

**UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO**

**GUSTAVO OLIVEIRA DA SILVA**

**RESPOSTAS AGUDAS AO EXERCÍCIO REALIZADO EM ERGÔMETRO DE  
BRAÇO NO SISTEMA CARDIOVASCULAR DE PACIENTES COM DOENÇA  
ARTERIAL PERIFÉRICA: ENSAIO CROSSOVER RANDOMIZADO**

**São Paulo, SP**

**2024**

**GUSTAVO OLIVEIRA DA SILVA**

**RESPOSTAS AGUDAS AO EXERCÍCIO REALIZADO EM ERGÔMETRO DE  
BRAÇO NO SISTEMA CARDIOVASCULAR DE PACIENTES COM DOENÇA  
ARTERIAL PERIFÉRICA: ENSAIO CROSSOVER RANDOMIZADO**

Tese apresentada à Universidade Nove de Julho  
como requisito para obtenção do título de Doutor  
em Ciências da Reabilitação.

Orientador: Prof. Dr. Raphael Mendes Ritti-Dias.

**São Paulo, SP**

**2024**

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

Silva, Gustavo Oliveira da.

Respostas agudas ao exercício realizado em ergômetro de braço no sistema cardiovascular de pacientes com doença arterial periférica: ensaio crossover randomizado. / Gustavo Oliveira da Silva. 2024.

58 f.

Tese (Doutorado)- Universidade Nove de Julho - UNINOVE, São Paulo, 2024.

Orientador (a): Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Raphael Mendes Ritti Dias.

1. Claudicação intermitente. 2. Exercício. 3. Sistema cardiovascular. 4. Pressão arterial. 5. Função endotelial. 6. Fluxo sanguíneo cerebral.

I. Dias, Raphael Mendes Ritti. II. Título

CDU 615.8

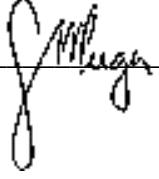
São Paulo, 28 de junho de 2024.

**TERMO DE APROVACÃO**

Aluno: GUSTAVO OLIVEIRA DA SILVA

Título da Tese: “RESPOSTAS AGUDAS AO EXERCÍCIO REALIZADO EM ERGÔMETRO DE BRAÇO NO SISTEMA CARDIOVASCULAR DE PACIENTES COM DOENÇA ARTERIAL PERIFÉRICA: ENSAIOCROSSOVER RANDOMIZADO”

Presidente: PROF. DR. RAPHAEL MENDES RITTI DIAS 

Membro: PROF. DR. GUILHERME MORAIS PUGA 

Membro: PROF. DR. TIAGO PEÇANHA 

## AGRADECIMENTOS

Assim como para o mestrado, existe uma série de pessoas as quais eu gostaria de agradecer a conclusão deste doutorado, que contribuíram de forma direta e indireta.

Primeiramente aos meus pais Ana Lúcia e Manoel, que sempre me apoiaram incondicionalmente. Independente das minhas escolhas e de onde elas me levaram, meus pais sempre me incentivaram, me acalmaram, e desejaram o melhor para mim.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Raphael Ritti-Dias por todo apoio, paciência e confiança desde o início do processo de mestrado que culminou neste doutorado. Obrigado pela ajuda não somente de forma acadêmica, mas também na transição e adaptação em São Paulo.

À minha co-orientadora/orientadora não oficial, Profa. Dra. Marilia Correia, que assim como meu orientador foi de extrema ajuda na adaptação em São Paulo, além de ser de extrema importância com suas contribuições para execução desta tese de doutorado.

A todos os amigos que tive a oportunidade de conhecer ao longo da minha trajetória, antes ou durante a minha graduação na Universidade de Pernambuco. Em especial aos que tive a oportunidade de conviver durante o meu processo de iniciação científica: Breno, Henrique e Sérgio Cahú, que foram fundamentais no início da minha trajetória acadêmica.

Aos membros do Grupo de Estudo e Pesquisa em Intervenções Clínicas nas Doenças Cardiovasculares (GEPICARDIO), em especial a Hélcio, Paolo e Max que foram cruciais no recrutamento dos pacientes e execução das sessões experimentais. E aos amigos que tive a oportunidade de conhecer durante os anos de mestrado e doutorado em São Paulo.

A todos os participantes que se voluntariaram a participar do projeto, os quais são a razão pela qual fazemos ciência e sem os quais este projeto não existiria. Obrigado pela disposição e simpatia, apesar das suas dificuldades.

A UNINOVE por ceder a sua estrutura, e aos professores e funcionários pela ótima recepção e contribuição na organização, logística e finalização desta tese.

A CAPES pelo apoio financeiro concedido durante o período de doutorado (processo #88887.818156/2022-00). A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (processos 2023/00630-6; 2017/22113-2) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Processo 308954/2021-1) pelos financiamentos concedidos para a condução do projeto de pesquisa.

## RESUMO

**INTRODUÇÃO:** Pacientes com doença arterial periférica (DAP) apresentam alto risco de eventos cardiovasculares. Estratégias para reduzir este risco são necessárias. O treinamento em ergômetro de braço (EB) traz benefícios na capacidade funcional destes pacientes, contornando a dor, mas as respostas cardiovasculares desse exercício ainda não estão claras. **OBJETIVO:** Analisar as respostas cardiovasculares agudas do exercício em EB em pacientes com DAP, comparando-as com o exercício de caminhada. **MÉTODOS:** Ensaio *crossover* randomizado no qual quinze pacientes com DAP e claudicação intermitente (53% homens,  $65\pm7$  anos,  $26,7\pm4,7$  kg/m<sup>2</sup>) realizaram três sessões experimentais (Caminhada, EB e controle) em ordem aleatória. As sessões de exercício consistiram em  $15\times2$  min com intensidade equivalente à 4-6 na escala de Borg. Foram medidas a pressão arterial (PA), o fluxo sanguíneo cerebral, a variabilidade da frequência cardíaca e a vasodilatação mediada pelo fluxo (FMD) das artérias braquial e femoral antes e após as sessões (Pós 10' e Pós 30'). Equações estimadas generalizadas analisaram a resposta aguda entre as sessões experimentais, com  $P<0,05$  considerado significante. **RESULTADOS:** Não houve diferenças significantes nas variáveis cardiovasculares no período basal ( $P>0,05$  para todas). As FMDs braquial e femoral não apresentaram alterações em nenhuma das sessões ( $P>0,05$  para todas). A PA sistólica aumentou progressivamente após a sessão Controle (Pré:  $126\pm18$  mmHg, Pós 10':  $138\pm17$  mmHg, e Pós 30':  $146\pm20$  mmHg,  $P<0,05$ ), e permaneceu estável após as sessões de exercício ( $P>0,05$ ). A PA diastólica seguiu um padrão similar, aumentando após a sessão Controle (Pré:  $73\pm10$  mmHg, Pós 10':  $77\pm9$  mmHg, Pós 30':  $80\pm11$  mmHg,  $P<0,05$ ), mas permanecendo estável após as sessões EB e Caminhada ( $P>0,05$ ). Não houve alterações significantes no fluxo sanguíneo cerebral e na variabilidade da frequência cardíaca ( $P>0,05$  para todas). **CONSIDERAÇÕES FINAIS:** Uma sessão de exercício em EB atenua o aumento na PA observado na ausência de exercício em pacientes com DAP, similarmente a caminhada, sem alterar a função vascular, o fluxo sanguíneo cerebral e a variabilidade da frequência cardíaca.

**Palavras-chave:** claudicação intermitente, exercício, sistema cardiovascular, pressão arterial, função endotelial, fluxo sanguíneo cerebral.

## ABSTRACT

**INTRODUCTION:** Peripheral artery disease (PAD) patients exhibit high risk of cardiovascular events. Strategies to decrease this risk are necessary. Arm-cranking (AC) training leads to benefits in the functional capacity of these patients, circumventing pain, but the cardiovascular responses to this exercise are still not clear. **AIM:** To analyse the acute cardiovascular responses to AC exercise in PAD patients, comparing it to walking exercise. **METHODS:** Randomized crossover trial in which fifteen PAD patients with intermittent claudication (53% men, 65±7 years, 26,7±4,7 kg/m<sup>2</sup>) performed three experimental conditions (Walking, AC and control) in random order. The exercise conditions were composed of 15×2 min with an intensity equivalent to 4-6 on Borg's scale. We measured blood pressure (BP), cerebral blood flow, heart rate variability and brachial and femoral artery flow-mediated dilation (FMD) before and after the conditions (Post 10' and Post 30'). Generalized estimated equations analysed the acute response among the experimental conditions, with  $P<0.05$  considered significant. **RESULTS:** There were no significant baseline differences in cardiovascular variables ( $P>0.05$  for all). Brachial and femoral artery FMDs did not significantly changed after any of the conditions ( $P>0.05$  for all). Systolic BP progressively increased after the Control condition (Pre: 126±18mmHg, Post 10': 138±17mmHg, and Post 30': 146±20mmHg,  $P<0.05$ ), while remained stable after the exercise conditions ( $P>0.05$ ). Diastolic BP followed a similar pattern, increasing after the Control condition (Pre: 73±10mmHg, Post 10': 77±9mmHg, Post 30': 80±11mmHg,  $P<0.05$ ), but remaining stable after the AC and Walking conditions ( $P>0.05$ ). There were no significant changes on cerebral blood flow and heart rate variability ( $P>0.05$  for all). **CONCLUSION:** A session of AC exercise attenuates the increase in BP observed in the absence of exercise in PAD patients, in a similar fashion to walking, without altering vascular function, cerebral blood flow and heart rate variability.

**Keywords:** intermittent claudication, exercise, cardiovascular system, blood pressure, endothelial function, cerebral blood flow.

## SUMÁRIO

<b>1. CONTEXTUALIZAÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>18</b>
2.1. GERAL.....	18
2.2. ESPECÍFICOS.....	18
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>19</b>
3.1. DESENHO DO ESTUDO.....	19
3.2. QUESTÕES ÉTICAS.....	20
3.3. RECRUTAMENTO E TRIAGEM DOS PARTICIPANTES.....	20
3.4. SESSÕES EXPERIMENTAIS.....	21
3.5. DETALHAMENTO DAS AVALIAÇÕES CARDIOVASCULARES.....	23
3.5.1. DESFECHO PRIMÁRIO: FUNÇÃO VASCULAR.....	24
3.5.2. DESFECHOS SECUNDÁRIOS.....	25
3.5.2.1. PRESSÃO ARTERIAL.....	25
3.5.2.2. VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA.....	25
3.5.2.3. FLUXO SANGUÍNEO CEREBRAL.....	26
3.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	26
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>28</b>
<b>5. DISCUSSÃO.....</b>	<b>41</b>
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>46</b>
<b>7. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>47</b>
<b>8. ANEXOS.....</b>	<b>54</b>
8.1. ANEXO A.....	54
8.1. ANEXO B.....	55
8.2. ANEXO C.....	56
8.3. ANEXO D .....	57
8.4. ANEXO E.....	58

## LISTA DE TABELAS E QUADROS

<b>Tabela 1.</b> Características gerais da amostra (N = 15).....	29
<b>Tabela 2.</b> Características basais das variáveis da função vascular braquial e femoral nas sessões experimentais (N = 15).....	30
<b>Tabela 3.</b> Características basais das demais variáveis cardiovasculares nas sessões experimentais (N = 15).....	31
<b>Tabela 4.</b> Respostas cardiovasculares durante as sessões experimentais (N = 15).....	32
<b>Tabela 5.</b> Resposta das variáveis da função vascular braquial entre as sessões (N = 15).....	35
<b>Tabela 6.</b> Resposta das variáveis da função vascular femoral entre as sessões (N = 11).....	36
<b>Tabela 7.</b> Resposta dos parâmetros do domínio do tempo e da frequência da variabilidade da frequência cardíaca entre as sessões experimentais (N = 15).....	39
<b>Tabela 8.</b> Resposta dos indicadores não lineares da variabilidade da frequência cardíaca entre as sessões experimentais (N = 15).....	40

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Desenho experimental do estudo.....	19
<b>Figura 2.</b> Cenário das sessões de exercício em EB e de caminhada.....	22
<b>Figura 3.</b> Medidas cardiovasculares durante a coleta de dados.....	23
<b>Figura 4.</b> Fluxograma de participação do estudo.....	28
<b>Figura 5.</b> Resposta da AUC das variáveis perceptivas durante as sessões experimentais.....	33
<b>Figura 6.</b> Resposta da FMD braquial entre as sessões experimentais. Valores apresentados em média $\pm$ desvio padrão.....	34
<b>Figura 7.</b> Resposta da FMD femoral entre as sessões experimentais. Valores apresentados em média $\pm$ desvio padrão.....	34
<b>Figura 8.</b> Resposta da pressão arterial sistólica entre as sessões experimentais. * - Significativamente diferente da sessão caminhada. ‡ - Significativamente diferente da sessão EB. † - Significativamente diferente do momento pré intervenção. Valores apresentados em média $\pm$ desvio padrão.....	37
<b>Figura 9.</b> Resposta da pressão arterial diastólica entre as sessões experimentais. † - Significativamente diferente do momento pré intervenção. Valores apresentados em média $\pm$ desvio padrão.....	37
<b>Figura 10.</b> Resposta da frequência cardíaca entre as sessões experimentais. Valores apresentados em média $\pm$ desvio padrão.....	38
<b>Figura 11.</b> Reposta da velocidade do fluxo sanguíneo da artéria cerebral média entre as sessões experimentais. Valores apresentados em média $\pm$ desvio padrão.....	38

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>AF</b>	Alta frequência
<b>AUC</b>	Área sob a curva
<b>BF</b>	Baixa frequência
<b>C</b>	Caminhada
<b>DAP</b>	Doença arterial periférica
<b>EB</b>	Ergômetro de braço
<b>FMD</b>	Vasodilatação mediada pelo fluxo
<b>FS</b>	<i>Feeling scale</i>
<b>GEE</b>	Equações estimadas generalizadas
<b>HPE</b>	Hipotensão pós-exercício
<b>PAD</b>	Pressão arterial diastólica
<b>PAS</b>	Pressão arterial sistólica
<b>PNN50</b>	Porcentagem dos intervalos adjacentes com mais de 50ms
<b>RMSSD</b>	Raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre os intervalos RR normais adjacentes
<b>SC</b>	Sessão controle
<b>SD1</b>	Desvio padrão da variabilidade instantânea do intervalo batimento a batimento
<b>SD2</b>	Variabilidade contínua do intervalo RR de longo prazo
<b>SDNN</b>	Desvio padrão de todos os intervalos RR
<b>VFC</b>	Variabilidade da frequência cardíaca

## 1. CONTEXTUALIZAÇÃO

### *Doença arterial periférica e risco cardiovascular*

A doença arterial periférica (DAP) é resultado de um processo aterosclerótico crônico que, de forma progressiva, leva a obstrução parcial ou total das artérias que irrigam as regiões periféricas do corpo humano.<sup>1</sup> A DAP sintomática é normalmente manifestada pela claudicação intermitente, que se caracteriza por dor nos membros inferiores durante a caminhada e que é diminuída com o repouso.<sup>2</sup> Este sintoma tem impacto negativo no nível de atividade física habitual dos paciente com DAP,<sup>3</sup> prejudicando assim a aptidão física.<sup>4</sup>

Pacientes com DAP também apresentam outras doenças isquêmicas ateroscleróticas concomitantes, tais como doença coronariana e doença cerebrovascular, bem como alta prevalência de outras doenças crônicas não transmissíveis, como o diabetes mellitus, a dislipidemia e principalmente a hipertensão arterial.<sup>5</sup> Devido a esse perfil, o risco cardiovascular destes pacientes é mais elevado quando comparado a pacientes com outras doenças ateroscleróticas,<sup>6,7</sup> visto que quanto maior o número de leitos arteriais afetados pela aterosclerose maior o risco de se sofrer um evento cardiovascular, como acidente vascular encefálico, infarto agudo do miocárdio ou morte devido a doenças cardiovasculares.<sup>8</sup> Estes fatores tornam necessária a identificação de tratamentos que melhorem o prognóstico cardiovascular destes pacientes. Assim, o tratamento dos pacientes com DAP deve envolver a melhoria da capacidade funcional, além de minimizar o risco de eventos cardiovasculares.<sup>7</sup>

### *Exercício como tratamento dos pacientes com doença arterial periférica*

Dentre as formas de tratamento para pacientes com DAP, o exercício de caminhada é frequentemente indicado como a melhor forma de intervenção clínica não farmacológica. Essa recomendação é amparada nos diversos estudos que demonstraram que o treinamento de caminhada melhora a capacidade funcional,<sup>9</sup> e traz benefícios em alguns indicadores cardiovasculares como redução da pressão arterial,<sup>9-11</sup> melhora na modulação autonômica cardíaca<sup>12</sup>, aumento do fluxo sanguíneo e da função vascular nestes pacientes.<sup>11</sup> Além dos efeitos crônicos, estudos mostram que após uma única sessão de exercício de caminhada promove redução da pressão arterial sistólica e diastólica em relação aos valores do período

pré-exercício, fenômeno conhecido como hipotensão pós-exercício (HPE).<sup>13-17</sup> Tais achados são relevantes já que estudos têm mostrado que há uma relação entre as respostas cardiovasculares logo após a sessão de exercício com as adaptações cardiovasculares crônicas após um programa de treinamento, de forma que indivíduos que apresentam respostas pós-exercício mais acentuadas são aqueles que obtém maiores efeitos crônicos com o programa de treinamento.<sup>18,19</sup> Ademais, as reduções na pressão arterial podem perdurar por algumas horas, impactando os valores de pressão ao longo do dia.

Apesar de todos os benefícios demonstrados pelo exercício de caminhada, vale ressaltar que pacientes com DAP sofrem com sintomas de dor nos membros inferiores quando realizam a caminhada. Isto é algo que deve ser levado em consideração já que a dor durante o exercício físico é considerada uma barreira importante para a aderência ao treinamento físico. De fato, um estudo anterior do nosso grupo identificou que as principais barreiras para a realização de atividade física em pacientes com DAP estão relacionadas aos sintomas de claudicação intermitente, como dor ao caminhar, necessidade de parar por causa da dor e dificuldades de se deslocar a algum lugar para a realização da atividade física.<sup>20</sup> Além disso, o exercício de caminhada pode promover maior sobrecarga nas articulações e perda de equilíbrio, o que deve ser considerado em idosos.<sup>21</sup> Assim, torna-se relevante encontrar alternativas de atividade física que possam induzir efeitos positivos na saúde cardiovascular e que promovam menos sintomas durante a prática de atividade física, de forma mais segura.

#### *Exercícios em ergômetro de braço em pacientes com doença arterial periférica*

Dentre essas alternativas, os exercícios realizados em ergômetro de braço poderiam potencialmente contornar estas limitações, já que diferentemente do exercício de caminhada na esteira, esta modalidade minimiza o impacto do peso corporal e evita o risco de quedas durante o exercício.<sup>21</sup> Além disso, o exercício em EB minimiza os sintomas de claudicação, já que não recruta diretamente os músculos afetados pela doença, oferecendo assim uma opção de exercício mais segura e tolerável.<sup>22</sup>

O exercício em EB é uma modalidade que vem se destacando em pacientes com DAP, devido a benefícios na capacidade cardiorrespiratória e funcional destes pacientes.<sup>23-28</sup> Um estudo do nosso grupo demonstrou que durante o exercício em EB, os pacientes apresentaram ausência de claudicação e níveis positivos de prazer, o que pode beneficiar a aderência ao

programa de treinamento.<sup>29</sup> Os níveis de prazer tem sido considerados um dos pilares na manutenção da prática de atividade física e na aderência ao exercício,<sup>30-32</sup> o que é um aspecto importante para a prescrição do exercício, já que sentimentos negativos relacionados a sintomas de dor durante a caminhada ou aos exercícios realizados com membros inferiores são uma barreira considerável para pacientes com DAP.<sup>20</sup> No entanto, este estudo não comparou estas respostas à outra modalidade de exercício, e a maior parte dos demais que investigaram as respostas cardiovasculares ao exercício em EB em pacientes com DAP o compararam ao exercício em ciclo ergômetro de perna,<sup>33</sup> e não ao exercício de caminhada, que é o mais recomendado para estes pacientes.

#### *Prescrição do exercício para pacientes com doença arterial periférica*

Com relação a prescrição do exercício para pacientes com DAP normalmente se recomenda que o exercício de caminhada seja realizado numa intensidade que induz em dor de claudicação moderada a severa entre 3 e 5 minutos.<sup>34</sup> Do ponto de vista cardiovascular, o exercício realizado nesta intensidade geralmente corresponde a uma intensidade ligeiramente acima do primeiro limiar ventilatório, a intensidade mínima necessária para promover adaptações cardiorrespiratórias.<sup>35</sup> O limiar ventilatório corresponde a intensidade de esforço anterior ao aumento exponencial do lactato no sangue em relação aos níveis de repouso.<sup>36</sup> O primeiro limiar ventilatório reflete a intensidade de exercício correspondente ao início do acúmulo de lactato sanguíneo, já o segundo limiar representa a intensidade de exercício que corresponde ao máximo estável de lactato no sangue.<sup>37</sup> É interessante notar que por causa dos sintomas de claudicação a grande maioria dos pacientes não conseguem atingir o segundo limiar ventilatório, limitando assim que o exercício possa ser realizado em maiores intensidades.<sup>35</sup>

Por outro lado, o exercício em EB pode ser realizado em maiores intensidades relativas. Os estudos que utilizaram este tipo de exercício em sua maior parte o realizaram na penúltima carga alcançada durante o teste ergométrico específico, o que corresponde a uma intensidade relativa de 85 a 90% do consumo máximo de oxigênio dos membros superiores,<sup>24,26-28,38,39</sup> intensidade superior a prescrita para o exercício de caminhada, que normalmente varia de 40 a 70% do VO<sub>2</sub> máximo.<sup>35,40</sup> Em estudo realizado pelo nosso grupo<sup>29</sup> verificou-se que o exercício em EB foi capaz de prevenir um aumento da pressão arterial que tipicamente ocorre na ausência de exercício. Além disso, mesmo com a sessão de exercício sendo realizada com intensidade

entre 80 e 90% da frequência cardíaca de pico, os pacientes reportaram níveis moderados de percepção subjetiva de esforço.<sup>29</sup> Assim, é um tipo de exercício que pode promover um estresse cardiovascular importante, potencializando assim as adaptações ao treinamento.

No entanto, vale destacar que na tentativa de equalizar a prescrição do exercício de caminhada em relação ao exercício em EB, alguns estudos adotaram a escala de percepção subjetiva de esforço de Borg. Esta abordagem visa a determinação de um exercício de intensidade moderada para diferentes modalidades de exercício,<sup>41</sup> já que a claudicação intermitente também pode afetar a capacidade destes pacientes de atingir determinadas metas de frequência cardíaca.<sup>42</sup> Assim, a prescrição baseada somente na dor não se aplicaria para o exercício em EB, limitando a comparação entre as diferentes formas de exercício.

#### *Efeitos cardiovasculares do exercício com EB em pacientes com doença arterial periférica*

Apesar dos potenciais efeitos do exercício de EB, seus efeitos no sistema cardiovascular ainda são pouco conhecidos, especialmente em outros indicadores cardiovasculares hemodinâmicos, neurais e vasculares. Por exemplo, a função vascular da artéria braquial tem sido considerada um indicador da saúde vascular fundamental, estando diretamente relacionada com o desenvolvimento de doenças arteriais.<sup>43</sup> A função vascular é comumente avaliada através da técnica de vasodilatação mediada pelo fluxo (FMD)<sup>44</sup> na artéria braquial. Estudos mostram que pacientes com DAP apresentam FMD de 3 a 6% menores do que indivíduos saudáveis na mesma faixa etária<sup>45,46</sup>. Esses pacientes, ao serem submetidos ao exercício máximo de caminhada na esteira (realizado até a dor de claudicação ter se tornado intolerável), apresentam reduções agudas significativas na FMD, o que não aconteceu após o exercício de caminhada submáximo (realizado até o início da dor de claudicação).<sup>47</sup> No entanto, o quanto tais respostas acontece com o exercício em EB ainda é desconhecido. Um aspecto interessante a ser destacado é que embora a função vascular pela FMD no membro superior seja considerada um indicador da função vascular sistêmica, essa prerrogativa pode não ser verdadeira para pacientes com DAP nos membros inferiores.

As evidências disponíveis em outras populações demonstraram uma melhora aguda significativa na função vascular da artéria braquial em indivíduos saudáveis,<sup>48</sup> em mulheres pós-menopausa<sup>49</sup> e em pacientes com aneurisma da aorta abdominal<sup>50</sup> após a realização do exercício para membros inferiores, indicando um possível efeito remoto do exercício aeróbio

de membros inferiores na função vascular nestas populações. Por outro lado, os efeitos de modalidades de exercício aeróbio realizado com os membros superiores, como é o caso do exercício em EB, que sabidamente estimula os leitos arteriais comumente utilizados na avaliação da função vascular ainda são incertos. Assim, dada a natureza aeróbia do exercício em EB, é possível que os efeitos desta modalidade de exercício sejam difundidos para as artérias dos membros inferiores.

#### *Exercício e fluxo sanguíneo cerebral nos pacientes com doença arterial periférica*

Embora a DAP afete principalmente as artérias dos membros inferiores, sua presença está relacionada com aterosclerose sistêmica, potencialmente afetando também as artérias cerebrais.<sup>51</sup> Isto por sua vez pode resultar em redução do fluxo sanguíneo cerebral e contribuir para complicações como acidente vascular encefálico ou demência vascular.<sup>52</sup> Além disso, embora o cérebro possua mecanismos de auto-regulação para manter um fluxo sanguíneo constante dentro de uma ampla faixa de pressões arteriais,<sup>53</sup> pacientes com DAP frequentemente apresentam pressão arterial elevada,<sup>54</sup> o que pode causar danos nos vasos sanguíneos cerebrais ao longo do tempo, exacerbando a redução do fluxo sanguíneo cerebral.<sup>55</sup> Outro fator a considerar é o processo de isquemia nos membros inferiores, que pode aumentar a atividade simpática nervosa cerebral, induzindo a uma vasoconstrição das artérias do cérebro e contribuindo para a redução do fluxo sanguíneo cerebral.<sup>56</sup> Assim, embora a DAP e a aterosclerose cerebral sejam afetadas por sistemas vasculares distintos, eles estão relacionados pelo processo comum da aterosclerose, o que destaca a importância do controle e tratamento eficazes da DAP na redução do risco de complicações cerebrais relacionadas à aterosclerose.

Nesse sentido, têm-se aumentado o interesse em investigar a resposta do fluxo sanguíneo cerebral durante o exercício em diferentes populações.<sup>57</sup> As evidências disponíveis indicam um aumento deste indicador durante o exercício aeróbio (predominantemente de membros inferiores) até ~70% do VO<sub>2</sub> pico, enquanto acima de 70% do VO<sub>2</sub> pico o fluxo cerebral normalmente se mantém ou diminui para valores basais, principalmente em indivíduos saudáveis.<sup>57-60</sup> No caso do exercício em EB, pode se supor que estas respostas cardiovasculares mais elevadas como aumento da pressão arterial e frequência cardíaca durante a sua realização mencionadas anteriormente possam ser similares para o fluxo sanguíneo cerebral, já que mudanças nos níveis destes indicadores podem ser estímulos para aumentos no fluxo sanguíneo

cerebral.<sup>53</sup> No entanto, a resposta do fluxo sanguíneo cerebral ao exercício realizado em diferentes membros e os mecanismos envolvidos na sua regulação durante o exercício são multifatoriais e ainda necessitam ser melhor investigados tanto em indivíduos saudáveis quanto em populações clínicas.<sup>57-61</sup>

#### *Exercício modulação autonômica cardíaca nos pacientes com doença arterial periférica*

Outro indicador que merece atenção nestes pacientes é a modulação autonômica cardíaca. Estudos apontam que pacientes com DAP apresentam um desequilíbrio entre a modulação simpática e parassimpática do coração,<sup>62</sup> o que é evidenciado por uma reduzida variabilidade da frequência cardíaca (VFC). No entanto, ainda não há evidências sobre as respostas da VFC após o exercício em EB. Já em relação a resposta da VFC após outras formas de exercício aeróbico, um estudo com pacientes com DAP verificou um aumento na modulação simpática e uma diminuição na modulação parassimpática após uma sessão aguda de exercício de caminhada máxima e submáxima.<sup>63</sup> Como mencionado anteriormente, a isquemia dos membros inferiores presentes nestes pacientes pode levar a um aumento da atividade simpática,<sup>56</sup> e a claudicação intermitente durante o exercício de caminhada causada por esta isquemia pode exacerbar este aumento na modulação simpática. Assim, é possível que a resposta da VFC após o exercício em EB seja atenuada, o que ainda necessita ser investigada nestes pacientes.

#### *Lacunas da literatura e justificativa*

Apesar do potencial do exercício em EB para pacientes com DAP, ainda há lacunas significativas na compreensão de seus efeitos agudos em indicadores cardiovasculares. A comparação direta com o exercício de caminhada e a análise de seus efeitos na função vascular, pressão arterial, fluxo sanguíneo cerebral e modulação autonômica são pouco exploradas. Preencher essas lacunas não apenas contribuiria para o conhecimento dos efeitos agudos do exercício em EB no sistema cardiovascular, mas também fundamentaria sua implementação como uma alternativa de exercício para pacientes com DAP. Este estudo hipotetiza que o exercício em EB pode ser tão ou mais eficaz que a caminhada em induzir benefícios cardiovasculares agudos para pacientes com DAP.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Geral**

Verificar as respostas cardiovasculares agudas ao exercício em ergômetro de braço em indivíduos com DAP, comparando-o com a atual recomendação de exercício de caminhada.

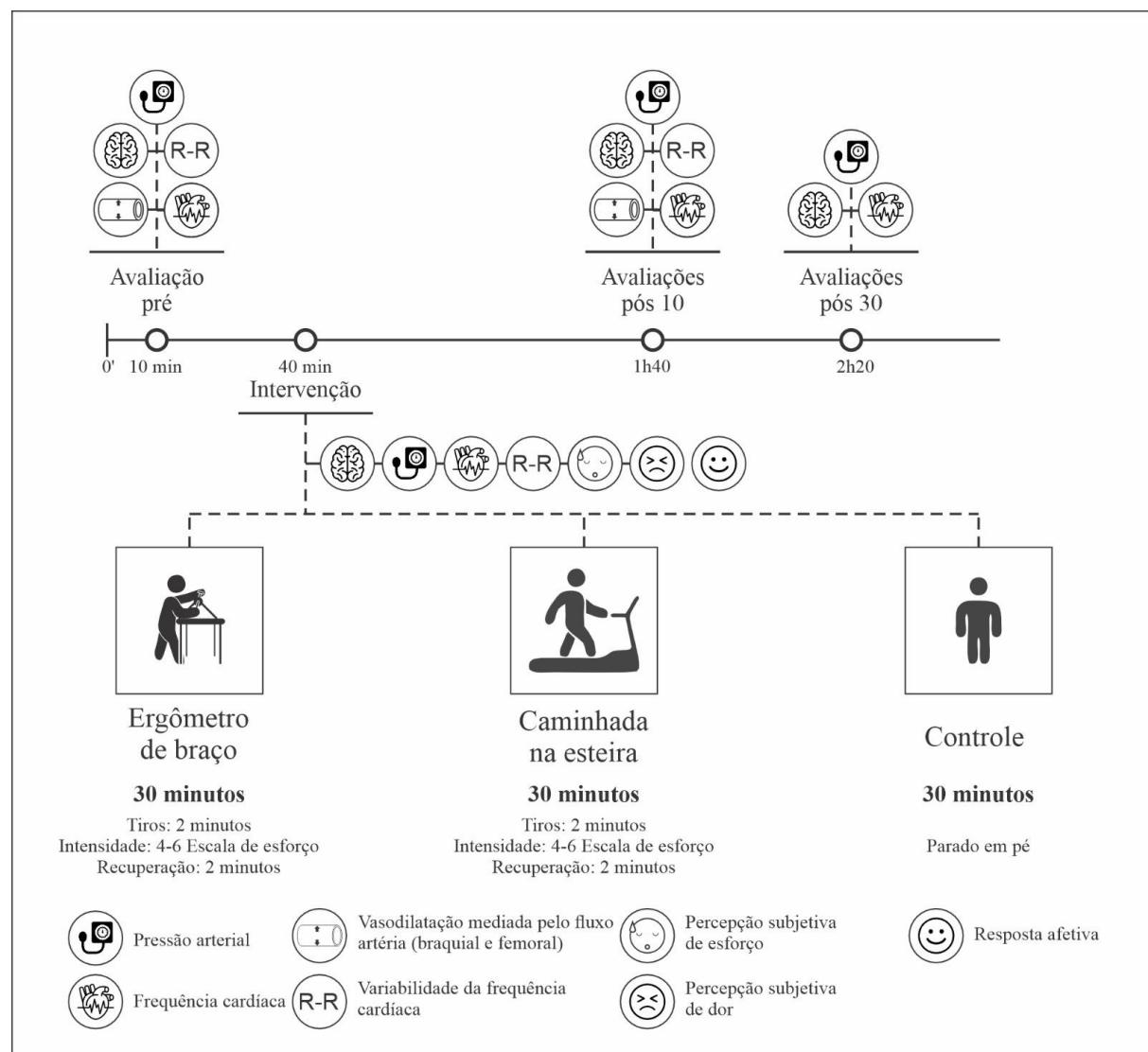
### **2.2. Específicos**

- Verificar a resposta da função vascular das artérias braquial e femoral após a realização do exercício em EB em comparação ao exercício de caminhada de pacientes com a DAP.
- Verificar a resposta da pressão arterial após a realização do exercício em EB em comparação ao exercício de caminhada de pacientes com a DAP.
- Verificar a resposta da velocidade do fluxo sanguíneo cerebral da artéria cerebral média após a realização do exercício em EB em comparação ao exercício de caminhada em pacientes com a DAP.
- Verificar a resposta da variabilidade da frequência cardíaca após a realização do exercício em EB em comparação ao exercício de caminhada em pacientes com a DAP.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Desenho do estudo

Neste ensaio *crossover* randomizado 15 pacientes com DAP foram recrutados para realização em ordem aleatória três sessões experimentais: caminhada, EB e controle. Antes e após cada sessão experimental foram obtidas as medidas de pressão arterial, variabilidade da frequência cardíaca, função vascular e fluxo sanguíneo cerebral. Durante as sessões foram obtidas a pressão arterial, frequência cardíaca e fluxo cerebral, além do monitoramento da percepção subjetiva de esforço, escala de dor e percepção de prazer. O desenho do estudo está apresentado na Figura 1.



**Figura 1.** Desenho experimental do estudo.

### **3.2. Questões éticas**

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Nove de Julho (CAAE: 57720922.3.0000.5511) e foi iniciado somente após sua aprovação. Antes de adentrarem ao estudo, os pacientes foram devidamente esclarecidos a respeito de todos os procedimentos aos quais seriam submetidos, dos potenciais riscos e benefícios do estudo e aqueles que concordaram em participar assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. O parecer de aprovação no Comitê de Ética está apresentado no Anexo A. O estudo também foi devidamente registrado no Clinical Trials, sob o número #NCT05611021.

### **3.3. Recrutamento e Triagem dos participantes**

Foram convidados a participar do estudo pacientes de ambos os gêneros com DAP utilizando-se banco de dados do Grupo de Pesquisa em Intervenções Clínicas nas Doenças Cardiovasculares (GEPICARDIO). Este grupo há anos vem desenvolvendo pesquisas com pacientes com DAP. Após aceitar participar do estudo, cada paciente foi submetido a uma avaliação clínica. Os pacientes que atenderem aos critérios de inclusão participaram, então, das etapas posteriores. Foram incluídos no estudo os pacientes que: apresentem DAP, confirmado pelo diagnóstico do índice tornozelo braço  $<0,90$  em um ou em ambos os membros; apresente idade  $\geq 40$  anos, se mulher estar na pós-menopausa sem uso de terapia de reposição hormonal; não seja tabagista ativo, e; estejam aptos à prática de exercício físico.

Para avaliar a elegibilidade os pacientes responderam a um questionário para obtenção de informações referentes à idade, sexo e fatores de risco cardiovascular (presença de doenças como diabetes, hipertensão, dislipidemia, tabagismo e nível de atividade física), como demonstrado no Anexo B. Para informações sobre as medicações em uso, foi solicitado que todos os pacientes trouxessem para o laboratório todos os medicamentos e as receitas a fim de que se pudesse ter o controle da classe medicamentosa, dosagem e a frequência de uso. Também foram obtidas a massa corporal e estatura dos pacientes.

Para confirmação do diagnóstico da DAP foi realizada a medida do índice tornozelo braço por meio das pressões arteriais sistólicas do braço e do tornozelo nos dois membros medidas em triplicata. A aferição da pressão arterial foi realizada com o uso de um doppler

vascular (DV610, Medmega, Brasil) e um esfigmomanômetro aneroide devidamente calibrado. Após posicionar o doppler sobre a artéria braquial (para a medida no braço) e sobre as artérias pediosa e tibial posterior (no tornozelo), o manguito foi inflado até 20 mmHg acima do nível estimado da pressão arterial sistólica. A determinação da pressão arterial sistólica foi feita no momento do aparecimento do primeiro som (fase I de Korotkoff). As medidas no braço e tornozelo foram realizadas por um único avaliador. Em posse desses dados, foi calculado o índice tornozelo braço de cada lado do corpo por meio da divisão da pressão arterial sistólica do tornozelo (maior pressão arterial sistólica entre os dois pontos anatômicos medidos) pela pressão arterial sistólica do braço (maior pressão arterial sistólica).

Os pacientes elegíveis a participarem do estudo só foram excluídos caso fizessem alguma mudança de medicação ou apresentassem algum comprometimento na saúde que contraindicasse a prática de exercício físico.

### **3.4. Sessões experimentais**

Foram realizadas três sessões experimentais em ordem aleatória: exercício de caminhada, exercício em EB e controle. As sessões experimentais foram realizadas no mesmo horário do dia, com pelo menos 48hrs de intervalo entre elas. A randomização das sessões foi realizada através de uma ferramenta *online* para geração de números e designações aleatórias para uso em pesquisa científica e estatística (*Research Randomizer* – [www.randomizer.org](http://www.randomizer.org)). Antes das sessões experimentais os pacientes receberam orientações para manter o padrão de sono, não realizar exercício físico ou consumir bebidas que contenham cafeína e alcoólicas 24 horas antes das avaliações. Tais informações foram averiguadas no início de cada sessão e caso não tenham sido seguidas a sessão era cancelada. Nas três sessões experimentais, no período pré-intervenção, os pacientes permaneceram em repouso na posição supina para avaliação da pressão arterial, fluxo sanguíneo cerebral, variabilidade da frequência cardíaca e função vascular da artéria braquial e femoral, que foram realizadas exatamente nessa ordem.

Após a avaliação basal, os pacientes realizaram a sessão Controle, EB ou Caminhada na esteira de acordo com a ordem estabelecida por sorteio. As sessões experimentais com exercício físico (Caminhada e EB) foram realizadas na posição em pé e compostas por 15 séries, sendo dois minutos ativos e dois minutos de recuperação passiva (Posição sentada), totalizando 60 minutos por sessão (30 minutos ativos). A intensidade do exercício foi determinada pela carga

equivalente ao intervalo de 4–6, considerada uma intensidade leve a moderada na escala de percepção subjetiva de esforço (Escala de Borg adaptada de 10 pontos Anexo C).<sup>64</sup>

A avaliação da intensidade foi monitorada ao final de cada série de exercício, e caso a faixa alvo da escala de Borg não fosse atingida ou fosse ultrapassada a intensidade era aumentada ou diminuída. A progressão da intensidade na sessão de exercício de caminhada era realizada através de aumento ou diminuição na velocidade da esteira. Optou-se por realizar a progressão da intensidade pela velocidade da esteira devido ao fato de os pacientes com DAP apresentarem dificuldade em realizar o exercício com inclinação devido a claudicação induzida pela inclinação da esteira.<sup>65</sup> A sessão em EB foi realizada em 60 rotações por minuto (rpm), conforme realizado em estudos prévios com exercício em pacientes com DAP.<sup>33,41</sup> Os participantes realizaram o exercício em EB em pé com o ergômetro posicionado na altura do tórax. A progressão da carga ocorria através de aumento ou diminuição na resistência do ergômetro. A figura 2 apresenta o cenário de realização das sessões de exercício em EB e de caminhada.



**Figura 2.** Cenário das sessões de exercício em EB e de caminhada.

Na sessão controle, os participantes permaneceram em pé sem a realização de exercício por 60 minutos, sentando nos períodos correspondentes aos intervalos (30 minutos em pé e 30 minutos sentados).

Durante a realização das intervenções foram avaliadas a pressão arterial e frequência cardíaca, fluxo sanguíneo cerebral, percepção subjetiva de esforço, resposta afetiva (i.e., o ‘prazer’ ou ‘desprazer’ que o indivíduo sente) através da *Feeling Scale*<sup>66</sup> (Anexo D) e a percepção de dor (Anexo E) durante cada série de exercício e ao final de cada sessão.

Após as intervenções, os pacientes retornaram ao repouso na posição supina, e as medidas pós intervenção foram realizadas após 10 e 30 minutos (Pós 10' e Pós 30'). As medidas realizadas foram idênticas às realizadas no momento pré-intervenção, a saber: pressão arterial, fluxo sanguíneo cerebral, variabilidade da frequência cardíaca e função vascular, respectivamente. Em ambos os momentos as avaliações foram realizadas pelo mesmo pesquisador devidamente treinado e experiente, e cego para as sessões experimentais.

### **3.5. Detalhamento das avaliações cardiovasculares pré e pós-intervenção**

As medidas cardiovasculares foram realizadas antes e após 10 minutos (Pós 10' – Pressão arterial, fluxo sanguíneo cerebral, variabilidade da frequência cardíaca e função vascular braquial e femoral) e após 30 minutos (Pós 30' – Pressão arterial e fluxo sanguíneo cerebral). As medidas eram sempre iniciadas após 10 minutos de repouso na posição supina. A figura 3 apresenta a montagem dos equipamentos para as medidas cardiovasculares durante a coleta de dados.



**Figura 3.** Medidas cardiovasculares durante a coleta de dados.

### **3.5.1. Desfecho primário: Função vascular**

As medidas de fluxo sanguíneo basal e FMD foram obtidas por meio de ultrassonografia de acordo com as recomendações mais recentes.<sup>44</sup> Foram registradas imagens da artéria braquial e superficial femoral por um aparelho de ultrassonografia bidimensional com Doppler espectral e transdutor linear (Terason™ uSmart3200T, Teratech Corporation, Estados Unidos). A resolução de contraste, profundidade, e ganho foram ajustadas para otimizar as imagens longitudinais da interface parede lúmen/arterial. Os espectros de velocidade do fluxo sanguíneo foram registrados simultaneamente através do modo pulsátil em frequência linear de 10 MHz com o ângulo de inclinação de 60°.

O diâmetro e o fluxo sanguíneo basal foram registrados continuamente ao longo de 90 segundos. Na artéria braquial, após a gravação basal foi inflado um manguito posicionado no antebraço, com uma pressão 50 mm Hg acima da pressão arterial sistólica, medida previamente ao exame. A oclusão foi mantida por 5 minutos e, após esse período, liberada rapidamente. As gravações do doppler foram retomadas 30 segundos antes de desinflar o manguito e foram mantidas por mais 180 segundos. Na artéria femoral, após a gravação basal foi inflado um manguito posicionado na coxa, seguindo o mesmo protocolo descrito anteriormente, exceto que o período de gravação pós-oclusão foi de 300 segundos. O diâmetro e o fluxo sanguíneo pós-oclusão foram medidos após a liberação. A capacidade FMD foi calculada como o percentual de aumento do diâmetro da artéria pós-oclusão em relação aos seus valores basais.

Todas as imagens capturadas foram transferidas ao computador por meio de um software de captura de vídeo (OBS Studio, 26.0.2) na frequência de 30 Hz e salvas em disco rígido externo para posterior análise através de um software semiautomático (FMD Studio, Institute of Clinical Physiology, Itália). O diâmetro basal foi definido como a média de 60 segundos de dados obtidos no momento anterior a insuflação do manguito. O diâmetro pico foi definido como o maior valor de diâmetro encontrado após a liberação do manguito. A vasodilatação mediada pelo fluxo da artéria braquial e femoral foi calculada como a diferença percentual entre o diâmetro basal e o diâmetro pico. Os dados foram apresentados pelo software como taxa de cisalhamento anterógrado e taxa de cisalhamento retrógrada. A taxa de cisalhamento média foi calculada como a diferença entre os componentes anterógrado e retrógrado. A área sob a curva da taxa de cisalhamento, indicativo do estímulo para vasodilatação, foi calculada do momento da liberação do manguito até o diâmetro de pico ser

atingido. O fluxo sanguíneo foi calculado a partir da fórmula “ $\text{Fluxo} = 0,5 \times \text{Vm}\pi(0,5 \times \text{D})^2$ ”, na qual,  $\text{Vm}$  corresponde a velocidade média do fluxo sanguíneo em centímetros por segundo e  $\text{D}$  representa o diâmetro da artéria braquial em centímetros.<sup>44</sup> A velocidade média foi obtida pela fórmula “ $\text{Vm} = (\text{SR}_{\text{MEAN}} \times \text{D})/4$ ”, na qual  $\text{SR}_{\text{MEAN}}$  corresponde a taxa de cisalhamento média. O índice de oscilação do fluxo foi determinado como “ $\text{SR}_{\text{RET}}/(\text{SR}_{\text{ANT}} + \text{SR}_{\text{RET}})$ ”, no qual  $\text{SR}_{\text{RET}}$  corresponde a taxa de cisalhamento retrógrada, e  $\text{SR}_{\text{ANT}}$  corresponde a taxa de cisalhamento anterógrada, com os valores obtidos variando de 0 a 0,5 indicando fluxo laminar unidirecional e pura oscilação, respectivamente.<sup>44</sup>

### **3.5.2. Desfechos secundários**

#### **3.5.2.1. Pressão arterial**

A pressão arterial foi avaliada por meio de um monitor automático (HEM-742, Omron Healthcare, Japão) o qual consiste em um aparelho eletrônico e digital da medida da pressão arterial de braço, com deflação e inflação automática de ar. Para essa medida, os indivíduos permaneciam por dez minutos na posição supina. Foram realizadas três medidas consecutivas, com um minuto de intervalo, no braço de maior pressão com tamanho do manguito adequado para a circunferência do braço. O valor utilizado foi a média das duas últimas medidas, conforme recomendado pela Sociedade Brasileira de Cardiologia.<sup>67</sup>

#### **3.5.2.2. Variabilidade da frequência cardíaca**

A variabilidade da frequência cardíaca foi avaliada para estimar a modulação autonômica do sistema cardiovascular. Para tanto, após 20 minutos de repouso, os pacientes permaneceram 10 minutos na posição supina, período no qual foram registrados os intervalos RR, por meio de um monitor de frequência cardíaca válido para esta função (Vantage M2, Polar Electro, Finlândia). Foi considerado como um sinal válido aqueles com pelos menos cinco minutos de sinal estacionário.<sup>68</sup>

Após a coleta, os intervalos RR foram exportados para o programa Kubios HRV (Version 2.0, Biosignal Analysis and Medical Imaging Group, Finlândia), cujas análises foram realizadas (domínio do tempo e da frequência). Os parâmetros do domínio do tempo, desvio

padrão de todos os intervalos NN (SDNN), raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre os intervalos RR normais adjacentes (RMSSD) e porcentagem dos intervalos adjacentes com mais de 50ms (PNN50) foram obtidos. Os parâmetros do domínio da frequência foram obtidos pela técnica da análise espectral. Foram consideradas como fisiologicamente significativas as frequências entre 0,04 e 0,4 Hz, sendo o componente de baixa frequência (BF) representado pelas oscilações entre 0,04 e 0,15 Hz e o componente de alta frequência (AF) entre 0,15 e 0,4 Hz.<sup>62,68</sup> Os parâmetros não lineares considerados foram: Desvio padrão da variabilidade instantânea do intervalo batimento a batimento (SD1) e a variabilidade contínua do intervalo RR de longo prazo (SD2).

### 3.5.2.3 Fluxo sanguíneo cerebral

A velocidade do fluxo sanguíneo cerebral de repouso foi obtida por um doppler transcraniano (DopplerBoxX, ComputerMedics DWL, Dinamarca). Para tanto, os pacientes utilizaram um capacete capaz de fixar bilateralmente duas sondas de ultrassom de 2 MHz na janela temporal. Com um método similar ao de um doppler extracraniano, o doppler transcraniano é capaz de capturar as velocidades dos fluxos cerebrais.<sup>69</sup> As velocidades do fluxo da artéria cerebral média foram medidas bilateralmente durante 5 minutos, com pacientes em repouso.<sup>69</sup>

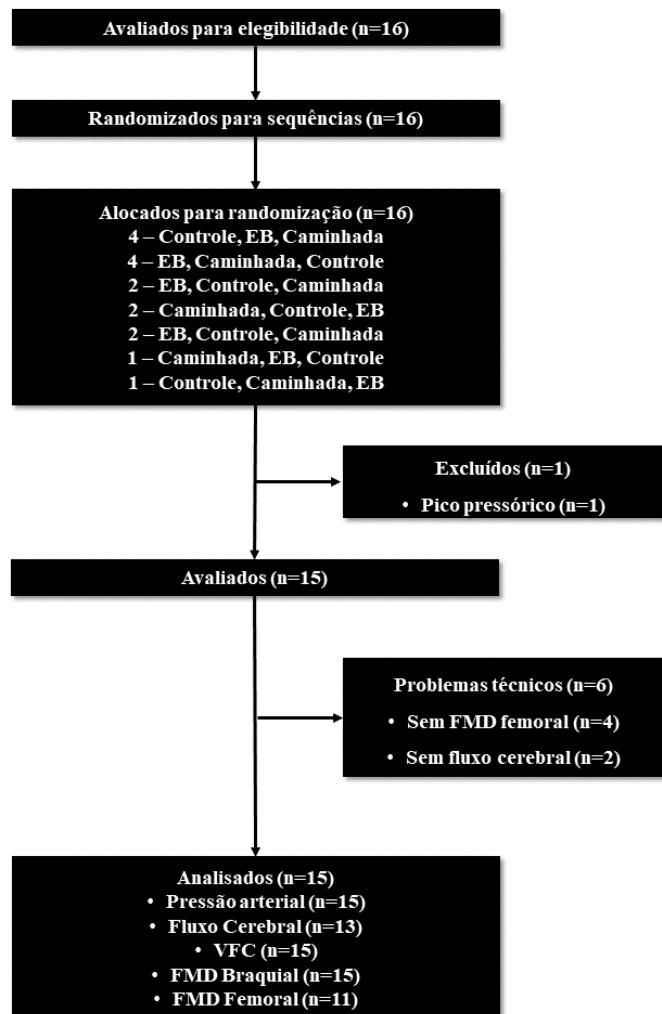
## **3.7. Análise estatística**

Baseando-se em dados de função vascular de um estudo prévio,<sup>47</sup> considerando um *effect size* de 0,25, poder de 80% e erro alpha de 0,05, o tamanho amostral mínimo foi de 14 pacientes (42 sessões). Considerando a possibilidade de perda amostral e variabilidade dos dados, o tamanho amostral do presente estudo foi inflado em 30% para 18 pacientes (54 sessões). As análises de normalidade e homogeneidade de variância foram realizadas por meio dos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Para comparação das variáveis no momento pré-intervenção e os valores da área sob a curva (AUC) nos intervalos entre as séries nas sessões foi utilizada a ANOVA *one way*. A AUC foi calculada para a resposta da percepção de esforço, dor e afeto através da seguinte fórmula:  $AUC = ((Valor\ Série\ 1 + Valor\ Série\ 5) / 2 \times (2 - 1))$  para os valores da Série 5, na seguinte fórmula para os valores da Série 10:  $AUC =$

((Valor Série 1 + Valor Série 10) / 2 × (3 – 2)), e na seguinte fórmula para os valores da Série 15:  $AUC = ((Valor Série 1 + Valor Série 15) / 2 × (4 – 3))$ . Após o cálculo da AUC geral foram somados o valor da Série 5 + Série 10 + Série 15. Para a análise do efeito agudo equações estimadas generalizadas (GEE) foram utilizadas, tendo como fatores principais a sessão (Caminhada, EB e controle) e o tempo (pré e pós-intervenção ou séries de exercício). Em todas as análises, quando foi verificado efeito significante foi empregado o teste de post-hoc de Newman-Keuls. Foi considerado significante o valor de  $P < 0,05$  e os dados estão apresentados em média  $\pm$  desvio padrão.

## 4. RESULTADOS

A figura 4 apresenta o fluxograma de recrutamento dos participantes incluídos no estudo até o momento. No total, 16 pacientes foram avaliados para elegibilidade, randomizados e alocados para randomização das sessões experimentais. Destes, um paciente abandonou o estudo por conta de um pico pressórico durante a realização da primeira sessão. Assim, 15 pacientes foram incluídos na análise final. Destes 15, em quatro participantes não foi possível obter a medida da FMD femoral, e em dois não foi possível detectar o fluxo sanguíneo cerebral.



**Figura 4.** Fluxograma de participação do estudo.

A tabela 1 apresenta as características gerais da amostra. A maior parte dos pacientes era do sexo masculino. As comorbidades mais prevalentes foram a hipertensão, diabetes, dislipidemia, cardiopatia e acidente vascular encefálico. Já os medicamentos mais utilizados foram estatinas, diuréticos, betabloqueadores e antiplaquetários.

**Tabela 1.** Características gerais da amostra (N = 15).

Variáveis	Valores
Homens, N (%)	8 (53)
Idade, anos	65 ± 7
Peso, kg	67,9 ± 16,6
Estatura, cm	159 ± 9
Índice de massa corporal, kg/m <sup>2</sup>	26,7 ± 4,7
Índice tornozelo-braquial	0,64 ± 0,13
<i>Comorbidades, N (%)</i>	
Hipertensão	11 (73)
Diabetes	7 (47)
Dislipidemia	14 (93)
Sobrepeso e/ou obesidade	7 (47)
Cardiopatia	5 (33)
Insuficiência renal	1 (7)
Acidente vascular encefálico	4 (27)
Câncer	1 (7)
Covid	7 (47)
<i>Medicamentos, N (%)</i>	
Bloqueador do canal de cálcio	2 (13)
Bloqueador do receptor de angiotensina 2	5 (33)
Diurético	8 (53)
Inibidor da enzima conversora de angiotensina	4 (27)
Vasodilatador	3 (20)
Betabloqueador	5 (33)
Antiplaquetários	6 (40)
Estatinas	14 (93)
Analgésicos	7 (47)
Anti-hiperglicemiante	7 (47)

Valores apresentados em média ± desvio padrão ou frequência absoluta e relativa.

A tabela 2 apresenta as características basais das variáveis da função vascular entre as sessões experimentais. Foi observada uma diferença significante somente para a vasodilatação mediada pelo fluxo corrigida pela taxa de cisalhamento, que foi significativamente maior na sessão Caminhada comparado às sessões Controle e EB ( $P = 0,046$ ).

**Tabela 2.** Características basais das variáveis da função vascular braquial e femoral nas sessões experimentais (N = 15).

Variáveis	Controle	Caminhada	EB	P
<b>Braquial (N = 15)</b>				
FMD, %	4,6±2,9	5,4±3,3	4,2±2,8	0,540
Diâmetro basal, mm	4,1±0,9	4,0±0,8	4,0±0,9	0,956
Diâmetro máximo, mm	4,3±0,9	4,2±0,7	4,2±0,9	0,968
FMD, mm	0,18±0,11	0,21±0,12	0,16±0,09	0,423
AUC da taxa de cisalhamento, $\text{seg}^{-1}$	8062±4201	8569±7741	9262±5578	0,861
FMD/AUC×100	0,06±0,04	0,14±0,15	0,06±0,05	0,046
<b>Femoral (N = 11)</b>				
FMD, %	7,1±4,5	7,9±3,9	7,2±3,9	0,866
Diâmetro basal, mm	5,5±1,3	5,7±1,4	5,8±1,3	0,888
Diâmetro máximo, mm	5,9±1,3	6,1±1,5	6,2±1,4	0,867
FMD, mm	0,38±0,27	0,44±0,24	0,41±0,27	0,861
AUC da taxa de cisalhamento, $\text{seg}^{-1}$	8722±7245	11831±8639	10629±6270	0,634
FMD/AUC×100 <sup>-1</sup>	0,60±1,64	0,11±0,13	0,13±0,18	0,460

Valores apresentados em média ± desvio padrão. AUC – Área sob a curva. EB – Ergômetro de braço. FMD - Vasodilatação mediada pelo fluxo. FMD/AUC×100 – FMD corrigida pela AUC da taxa de cisalhamento.

A tabela 3 apresenta as características basais das demais variáveis cardiovasculares entre as sessões experimentais. Não foram observadas diferenças significantes em nenhuma das variáveis entre as sessões ( $P > 0,05$  para todas).

**Tabela 3.** Características basais das demais variáveis cardiovasculares nas sessões experimentais (N = 15).

Variáveis	Controle	Caminhada	EB	P
Pressão arterial sistólica, mmHg	126 ± 18	122 ± 14	124 ± 19	0,780
Pressão arterial diastólica, mmHg	73 ± 10	70 ± 7	72 ± 9	0,607
Frequência cardíaca, bpm	66 ± 17	67 ± 15	68 ± 16	0,941
Vel. fluxo cerebral, cm/seg (N = 13)	49 ± 15	48 ± 17	53 ± 16	0,756
SDNN, ms	149 ± 471	127 ± 364	57 ± 78	0,750
RMSSD, ms	229 ± 768	193 ± 597	66 ± 104	0,710
pNN50, %	9,9 ± 24,4	13,3 ± 27,7	16,5 ± 29,8	0,802
Baixa frequência, un	46,7 ± 18,4	46,8 ± 22,6	41,4 ± 21,8	0,723
Alta frequência, un	53,2 ± 18,4	53,2 ± 22,6	58,5 ± 21,8	0,729
Razão Baixa/Alta frequência	1,2 ± 0,9	1,3 ± 1,1	1,2 ± 1,6	0,954
SD1, ms	163 ± 545	137 ± 424	46 ± 73	0,709
SD2, ms	131 ± 389	113 ± 293	57 ± 82	0,758
Razão SD2/SD1	1,7 ± 0,7	1,8 ± 0,7	1,7 ± 0,7	0,949

Valores apresentados em média ± desvio padrão. BF/AF – Razão baixa frequência/alta frequência. EB – Ergômetro de braço. pNN50 - Contagem do NN50 dividido pelo número total dos intervalos NN, expresso em %. RMSSD - Raiz quadrada da média das somas dos quadrados das diferenças entre intervalos NN adjacentes. SDNN – Desvio padrão dos intervalos NN. SD1 – Desvio padrão da variabilidade instantânea do intervalo batimento a batimento. SD2 – Variabilidade contínua do intervalo RR de longo prazo.

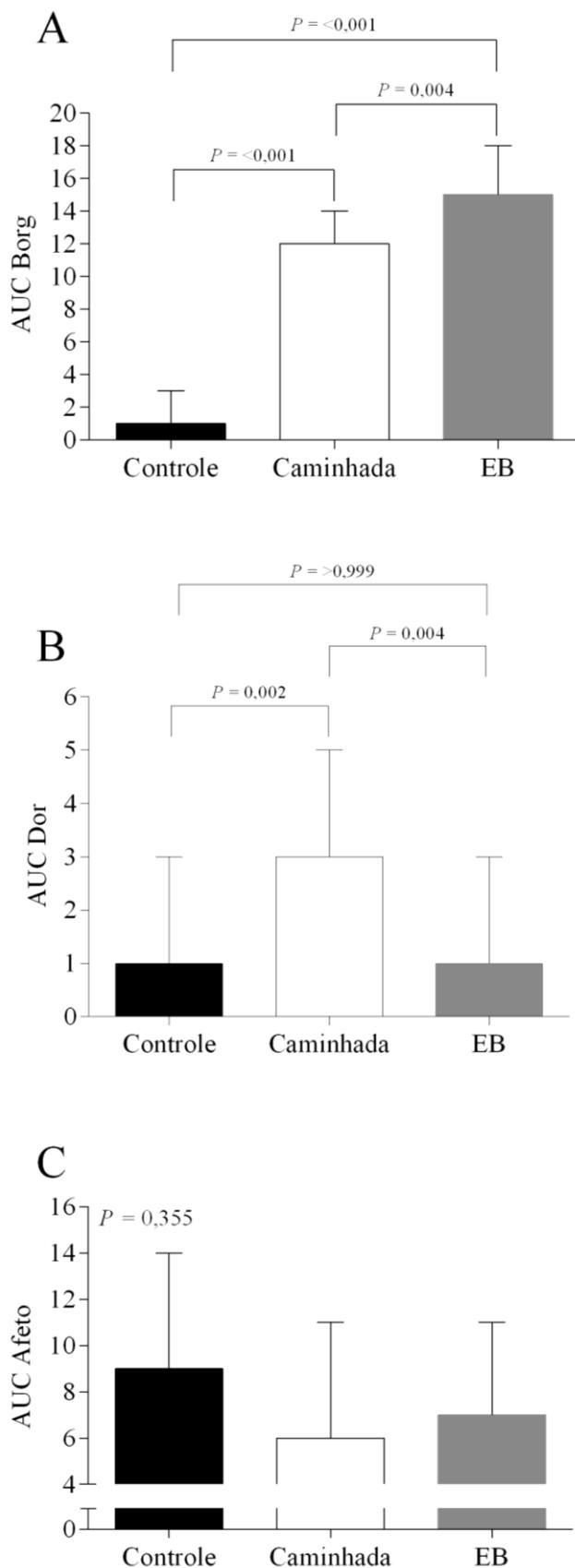
A tabela 4 apresenta a resposta das variáveis cardiovasculares durante as sessões experimentais. A pressão arterial sistólica apresentou maiores valores nos intervalos das séries da sessão caminhada em comparação a sessão EB ( $P = 0,018$ ). Já a pressão arterial diastólica apresentou menores valores nos intervalos das séries da sessão EB em comparação a sessão controle ( $P = 0,009$ ). A frequência cardíaca apresentou maiores valores nos intervalos das séries 10 e 15 na sessão caminhada em comparação a sessão controle, e nas séries 5, 10 e 15 na sessão EB em comparação a sessão controle ( $P = <0,001$ ), além de apresentar um aumento significativo na série 15 em comparação a série 1 na sessão caminhada ( $P = 0,044$ ). A velocidade do fluxo sanguíneo cerebral não apresentou alterações significantes nos intervalos das séries das sessões experimentais ( $P > 0,05$  para todas).

**Tabela 4.** Respostas cardiovasculares durante as sessões experimentais (N = 15).

Variáveis	Série 1	Série 5	Série 10	Série 15	P
Pressão arterial sistólica, mmHg					
<i>Controle</i>	131 ± 23	132 ± 24	138 ± 23	130 ± 17	S = 0,018
<i>Caminhada</i>	139 ± 15	149 ± 30	140 ± 24	140 ± 33	T = 0,505
<i>EB</i>	133 ± 19	137 ± 21	128 ± 20	128 ± 17	S×T = 0,863
Pressão arterial diastólica, mmHg					
<i>Controle</i>	80 ± 12	79 ± 12	84 ± 13	82 ± 13	S = 0,009
<i>Caminhada</i>	77 ± 11	78 ± 10	79 ± 14	79 ± 20	T = 0,953
<i>EB</i>	75 ± 11	76 ± 12	72 ± 13	72 ± 12	S×T = 0,862
Frequência cardíaca, bpm					
<i>Controle</i>	69 ± 16	70 ± 16	68 ± 15	69 ± 17	S = <0,001
<i>Caminhada</i>	75 ± 23	84 ± 24	91 ± 23	95 ± 23	T = 0,044
<i>EB</i>	77 ± 18	88 ± 23	90 ± 23	92 ± 22	S×T = 0,555
Velocidade do fluxo sanguíneo cerebral, cm/seg					
<i>Controle</i>	49 ± 19	48 ± 13	44 ± 16	48 ± 16	S = 0,099
<i>Caminhada</i>	50 ± 13	55 ± 17	57 ± 20	56 ± 19	T = 0,923
<i>EB</i>	51 ± 14	53 ± 16	49 ± 11	49 ± 16	S×T = 0,891

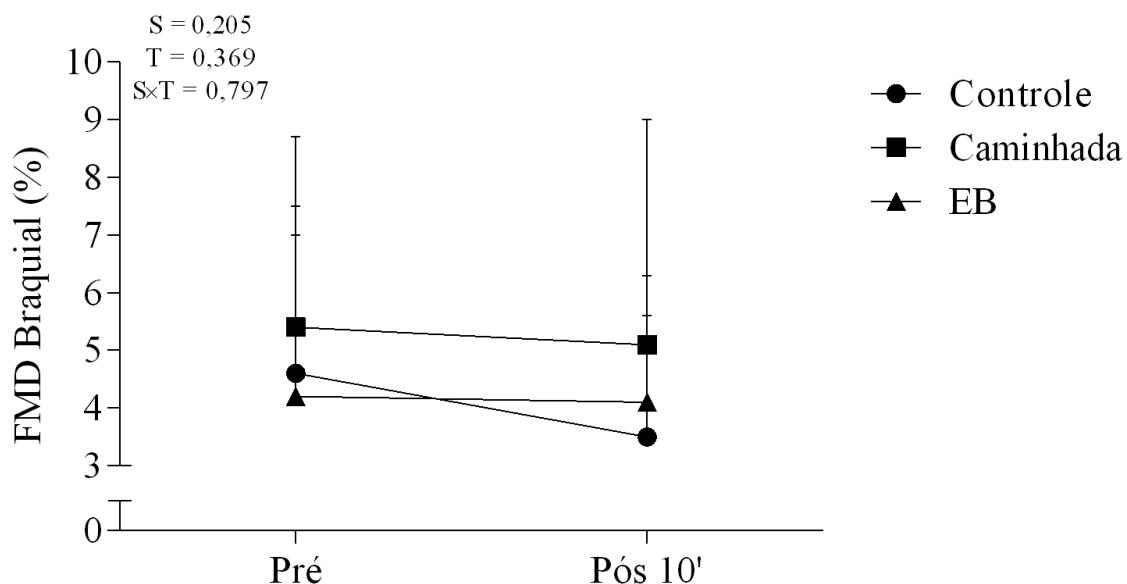
EB - Ergômetro de braço. PAS – Pressão arterial sistólica. PAD – Pressão arterial diastólica. S – Sessão. T – Tempo. S×T – Interação Sessão × Tempo. Valores apresentados em média ± desvio padrão.

A figura 5 apresenta a resposta da AUC das variáveis perceptivas durante as sessões experimentais. A percepção subjetiva de esforço foi significativamente maior durante as sessões de exercício em comparação a sessão controle, e foi maior durante a sessão EB em comparação a sessão caminhada (Controle: 1 ± 2 vs. Caminhada: 12 ± 2 vs. EB: 15 ± 3,  $P < 0,001$ ; Fig. 5A). Por outro lado, a percepção de dor foi significativamente maior durante a sessão Caminhada em comparação as sessões Controle e EB (Controle: 1 ± 2 vs. Caminhada: 3 ± 2 vs. EB: 1 ± 2,  $P = 0,001$ ; Fig. 5B). Por fim, a percepção de afeto não diferiu entre as sessões experimentais (Controle: 9 ± 5 vs. Caminhada: 6 ± 5 vs. EB: 7 ± 4,  $P = 0,355$ ; Fig. 5C).

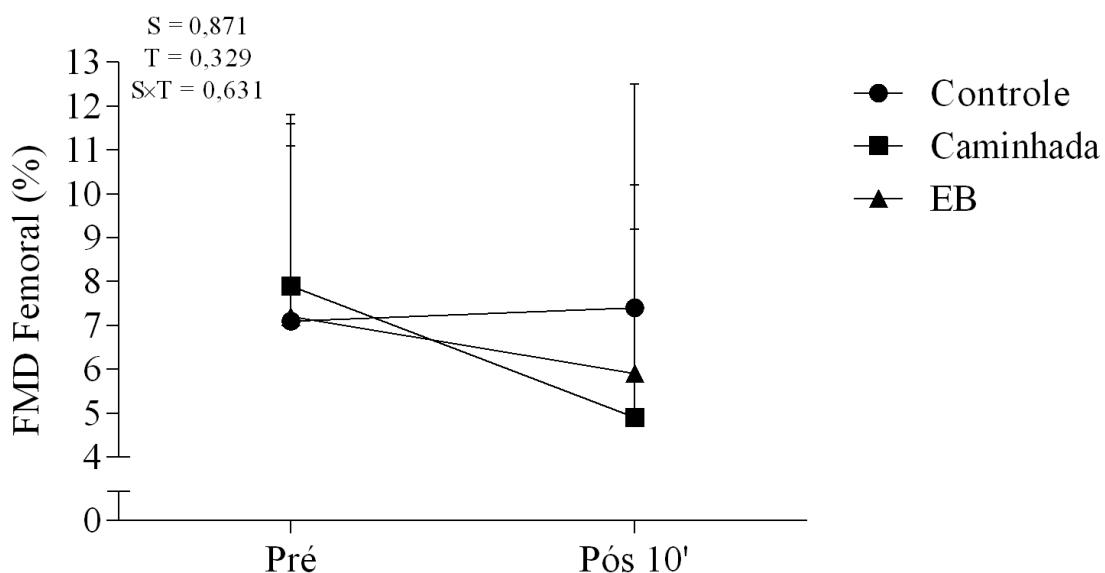


**Figura 5.** Resposta da AUC das variáveis perceptivas durante as sessões experimentais.

As figuras a seguir apresentam a resposta das variáveis da função vascular pré e pós-intervenção. As FMDs braquial (Controle – Pré:  $4,6 \pm 2,9\%$  vs. Pós 10':  $3,5 \pm 2,1\%$ ; Caminhada – Pré:  $5,4 \pm 3,3\%$  vs. Pós 10':  $5,1 \pm 3,9\%$ ; EB – Pré:  $4,2 \pm 2,8\%$  vs. Pós 10':  $4,1 \pm 2,2\%$ ;  $P > 0,05$ ; Fig. 6) e femoral (Controle – Pré:  $7,1 \pm 4,5\%$  vs. Pós 10':  $7,4 \pm 5,1\%$ ; Caminhada – Pré:  $7,9 \pm 3,9\%$  vs. Pós 10':  $4,9 \pm 4,3\%$ ; EB – Pré:  $7,2 \pm 3,9\%$  vs. Pós 10':  $5,9 \pm 4,3\%$ ;  $P > 0,05$ ; Fig. 7) não se alteraram no momento pós-intervenção entre as sessões experimentais.



**Figura 6.** Resposta da FMD braquial entre as sessões experimentais. Valores apresentados em média  $\pm$  desvio padrão.



**Figura 7.** Resposta da FMD femoral entre as sessões experimentais. Valores apresentados em média  $\pm$  desvio padrão.

A tabela 5 apresenta a resposta das demais variáveis da função vascular da artéria braquial entre as sessões experimentais. Não foram observadas diferenças significantes em nenhum dos indicadores entre as sessões ( $P>0,05$  para todas).

**Tabela 5.** Resposta das variáveis da função vascular braquial entre as sessões (N = 15).

Variáveis	Pré	Pós 10'	P
<i>Diâmetro basal, mm</i>			
Controle	4,1 ± 0,9	4,0 ± 0,8	S = 0,947
Caminhada	4,0 ± 0,7	4,0 ± 0,7	T = 0,839
EB	4,1 ± 0,9	4,0 ± 0,9	S×T = 0,992
<i>Diâmetro máximo, mm</i>			
Controle	4,3 ± 0,9	4,2 ± 0,8	S = 0,982
Caminhada	4,2 ± 0,7	4,2 ± 0,7	T = 0,765
EB	4,2 ± 0,9	4,2 ± 0,9	S×T = 0,982
<i>FMD, mm</i>			
Controle	0,18 ± 0,11	0,15 ± 0,09	S = 0,223
Caminhada	0,21 ± 0,12	0,19 ± 0,14	T = 0,447
EB	0,16 ± 0,09	0,16 ± 0,08	S×T = 0,766
<i>AUC da taxa de cisalhamento, seg<sup>-1</sup></i>			
Controle	8061 ± 4201	7807 ± 6405	S = 0,713
Caminhada	8569 ± 7741	9587 ± 6889	T = 0,898
EB	9261 ± 5577	9016 ± 8077	S×T = 0,906
<i>FMD/AUC × 100<sup>-1</sup></i>			
Controle	0,06 ± 0,04	0,09 ± 0,11	S = 0,555
Caminhada	0,14 ± 0,15	0,09 ± 0,13	T = 0,338
EB	0,06 ± 0,05	0,28 ± 0,81	S×T = 0,285

Valores apresentados em média ± erro padrão. AUC – Área sob a curva. EB – Ergômetro de braço. FMD - Vasodilatação mediada pelo fluxo. FMD/AUC × 100<sup>-1</sup> – FMD corrigida pela área sob a curva da taxa de cisalhamento. S – Sessão. T – Tempo. S×T – Interação Sessão × Tempo.

A tabela 6 apresenta a resposta das demais variáveis da função vascular da artéria femoral entre as sessões experimentais. Não foram observadas diferenças significantes em nenhum dos indicadores entre as sessões ( $p>0,05$  para todas).

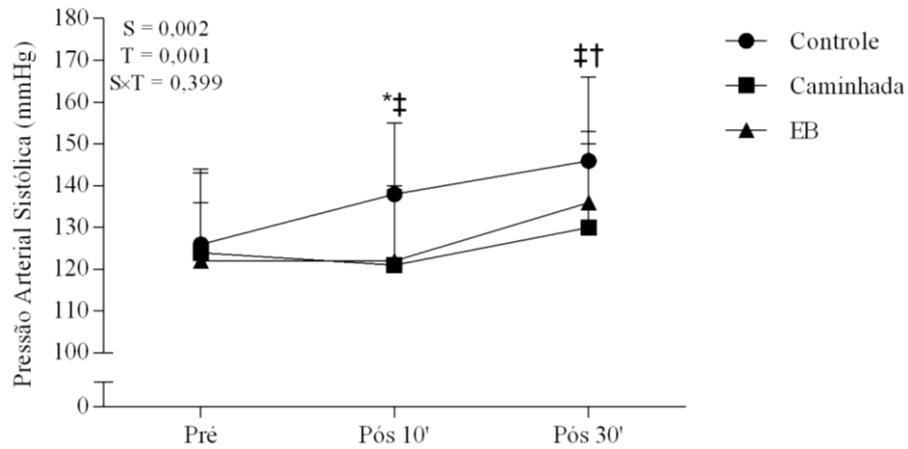
**Tabela 6.** Resposta das variáveis da função vascular femoral entre as sessões ( $N = 11$ ).

Variáveis	Pré	Pós 10'	P
<i>Diâmetro basal, mm</i>			
Controle	$5,5 \pm 1,3$	$5,5 \pm 1,4$	$S = 0,777$
Caminhada	$5,7 \pm 1,4$	$5,6 \pm 1,5$	$T = 0,886$
EB	$5,8 \pm 1,3$	$5,8 \pm 1,2$	$S \times T = >0,999$
<i>Diâmetro máximo, mm</i>			
Controle	$5,9 \pm 1,3$	$5,9 \pm 1,4$	$S = 0,809$
Caminhada	$6,1 \pm 1,5$	$5,9 \pm 1,6$	$T = 0,734$
EB	$6,2 \pm 1,4$	$6,1 \pm 1,2$	$S \times T = 0,988$
<i>FMD, mm</i>			
Controle	$0,38 \pm 0,27$	$0,38 \pm 0,27$	$S = 0,960$
Caminhada	$0,44 \pm 0,24$	$0,33 \pm 0,28$	$T = 0,275$
EB	$0,41 \pm 0,27$	$0,32 \pm 0,22$	$S \times T = 0,711$
<i>AUC da taxa de cisalhamento, seg<sup>-1</sup></i>			
Controle	$8721 \pm 7245$	$8221 \pm 5877$	$S = 0,266$
Caminhada	$11831 \pm 8638$	$10544 \pm 7818$	$T = 0,960$
EB	$10629 \pm 6270$	$12168 \pm 4947$	$S \times T = 0,779$
<i>FMD/AUC × 100</i>			
Controle	$0,60 \pm 1,64$	$17,15 \pm 56,36$	$S = 0,371$
Caminhada	$0,11 \pm 0,13$	$1,64 \pm 5,04$	$T = 0,292$
EB	$0,13 \pm 0,18$	$0,06 \pm 0,05$	$S \times T = 0,414$

Valores apresentados em média  $\pm$  erro padrão. AUC – Área sob a curva. EB – Ergômetro de braço. FMD - Vasodilatação mediada pelo fluxo. FMD/AUC  $\times 100^{-1}$  – FMD corrigida pela área sob a curva da taxa de cisalhamento. S – Sessão. T – Tempo. S $\times$ T – Interação Sessão  $\times$  Tempo.

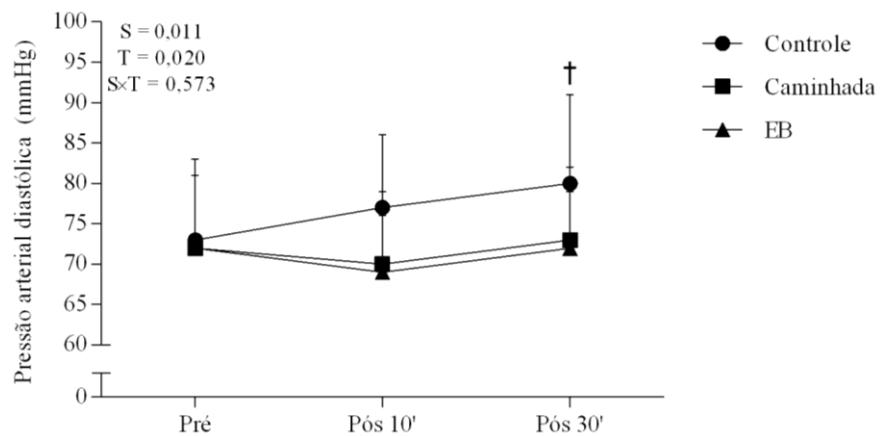
A figura 8 apresenta a resposta da pressão arterial sistólica entre as sessões experimentais. A pressão arterial sistólica aumentou progressivamente após a sessão controle (Pré:  $126 \pm 18$  mmHg, Pós 10':  $138 \pm 17$  mmHg, e Pós 30':  $146 \pm 20$  mmHg,  $P<0,05$ ), e

permaneceu estável após ambas as sessões de exercício (EB - Pré:  $124 \pm 19$  mmHg, Pós 10':  $121 \pm 19$  mmHg, Pós 30':  $130 \pm 20$  mmHg; Caminhada - Pré:  $122 \pm 14$  mmHg, Pós 10':  $122 \pm 17$  mmHg, Pós 30':  $136 \pm 17$  mmHg;  $P>0.05$ ).



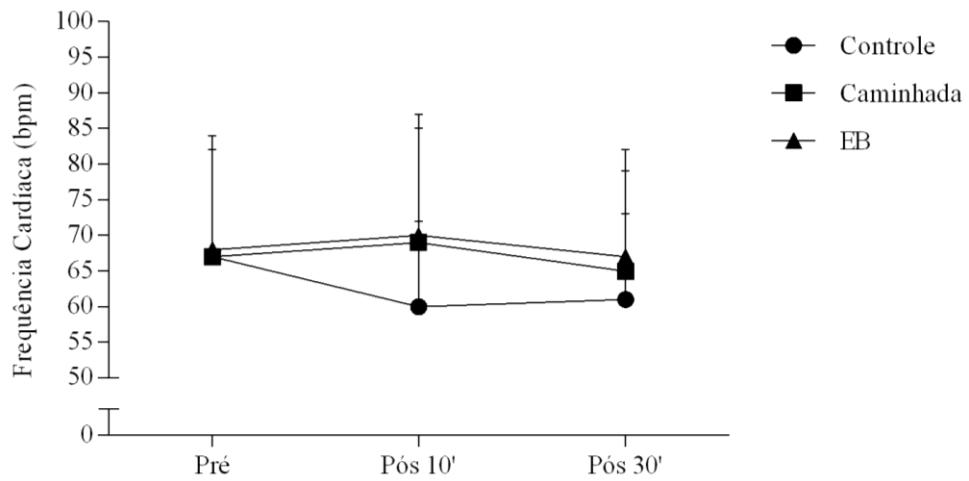
**Figura 8.** Resposta da pressão arterial sistólica entre as sessões experimentais. \* - Significativamente diferente da sessão caminhada. ‡ - Significativamente diferente da sessão EB. † - Significativamente diferente do momento pré intervenção. Valores apresentados em média  $\pm$  desvio padrão.

A resposta da pressão arterial diastólica está apresentada na figura 9. A pressão arterial diastólica aumentou após a sessão controle (Pré:  $73 \pm 10$  mmHg, Pós 10':  $77 \pm 9$  mmHg, Pós 30':  $80 \pm 11$  mmHg,  $P<0.05$ ), e permaneceu estável após as sessões EB (Pré:  $72 \pm 9$  mmHg, Pós 10':  $69 \pm 7$  mmHg, Pós 30':  $72 \pm 7$  mmHg;  $P>0.05$ ) e caminhada (Pré:  $72 \pm 9$  mmHg, Pós 10':  $70 \pm 9$  mmHg, Pós 30':  $73 \pm 9$  mmHg,  $P>0.05$ ).



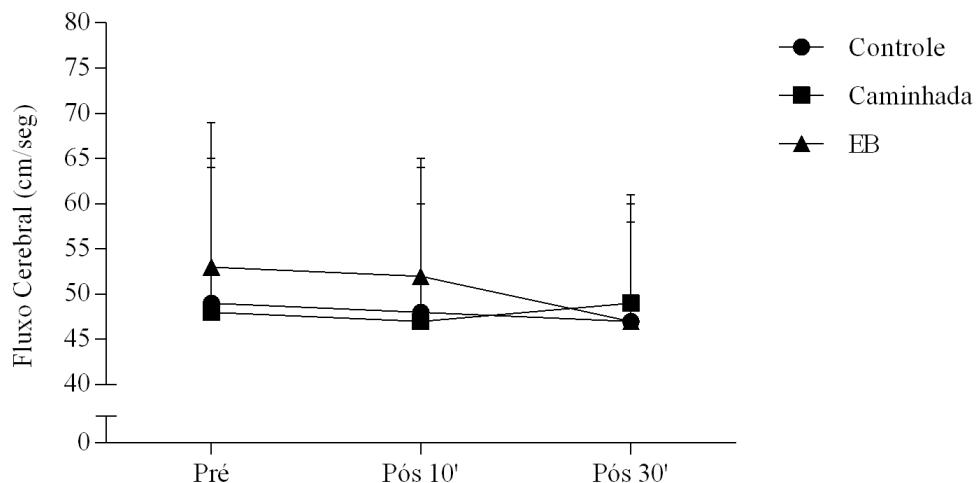
**Figura 9.** Resposta da pressão arterial diastólica entre as sessões experimentais. † - Significativamente diferente do momento pré intervenção. Valores apresentados em média  $\pm$  desvio padrão.

Na figura 10 está apresentada a resposta da frequência cardíaca entre as sessões experimentais. Não houve diferenças significantes entre as sessões experimentais em nenhum dos momentos avaliados (Controle – Pré:  $65 \pm 17$  bpm, Pós 10':  $60 \pm 12$  bpm vs. Pós 30':  $61 \pm 12$  bpm; Caminhada – Pré:  $67 \pm 15$  bpm, Pós 10':  $69 \pm 16$  bpm, Pós 30':  $65 \pm 14$  bpm; EB – Pré:  $68 \pm 16$  bpm, Pós 10':  $70 \pm 17$  bpm, Pós 30':  $67 \pm 15$  bpm;  $P>0,05$ ).



**Figura 10.** Resposta da frequência cardíaca entre as sessões experimentais. Valores apresentados em média  $\pm$  desvio padrão.

A resposta da velocidade do fluxo sanguíneo da artéria cerebral média está apresentada na figura 11. Não houve diferenças entre as sessões experimentais em nenhum dos momentos avaliados (Controle – Pré:  $49 \pm 15$  cm/seg, Pós 10':  $48 \pm 16$  cm/seg vs. Pós 30':  $47 \pm 13$  cm/seg; Caminhada – Pré:  $48 \pm 17$  cm/seg, Pós 10':  $47 \pm 13$  cm/seg, Pós 30':  $49 \pm 12$  cm/seg; EB – Pré:  $53 \pm 16$  cm/seg, Pós 10':  $52 \pm 13$  cm/seg, Pós 30':  $47 \pm 11$  cm/seg;  $P>0,05$ ).



**Figura 11.** Resposta da velocidade do fluxo sanguíneo da artéria cerebral média entre as sessões experimentais. Valores apresentados em média  $\pm$  desvio padrão.

A tabela 7 apresenta a resposta das variáveis da variabilidade da frequência cardíaca entre as sessões. Não foram observadas diferenças significantes em nenhum dos parâmetros.

**Tabela 7.** Resposta dos parâmetros do domínio do tempo e da frequência da variabilidade da frequência cardíaca entre as sessões experimentais (N = 15).

Variáveis	Pré	Pós 10'	P
<i>SDNN, ms</i>			
Controle	149 ± 471	45 ± 65	S = 0,761
Caminhada	127 ± 363	39 ± 47	T = 0,192
EB	57 ± 78	47 ± 81	S×T = 0,724
<i>RMSSD, ms</i>			
Controle	229 ± 768	57 ± 78	S = 0,688
Caminhada	193 ± 597	46 ± 70	T = 0,181
EB	66 ± 103	50 ± 77	S×T = 0,709
<i>pNN50, %</i>			
Controle	9,9 ± 24,4	14,4 ± 24,9	S = 0,977
Caminhada	13,3 ± 27,7	13,7 ± 24,9	T = 0,903
EB	16,5 ± 29,7	9,6 ± 21,5	S×T = 0,661
<i>Baixa frequência, un</i>			
Controle	46,7 ± 18,4	50,3 ± 17,2	S = 0,297
Caminhada	46,8 ± 22,6	52,2 ± 22,2	T = 0,431
EB	41,4 ± 21,8	42,6 ± 22,0	S×T = 0,922
<i>Alta frequência, un</i>			
Controle	53,2 ± 18,4	49,7 ± 17,2	S = 0,307
Caminhada	53,2 ± 22,6	47,8 ± 23,2	T = 0,428
EB	58,5 ± 21,8	57,3 ± 21,9	S×T = 0,925
<i>Razão Baixa/Alta frequência, un</i>			
Controle	1,2 ± 0,9	1,3 ± 1,1	S = 0,316
Caminhada	1,3 ± 1,1	2,1 ± 2,8	T = 0,332
EB	1,2 ± 1,6	1,1 ± 1,1	S×T = 0,503

Valores apresentados em média ± desvio padrão. BF/AF – Razão baixa frequência/alta frequência. EB – Ergômetro de braço. pNN50 - Contagem do NN50 dividido pelo número total dos intervalos NN, expresso em %. RMSSD - Raiz quadrada da média das somas dos quadrados das diferenças entre intervalos NN adjacentes. SDNN – Desvio padrão dos intervalos NN.

A tabela 8 apresenta a resposta dos parâmetros não lineares da variabilidade da frequência cardíaca. Não foram observadas diferenças significantes entre as sessões experimentais, em nenhum dos momentos avaliados ( $P>0,05$  para todas).

**Tabela 8.** Resposta dos indicadores não lineares da variabilidade da frequência cardíaca entre as sessões experimentais ( $N = 15$ ).

Variáveis	Pré	Pós 10'	P
<i>SD1, ms</i>			
Controle	$162 \pm 545$	$40 \pm 73$	$S = 0,687$
Caminhada	$137 \pm 424$	$33 \pm 49$	$T = 0,181$
EB	$46 \pm 73$	$36 \pm 55$	$S \times T = 0,709$
<i>SD2, ms</i>			
Controle	$131 \pm 389$	$48 \pm 57$	$S = 0,798$
Caminhada	$113 \pm 293$	$43 \pm 46$	$T = 0,225$
EB	$57 \pm 82$	$54 \pm 103$	$S \times T = 0,713$
<i>Razão SD2/SD1</i>			
Controle	$1,7 \pm 0,7$	$1,7 \pm 0,7$	$S = 0,593$
Caminhada	$1,8 \pm 0,7$	$1,9 \pm 1,1$	$T = 0,631$
EB	$1,7 \pm 0,7$	$1,7 \pm 0,8$	$S \times T = 0,830$

EB – Ergômetro de braço. SD1 – Desvio padrão da variabilidade instantânea do intervalo batimento a batimento. SD2 – Variabilidade contínua do intervalo RR de longo prazo. Valores apresentados em média  $\pm$  desvio padrão.

## 5. DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi de verificar as respostas cardiovasculares agudas ao exercício em EB em indivíduos com DAP, comparando-o com a atual recomendação de exercício de caminhada. Os principais resultados deste estudo foram:

- A função vascular braquial e femoral não apresentaram alterações em nenhuma das sessões.
- A pressão arterial sistólica aumentou progressivamente após a sessão controle e permaneceu estável após as sessões de exercício.
- A pressão arterial diastólica aumentou após a sessão controle e permaneceu estável após as sessões EB e caminhada.
- Não houve alterações significantes no fluxo sanguíneo cerebral e na variabilidade da frequência cardíaca.

Com o objetivo de possibilitar a comparação entre as sessões de exercício a intensidade dos exercícios de caminhada e de EB foram prescritas utilizando a percepção subjetiva de esforço, um marcador amplamente utilizado nesses pacientes.<sup>41</sup> A prescrição utilizada resultou em aumentos da frequência cardíaca similares durante as sessões EB e caminhada em comparação a sessão controle. Assim, do ponto de vista fisiológico a o estresse cardiovascular foi comparável entre as sessões de exercício. Interessantemente, mesmo realizando a prescrição com base na percepção subjetiva de esforço, essa foi maior durante a sessão de exercício em EB. Isto indica que para uma mesma frequência cardíaca os pacientes perceberam um maior esforço durante a realização do exercício em EB. Por fim, a percepção de dor foi maior durante o exercício de caminhada em comparação as demais sessões. A maior percepção de dor durante a caminhada era esperada e é decorrente da ocorrência dos sintomas de claudicação intermitente, mesmo com o exercício realizado em intensidade moderada. Estes achados demonstram que o exercício em EB parece induzir a um estresse cardiovascular comparável ao exercício de caminhada, com menores níveis de dor.

Durante os intervalos das sessões experimentais, a pressão arterial sistólica foi mais acentuada durante a sessão caminhada quando comparada à sessão EB, e a pressão arterial diastólica apresentou menores valores durante a sessão EB em comparação a sessão controle. Considerando que as respostas da frequência cardíaca foram similares entre as sessões, a maior pressão arterial sistólica durante a caminhada pode estar relacionada com a ativação de reflexos

cardiovasculares decorrentes da isquemia nos membros inferiores. Já o exercício em EB, que utiliza os braços, pode oferecer um estímulo cardiovascular com maior impacto hemodinâmico, sem a ativação dos reflexos cardiovasculares decorrentes da isquemia. Já os menores valores de pressão arterial diastólica durante os intervalos das séries na sessão de exercício em EB sugerem que este tipo de exercício pode induzir a uma menor resistência vascular periférica,<sup>70</sup> resultante da vasodilatação dos músculos ativos, possivelmente devido a uma diminuição na complacência arterial e no retorno venoso durante a sua realização, derivados do represamento de sangue nos membros inferiores.

Os resultados do presente estudo apontaram que a função vascular da artéria braquial não foi alterada após a realização dos exercícios em EB e de caminhada, indicando uma manutenção dos seus níveis após a realização das sessões de exercício. De forma similar ao observado neste estudo, um estudo anterior demonstrou que o exercício de caminhada submáxima (até a dor inicial de claudicação) manteve a função vascular pós-exercício,<sup>47</sup> ao utilizar intensidade similar à do presente estudo. Esse é o primeiro estudo analisando as respostas da função vascular após a realização do exercício em EB em pacientes com DAP. Os resultados mostraram manutenção da função vascular da artéria braquial após o exercício, indicando que independentemente da utilização ou não dos membros superiores durante o exercício, não há modificações agudas na função vascular nos pacientes com DAP.

Assim como para a artéria braquial, a função vascular da artéria femoral também não foi modificada após as sessões experimentais, mantendo seus níveis basais. Nossa hipótese inicial era de que devido as limitações no fornecimento de fluxo sanguíneo para os músculos dos membros inferiores durante o exercício e consequentemente isquemia muscular ocorreria uma piora deste indicador pós-exercício.<sup>71</sup> Ademais, as obstruções nas artérias dos membros inferiores também podem levar a um aumento da resistência ao fluxo sanguíneo, o que resulta em um aumento do estresse mecânico sobre as paredes das artérias durante o exercício, e pode danificar as células endoteliais e comprometer sua função.<sup>72</sup> Assim, esperava-se que ocorreria uma disfunção vascular aguda da artéria femoral após o exercício de caminhada, o que não aconteceria com o exercício em EB. No entanto, essa hipótese não foi corroborada. Algumas explicações para isso incluem a intensidade moderada do exercício, o que atenuou a isquemia durante o exercício e o local da obstrução arterial. O grau de vasodilatação e a eficiência do fluxo sanguíneo podem ser influenciados pela localização da obstrução, com obstruções proximais podendo limitar mais severamente a perfusão do músculo durante o exercício e

obstruções distais podendo perimir algum grau de fluxo colateral, mitigando os efeitos.<sup>73</sup> Assim, devido a medida da função vascular da artéria femoral próxima da região inguinal, é possível que esta não haja detectado a porção da artéria femoral acometida pela obstrução arterial.

Os resultados encontrados indicaram aumento da pressão arterial na sessão controle. Estudos anteriores observaram aumentos agudos na pressão arterial após períodos de inatividade em pacientes com DAP.<sup>17,29</sup> Esta resposta tem sido atribuída a um aumento na resistência vascular, o que é corroborado por aumentos simultâneos na resistência vascular dos membros superiores e inferiores,<sup>74</sup> e consequentemente pode contribuir para este aumento na pressão arterial. Além disso, estes aumentos na pressão arterial também podem ser explicados pelo horário do dia em que as sessões foram realizadas (7h – 12h). A variação circadiana na pressão arterial já está bem definida, na qual são observados aumentos ao longo do período da manhã.<sup>75</sup> Assim, esta variação circadiana pode em parte haver induzido a estes aumentos na pressão arterial no momento pós sessão na ausência de exercício.

O exercício em EB e de caminhada preveniram os aumentos na pressão arterial que aconteceram na sessão controle. De fato, estudos prévios reportaram um efeito hipotensivo do exercício de caminhada em pacientes com DAP,<sup>12,17</sup> o que está alinhado com os resultados do presente estudo. Com relação ao EB, um único estudo foi realizado previamente, e os resultados observados indicaram uma atenuação dos aumentos da pressão arterial até 60 minutos após uma sessão de EB em comparação a uma sessão sem realização de exercício em pacientes com DAP<sup>29</sup>. A atenuação da pressão arterial similar após o exercício em EB em comparação a sessão de caminhada demonstra que, do ponto de vista de efeitos cardiovasculares agudos, o EB pode ser uma alternativa para os pacientes com DAP no controle da pressão arterial.

Este é o primeiro estudo descrevendo as respostas da velocidade de fluxo sanguíneo cerebral durante o exercício em pacientes com DAP. Os resultados indicaram manutenção da velocidade do fluxo sanguíneo cerebral durante e após os dois tipos de exercício. A literatura indica que durante o exercício aeróbico (predominantemente de membros inferiores) até ~70% do VO<sub>2</sub> pico ocorre aumento progressivo da velocidade do fluxo sanguíneo cerebral, enquanto acima de 70% do VO<sub>2</sub> pico a velocidade é mantida ou diminui para valores próximos aos basais.<sup>57-60</sup> Após a realização do exercício, a velocidade do fluxo cerebral tende a diminuir gradualmente, retornando aos níveis basais.<sup>59</sup> O presente estudo verificou uma manutenção da velocidade do fluxo sanguíneo cerebral durante o exercício em EB e de caminhada,

diferentemente destes incrementos observados durante o exercício em outras populações. Como mencionado anteriormente, devido aos sintomas de claudicação os pacientes com DAP não conseguem realizar o exercício em maiores intensidades,<sup>35</sup> o que pode explicar a falta de incrementos na velocidade do fluxo sanguíneo cerebral durante a realização do exercício nesta população. Assim, esta ausência de um incremento na velocidade do fluxo sanguíneo cerebral pode indicar um padrão de resposta diferente deste indicador em pacientes com DAP.

Não foram observadas diferenças significantes na resposta de nenhum dos parâmetros da variabilidade da frequência cardíaca após as sessões experimentais. Estudos anteriores em pacientes com DAP verificaram um aumento na modulação simpática e uma diminuição na modulação parassimpática após uma sessão aguda de exercício de caminhada máxima e submáxima,<sup>63</sup> o que parece indicar um ajuste fisiológico do exercício de caminhada na modulação autonômica de pacientes com DAP devido a claudicação intermitente. Já os resultados deste estudo parecem haver indicado um retorno da modulação autonômica aos valores basais após ~20 minutos do fim da realização do exercício, independente da modalidade, sem aparentemente sofrer influência do processo isquêmico de aterosclerose após o exercício de caminhada. A hipótese inicial deste estudo era de que o retorno da modulação autonômica aos valores basais seria mais prolongado após o exercício de caminhada em comparação ao exercício em EB devido a possíveis aumentos na atividade simpática causados pela claudicação intermitente,<sup>56,63</sup> o que não foi observado para este indicador. Assim, estudos adicionais investigando as respostas agudas da modulação autonômica ao exercício em EB e de caminhada em diferentes momentos pós-exercício em pacientes com DAP ainda são necessários, a fim de elucidar esta resposta.

Dentre os principais desafios do estudo, destaca-se a variabilidade individual nas respostas cardiovasculares, a necessidade de garantir a aderência ao protocolo de intensidade do exercício e a dificuldade em controlar todas as variáveis externas que poderiam influenciar as medidas cardiovasculares, como o uso de medicamentos e a ingestão alimentar dos participantes antes das sessões. Assim, este estudo possui algumas limitações que necessitam ser mencionadas. O fato deste estudo verificar as respostas cardiovasculares agudas não permite a generalização dos achados encontrados após um período crônico de treinamento. O fato deste estudo haver incluído somente pacientes com DAP não tabagistas limita a generalização dos achados para pacientes tabagistas, que é o caso de uma parte desta população. Além disso, mesmo com os protocolos das sessões experimentais similares, o pareamento dos seus

parâmetros pode ser limitado devido a diferenças em características das sessões em si, principalmente por conta das diferentes modalidades de exercício. O ergômetro de braço utilizado na sessão de exercício em EB somente permitia a modulação quantitativa das rotações por minuto, que foi mantida em torno de 60, mas o ajuste da resistência do ergômetro era realizado de acordo com a percepção do paciente, o que pode apresentar limitações em relação a prescrição desta modalidade de exercício. Além desta limitação na resistência, alguns participantes apresentaram dificuldades para atingir a intensidade prescrita para o exercício em EB mesmo na maior resistência atingida pelo ergômetro, o que pode haver limitado a sua realização, já que o estímulo pode não haver sido suficiente para estes pacientes. Por fim, houve problemas técnicos na detecção da velocidade do fluxo sanguíneo cerebral em alguns pacientes, devido a este haver sido monitorado na posição supina antes e após as sessões, o que pode haver influenciado nos valores da velocidade do fluxo sanguíneo cerebral.

Apesar das limitações, este estudo elucida as respostas cardiovasculares agudas ao exercício em EB em pacientes com DAP. A avaliação conjunta desses parâmetros amplia a compreensão das adaptações cardiovasculares, permitindo ajustar as estratégias de exercício para maximizar benefícios e minimizar riscos, além de prever efeitos crônicos. Os achados indicam que o exercício em EB pode prevenir a piora aguda de indicadores cardiovasculares, oferecendo benefícios semelhantes à caminhada sem as limitações da claudicação. No entanto, estudos adicionais investigando estas respostas ao exercício em intensidades mais altas e em diferentes momentos pós-exercício são necessários.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Uma única sessão de exercício em EB reduz o aumento da pressão arterial que ocorre na ausência de atividade física em pacientes com DAP, de forma similar ao exercício de caminhada. O exercício em EB não apresenta efeitos agudos significativos na função vascular, fluxo sanguíneo cerebral e variabilidade da frequência cardíaca comparado à caminhada. Portanto, o exercício em EB parece ser uma alternativa viável para prevenir efeitos agudos deletérios da inatividade física em indicadores de saúde cardiovascular em pacientes com DAP.

## 7. REFERÊNCIAS

1. Bradberry JC. Peripheral arterial disease: pathophysiology, risk factors, and role of antithrombotic therapy. *J Am Pharm Assoc* (2003). 2004;44(2 Suppl 1):37-44.
2. Meijer WT, Hoes AW, Rutgers D, Bots ML, Hofman A, Grobbee DE. Peripheral arterial disease in the elderly: The Rotterdam Study. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 1998;18(2):185-92.
3. Gardner AW, Clancy RJ. The relationship between ankle-brachial index and leisure-time physical activity in patients with intermittent claudication. *Angiology*. 2006;57(5):539-45.
4. Spronk S, White JV, Bosch JL, Hunink MG. Impact of claudication and its treatment on quality of life. *Semin Vasc Surg*. 2007;20(1):3-9.
5. Hirsch AT, Haskal ZJ, Hertzler NR, Bakal CW, Creager MA, Halperin JL, et al. ACC/AHA Guidelines for the Management of Patients with Peripheral Arterial Disease (lower extremity, renal, mesenteric, and abdominal aortic): a collaborative report from the American Associations for Vascular Surgery/Society for Vascular Surgery, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society for Vascular Medicine and Biology, Society of Interventional Radiology, and the ACC/AHA Task Force on Practice Guidelines (writing committee to develop guidelines for the management of patients with peripheral arterial disease)--summary of recommendations. *J Vasc Interv Radiol*. 2006;17(9):1383-97.
6. Norgren L, Hiatt WR, Dormandy JA, Nehler MR, Harris KA, Fowkes FG. Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II). *J Vasc Surg*. 2007;45 Suppl SS5-67.
7. Weitz JI, Byrne J, Clagett GP, Farkouh ME, Porter JM, Sackett DL, et al. Diagnosis and treatment of chronic arterial insufficiency of the lower extremities: a critical review. *Circulation*. 1996;94(11):3026-49.
8. Bhatt DL, Peterson ED, Harrington RA, Ou FS, Cannon CP, Gibson CM, et al. Prior polyvascular disease: risk factor for adverse ischaemic outcomes in acute coronary syndromes. *Eur Heart J*. 2009;30(10):1195-202.
9. Gardner AW, Poehlman ET. Exercise rehabilitation programs for the treatment of claudication pain. A meta-analysis. *JAMA*. 1995;274(12):975-80.
10. Grizzo Cucato G, de Moraes Forjaz CL, Kanegusuku H, da Rocha Chehuen M, Riani Costa LA, Wolosker N, et al. Effects of walking and strength training on resting and exercise cardiovascular responses in patients with intermittent claudication. *Vasa*. 2011;40(5):390-7.

11. Januszek R, Mika P, Konik A, Petriczek T, Nowobilski R, Niżankowski R. Effect of treadmill training on endothelial function and walking abilities in patients with peripheral arterial disease. *J Cardiol.* 2014;64(2):145-51.
12. Chehuen M, Cucato GG, Carvalho CRF, Ritti-Dias RM, Wolosker N, Leicht AS, et al. Walking training at the heart rate of pain threshold improves cardiovascular function and autonomic regulation in intermittent claudication: A randomized controlled trial. *J Sci Med Sport.* 2017;20(10):886-92.
13. Forjaz CL, Matsudaira Y, Rodrigues FB, Nunes N, Negrão CE. Post-exercise changes in blood pressure, heart rate and rate pressure product at different exercise intensities in normotensive humans. *Braz J Med Biol Res.* 1998;31(10):1247-55.
14. Halliwill JR. Mechanisms and clinical implications of post-exercise hypotension in humans. *Exerc Sport Sci Rev.* 2001;29(2):65-70.
15. Pescatello LS, Franklin BA, Fagard R, Farquhar WB, Kelley GA, Ray CA. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and hypertension. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36(3):533-53.
16. MacDonald JR. Potential causes, mechanisms, and implications of post exercise hypotension. *J Hum Hypertens.* 2002;16(4):225-36.
17. Cucato GG, Chehuen Mda R, Ritti-Dias RM, Carvalho CR, Wolosker N, Saxton JM, et al. Post-walking exercise hypotension in patients with intermittent claudication. *Med Sci Sports Exerc.* 2015;47(3):460-7.
18. Evans DL. Cardiovascular adaptations to exercise and training. *Vet Clin North Am Equine Pract.* 1985;1(3):513-31.
19. Hellsten Y, Nyberg M. Cardiovascular Adaptations to Exercise Training. *Compr Physiol.* 2015;6(1):1-32.
20. Barbosa JP, Farah BQ, Chehuen M, Cucato GG, Farias Júnior JC, Wolosker N, et al. Barriers to physical activity in patients with intermittent claudication. *Int J Behav Med.* 2015;22(1):70-6.
21. Tuner SL, Easton C, Wilson J, Byrne DS, Rogers P, Kilduff LP, et al. Cardiopulmonary responses to treadmill and cycle ergometry exercise in patients with peripheral vascular disease. *J Vasc Surg.* 2008;47(1):123-30.

22. Askew CD, Green S, Hou XY, Walker PJ. Physiological and symptomatic responses to cycling and walking in intermittent claudication. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2002;22(5):348-55.
23. Gardner AW. Exercise rehabilitation for peripheral artery disease: An exercise physiology perspective with special emphasis on the emerging trend of home-based exercise. *Vasa*. 2015;44(6):405-17.
24. Bronas UG, Treat-Jacobson D, Leon AS. Comparison of the effect of upper body-ergometry aerobic training vs treadmill training on central cardiorespiratory improvement and walking distance in patients with claudication. *J Vasc Surg*. 2011;53(6):1557-64.
25. Tew G, Nawaz S, Zwierska I, Saxton JM. Limb-specific and cross-transfer effects of arm-crank exercise training in patients with symptomatic peripheral arterial disease. *Clin Sci (Lond)*. 2009;117(12):405-13.
26. Treat-Jacobson D, Bronas UG, Leon AS. Efficacy of arm-ergometry versus treadmill exercise training to improve walking distance in patients with claudication. *Vasc Med*. 2009;14(3):203-13.
27. Walker RD, Nawaz S, Wilkinson CH, Saxton JM, Pockley AG, Wood RF. Influence of upper- and lower-limb exercise training on cardiovascular function and walking distances in patients with intermittent claudication. *J Vasc Surg*. 2000;31(4):662-9.
28. Zwierska I, Walker RD, Choksy SA, Male JS, Pockley AG, Saxton JM. Upper- vs lower-limb aerobic exercise rehabilitation in patients with symptomatic peripheral arterial disease: a randomized controlled trial. *J Vasc Surg*. 2005;42(6):1122-30.
29. Cavalcante BR, Ritti-Dias RM, Soares AH, Lima AH, Correia MA, De Matos LD, et al. A Single Bout of Arm-crank Exercise Promotes Positive Emotions and Post-Exercise Hypotension in Patients with Symptomatic Peripheral Artery Disease. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2017;53(2):223-8.
30. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43(7):1334-59.

31. Williams DM, Dunsiger S, Ciccolo JT, Lewis BA, Albrecht AE, Marcus BH. Acute Affective Response to a Moderate-intensity Exercise Stimulus Predicts Physical Activity Participation 6 and 12 Months Later. *Psychol Sport Exerc.* 2008;9(3):231-45.
32. Ekkekakis P, Parfitt G, Petruzzello SJ. The pleasure and displeasure people feel when they exercise at different intensities: decennial update and progress towards a tripartite rationale for exercise intensity prescription. *Sports Med.* 2011;41(8):641-71.
33. Tompra N, Foster C, Sanchis-Gomar F, de Koning JJ, Lucia A, Emanuele E. Upper versus lower limb exercise training in patients with intermittent claudication: a systematic review. *Atherosclerosis.* 2015;239(2):599-606.
34. Treat-Jacobson D, McDermott MM, Bronas UG, Campia U, Collins TC, Criqui MH, et al. Optimal Exercise Programs for Patients With Peripheral Artery Disease: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation.* 2019;139(4):e10-e33.
35. Ritti-Dias RM, de Moraes Forjaz CL, Cucato GG, Costa LA, Wolosker N, de Fátima Nunes Marucci M. Pain threshold is achieved at intensity above anaerobic threshold in patients with intermittent claudication. *J Cardiopulm Rehabil Prev.* 2009;29(6):396-401.
36. Wasserman K, McIlroy MB. Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. *Am J Cardiol.* 1964;14:844-52.
37. Heck H, Mader A, Hess G, Mücke S, Müller R, Hollmann W. Justification of the 4-mmol/l lactate threshold. *Int J Sports Med.* 1985;6(3):117-30.
38. Saxton JM, Zwierska I, Hopkinson K, Espigares E, Choksy S, Nawaz S, et al. Effect of upper- and lower-limb exercise training on circulating soluble adhesion molecules, hs-CRP and stress proteins in patients with intermittent claudication. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2008;35(5):607-13.
39. Saxton JM, Zwierska I, Blagojevic M, Choksy SA, Nawaz S, Pockley AG. Upper-versus lower-limb aerobic exercise training on health-related quality of life in patients with symptomatic peripheral arterial disease. *J Vasc Surg.* 2011;53(5):1265-73.
40. Webborn A. ACSM's exercise management for persons with chronic diseases and disabilities. *Br J Sports Med.* 1997;31(4):354.
41. Treat-Jacobson D, Bronas UG, Leon AS. Efficacy of arm-ergometry versus treadmill exercise training to improve walking distance in patients with claudication. *Vasc Med.* 2009;14(3):203-13.

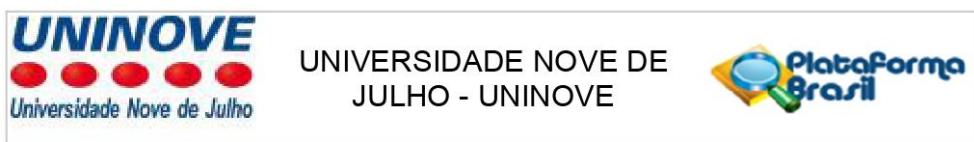
42. Cucato GG, Chehuen Mda R, Costa LA, Ritti-Dias RM, Wolosker N, Saxton JM, et al. Exercise prescription using the heart of claudication pain onset in patients with intermittent claudication. *Clinics (Sao Paulo)*. 2013;68(7):974-8.
43. Allan RB, Delaney CL, Miller MD, Spark JI. A comparison of flow-mediated dilatation and peripheral artery tonometry for measurement of endothelial function in healthy individuals and patients with peripheral arterial disease. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2013;45(3):263-9.
44. Thijssen DHJ, Bruno RM, van Mil A, Holder SM, Faita F, Greyling A, et al. Expert consensus and evidence-based recommendations for the assessment of flow-mediated dilation in humans. *Eur Heart J*. 2019;40(30):2534-47.
45. Gokce N, Keaney JF, Jr., Hunter LM, Watkins MT, Nedeljkovic ZS, Menzoian JO, et al. Predictive value of noninvasively determined endothelial dysfunction for long-term cardiovascular events in patients with peripheral vascular disease. *J Am Coll Cardiol*. 2003;41(10):1769-75.
46. Silvestro A, Scopacasa F, Ruocco A, Oliva G, Schiano V, Zincarelli C, et al. Inflammatory status and endothelial function in asymptomatic and symptomatic peripheral arterial disease. *Vasc Med*. 2003;8(4):225-32.
47. Silvestro A, Scopacasa F, Oliva G, de Cristofaro T, Iuliano L, Brevetti G. Vitamin C prevents endothelial dysfunction induced by acute exercise in patients with intermittent claudication. *Atherosclerosis*. 2002;165(2):277-83.
48. Hallmark R, Patrie JT, Liu Z, Gaesser GA, Barrett EJ, Weltman A. The effect of exercise intensity on endothelial function in physically inactive lean and obese adults. *PLoS One*. 2014;9(1):e85450.
49. Harvey PJ, Morris BL, Kubo T, Picton PE, Su WS, Notarius CF, et al. Hemodynamic after-effects of acute dynamic exercise in sedentary normotensive postmenopausal women. *J Hypertens*. 2005;23(2):285-92.
50. Bailey TG, Perissiou M, Windsor MT, Schulze K, Nam M, Magee R, et al. Effects of acute exercise on endothelial function in patients with abdominal aortic aneurysm. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2018;314(1):H19-h30.
51. Horváth L, Németh N, Fehér G, Kívés Z, Endrei D, Boncz I. Epidemiology of Peripheral Artery Disease: Narrative Review. *Life (Basel)*. 2022;12(7).
52. Iadecola C. The pathobiology of vascular dementia. *Neuron*. 2013;80(4):844-66.

53. Paulson OB, Strandgaard S, Edvinsson L. Cerebral autoregulation. *Cerebrovasc Brain Metab Rev.* 1990;2(2):161-92.
54. Clement DL, De Buyzere ML, Duprez DA. Hypertension in peripheral arterial disease. *Curr Pharm Des.* 2004;10(29):3615-20.
55. Pires PW, Dams Ramos CM, Matin N, Dorrance AM. The effects of hypertension on the cerebral circulation. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2013;304(12):H1598-614.
56. da Silva WQA, Fontes EB, Forti RM, Lima ZL, Machado D, Deslandes AC, et al. Affect during incremental exercise: The role of inhibitory cognition, autonomic cardiac function, and cerebral oxygenation. *PLoS One.* 2017;12(11):e0186926.
57. Smith KJ, Ainslie PN. Regulation of cerebral blood flow and metabolism during exercise. *Exp Physiol.* 2017;102(11):1356-71.
58. Ide K, Secher NH. Cerebral blood flow and metabolism during exercise. *Prog Neurobiol.* 2000;61(4):397-414.
59. Querido JS, Sheel AW. Regulation of cerebral blood flow during exercise. *Sports Med.* 2007;37(9):765-82.
60. Ogoh S, Ainslie PN. Cerebral blood flow during exercise: mechanisms of regulation. *J Appl Physiol (1985).* 2009;107(5):1370-80.
61. Smith KJ, Moreno-Suarez I, Scheer A, Dembo L, Naylor LH, Maiorana AJ, et al. Cerebral blood flow responses to exercise are enhanced in left ventricular assist device patients after an exercise rehabilitation program. *J Appl Physiol (1985).* 2020;128(1):108-16.
62. Goernig M, Schroeder R, Roth T, Truebner S, Palutke I, Figulla HR, et al. Peripheral arterial disease alters heart rate variability in cardiovascular patients. *Pacing Clin Electrophysiol.* 2008;31(7):858-62.
63. Chehuen M, Andrade-Lima A, Silva N, Miyasato R, Souza RWA, Leicht A, et al. Respostas fisiológicas à caminhada máxima e submáxima em pacientes com doença arterial periférica sintomática. *Arq Bras Cardiol.* 2021;117(2):309-16.
64. Borg G. Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion. *Scand J Work Environ Health.* 1990;16 Suppl 155-8.
65. Wolosker N, Ritti-Dias RM, Câmara LC, Garcia YM, Jacob-Filho W, Puech-Leao P. Treadmill test is limited in elderly patients with peripheral arterial disease. *Vasa.* 2010;39(3):237-41.

66. Hardy C, Rejeski W. Not what, but how one feels: the measurement of affect during exercise. *Journal of Sport and Exercise Psychology*. 1989;11(3):304-17.
67. Barroso WKS, Rodrigues CIS, Bortolotto LA, Mota-Gomes MA, Brandão AA, Feitosa ADM, et al. Brazilian Guidelines of Hypertension - 2020. *Arq Bras Cardiol*. 2021;116(3):516-658.
68. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Circulation*. 1996;93(5):1043-65.
69. Willie CK, Colino FL, Bailey DM, Tzeng YC, Binsted G, Jones LW, et al. Utility of transcranial Doppler ultrasound for the integrative assessment of cerebrovascular function. *J Neurosci Methods*. 2011;196(2):221-37.
70. Brett SE, Ritter JM, Chowienczyk PJ. Diastolic blood pressure changes during exercise positively correlate with serum cholesterol and insulin resistance. *Circulation*. 2000;101(6):611-5.
71. Haas TL, Lloyd PG, Yang HT, Terjung RL. Exercise training and peripheral arterial disease. *Compr Physiol*. 2012;2(4):2933-3017.
72. Muller MD, Reed AB, Leuenberger UA, Sinoway LI. Physiology in medicine: peripheral arterial disease. *J Appl Physiol* (1985). 2013;115(9):1219-26.
73. Conte MS, Pomposelli FB, Clair DG, Geraghty PJ, McKinsey JF, Mills JL, et al. Society for Vascular Surgery practice guidelines for atherosclerotic occlusive disease of the lower extremities: management of asymptomatic disease and claudication. *J Vasc Surg*. 2015;61(3 Suppl):2s-41s.
74. Gotshall RW, Aten LA, Yumikura S. Difference in the cardiovascular response to prolonged sitting in men and women. *Can J Appl Physiol*. 1994;19(2):215-25.
75. Hermida RC, Ayala DE, Portaluppi F. Circadian variation of blood pressure: the basis for the chronotherapy of hypertension. *Adv Drug Deliv Rev*. 2007;59(9-10):904-22.

## 8. ANEXOS

### 8.1. Anexo A – Parecer de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa.



#### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

##### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Respostas agudas ao exercício realizado em ergômetro de braço no sistema cardiovascular de pacientes com doença arterial periférica

**Pesquisador:** RAPHAEL MENDES RITTI DIAS

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 57720922.3.0000.5511

**Instituição Proponente:** ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL NOVE DE JULHO

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

##### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 5.358.384

##### Apresentação do Projeto:

As informações elencadas nos campos "Apresentação do Projeto", "Objetivo da Pesquisa" e "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram retiradas do arquivo Informações Básicas da Pesquisa (PB\_INFORMAÇÕES\_BÁSICAS\_DO\_PROJETO\_1930155, de 12/04/2022).

**INTRODUÇÃO:** Pacientes com doença arterial periférica (DAP) apresentam elevado risco de eventos cardiovasculares fatais e não fatais. Estratégias que auxiliam na redução do risco cardiovascular nesses pacientes são necessárias.

Estudos com treinamento em ergômetro de braço (EB) têm demonstrado trazer benefícios na capacidade funcional de pacientes com DAP contornando a principal barreira para a prática de exercício nesses pacientes, a dor. Entretanto, as respostas cardiovasculares desse tipo de exercício ainda não estão bem estabelecidas.

**OBJETIVO:** Analisar as respostas agudas do exercício em EB no sistema cardiovascular de pacientes com DAP e compará-las com a atual recomendação de exercício, o exercício de caminhada (CA).

**MÉTODOS:** Serão recrutados 20 pacientes com DAP e sintomas de claudicação intermitente. Os pacientes serão submetidos à 3 sessões experimentais em ordem aleatória (CA, EB e controle). As

**Endereço:** VERGUEIRO nº 235/249

**Bairro:** LIBERDADE

**CEP:** 01.504-001

**UF:** SP

**Município:** SAO PAULO

**Telefone:** (11)3385-9010

**E-mail:** comitedeetica@uninove.br

## 8.2. Anexo B – Triagem e Recrutamento dos Participantes de Pesquisa.



## FICHA DE COLETA

PROJETO EB  
Agudo

## DADOS PESSOAIS

ID	NOME DO PACIENTE			DATA DE NASC.	IDADE
SEXO <input type="checkbox"/> Feminino <input type="checkbox"/> Masculino		ESTADO CIVIL <input type="checkbox"/> Solteiro <input type="checkbox"/> Casado <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Divorciado <input type="checkbox"/> Viúvo <input type="checkbox"/> Outro		ESCOLARIDADE <input type="checkbox"/> Analfabeto <input type="checkbox"/> Fundamental incompleto <input type="checkbox"/> Fundamental completo <input type="checkbox"/> Médio incompleto <input type="checkbox"/> Médio completo <input type="checkbox"/> Superior incompleto <input type="checkbox"/> Superior completo	
PESO (Kg)		ESTATURA (cm)			
TRABALHA? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		OFICIO			
ENDERECO				BAIRRO	
CEP	TELEFONE FIXO		CELULAR	E-MAIL	

TRIAGFM

HIPERTENSÃO ( ) Sim ( ) Não	DIABETES ( ) Sim ( ) Não	DISLIPIDEMIA ( ) Sim ( ) Não	OBESIDADE ( ) Sim ( ) Não	TABAGISTA ( ) Sim ( ) Não
CARDIOPATIA ( ) Sim ( ) Não	PROB. NEUROLÓGICO ( ) Sim ( ) Não	INSUFICIENCIA RENAL ( ) Sim ( ) Não	AVC ( ) Sim ( ) Não	DPOC ( ) Sim ( ) Não
CÂNCER ( ) Sim ( ) Não	TIPO DE CÂNCER	PROB. RESPIRATÓRIO ( ) Sim ( ) Não	COVID ( ) Sim ( ) Não	
ITB DIREITO	ITB ESQUERDO	DTC	DC	
RECORDATÓRIO ALIMENTAR				

## MEDICAMENTOS

**8.3. Anexo C – Escala de percepção subjetiva de esforço (PSE) de Borg 0-10.**

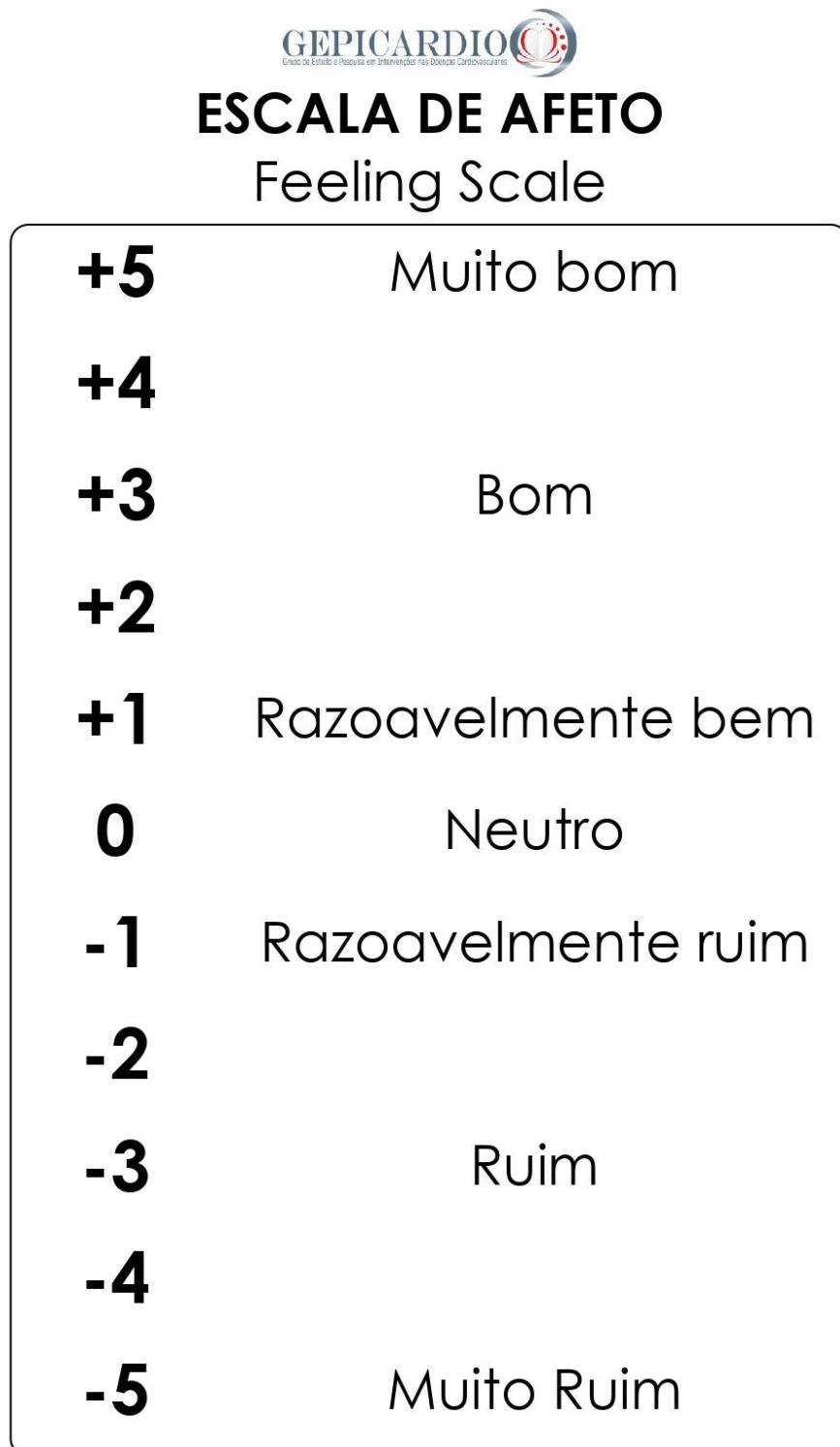


**ESCALA DE BORG**

Borg Scale

<b>0</b>	Repouso
<b>1</b>	Demasiado leve
<b>2</b>	Bom
<b>3</b>	Muito leve
<b>4</b>	Leve
<b>5</b>	Leve-moderado
<b>6</b>	Moderado
<b>7</b>	Moderado-intenso
<b>8</b>	Intenso
<b>9</b>	Muito intenso
<b>10</b>	Exaustivo

**8.4. Anexo D – Escala de prazer e desprazer (*Feeling Scale*).**



Hardy & Rejeski (1989)

**8.5. Anexo E – Escala de Dor.**



## **ESCALA DE DOR**

### Pain Scale

