction during progressive resistance exercise in healthy older men. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v. 24, n. 5, may 2010.

