

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

MAX DUARTE DE OLIVEIRA

**PADRÕES DE FLUXO SANGUÍNEO NO MEMBRO INFERIOR DURANTE O
EXERCÍCIO EM CICLOERGÔMETRO DE BRAÇO EM PARTICIPANTES COM
DOENÇA ARTERIAL PERIFÉRICA**

São Paulo

2024

MAX DUARTE DE OLIVEIRA

**PADRÕES DE FLUXO SANGUÍNEO NO MEMBRO INFERIOR DURANTE O
EXERCÍCIO EM CICLOERGÔMETRO DE BRAÇO EM PARTICIPANTES COM
DOENÇA ARTERIAL PERIFÉRICA**

Dissertação de mestrado apresentada ao programa de Pós-graduação em Ciências da reabilitação da Universidade Nove de Julho, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciências da Reabilitação.

Orientador: Prof. Dr. Raphael Mendes Ritti Dias.

São Paulo

2024

FICHA CATALOGRÁFICA

Oliveira, Max Duarte.

Padrões de fluxo sanguíneo no membro inferior durante o exercício em cicloergômetro de braço em participantes com doença arterial periférica. / Max Duarte de Oliveira. 2024.

86 f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Nove de Julho - UNINOVE, São Paulo, 2024.

Orientador (a): Prof^a. Dr^a. Raphael Mendes Ritti Dias.

1. Claudicação intermitente. 2. Cicloergômetro de braço. 3. Função vascular. 4. Endotélio

I. Ritti-Dias, Raphael Mendes.

II. Título.

CDU 615.831

TERMO DE APROVAÇÃO

São Paulo, 19 de dezembro de 2024.

TERMO DE APROVAÇÃO

Aluno(a): **MAX DUARTE DE OLIVEIRA**

Título da Dissertação: **"PADRÕES DE FLUXO SANGUÍNEO NO MEMBRO INFERIOR DURANTE O EXERCÍCIO EM CICLOERGÔMETRO DE BRAÇO EM PARTICIPANTES COM DOENÇA ARTERIAL PERIFÉRICA"**.

Presidente: PROF(A). DR(A). RAPHAEL MENDES RITTI DIAS



Membro: PROF(A). DR(A). LUCIANA MARIA MALOSÁ SAMPAIO JORGE



Membro: PROF(A). DR(A). GABRIEL CUCATO



AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à minha família, que sempre esteve ao meu lado em todos os momentos desta caminhada. Aos meus pais, pelo apoio incondicional, paciência e por acreditarem em mim mesmo nas horas mais desafiadoras. À Sabrina, minha eterna gratidão pelo apoio psicológico, que foi fundamental para enfrentar os desafios e seguir em frente com confiança e equilíbrio.

Sou imensamente grato aos meus amigos e colegas do grupo de pesquisa GEPICARDIO, especialmente ao Gustavo e ao Hércio, cuja ajuda nas coletas e no recrutamento foi indispensável. Também agradeço à Jéssika pela dedicação no recrutamento dos participantes na fase final do processo e a todos os demais membros, atuais e que já passaram pelo grupo, como Paulo, Paolo, Francielle e Heloísa, pelo incentivo e pelas contribuições valiosas que enriqueceram esta trajetória.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Raphael Mendes Ritti Dias, minha profunda gratidão por todo o ensinamento, inspiração e por sempre guiar-me com sabedoria e paciência. Obrigado também pela oportunidade de realizar o sonho de me tornar mestre, algo que levarei para toda a vida. Estendo minha gratidão à Prof. Dra. Marília de Almeida Correia, por sua "coorientação" indireta e pela ajuda indispensável em momentos importantes.

Por fim, agradeço à Universidade Nove de Julho pelo apoio, pela estrutura e pelos momentos de aprendizado compartilhados com professores e colegas nas disciplinas do curso, que foram fundamentais para minha formação. À FAPESP (2023/11033-9), pela ajuda financeira que possibilitou a realização desta pesquisa, e, principalmente, aos pacientes que, mesmo diante de desafios, aceitaram participar e tornaram este estudo possível.

“Already seeking the next challenge, ceremony means nothing to him.”

Ryu, Street Fighter II: The World Warrior. 1991

RESUMO

INTRODUÇÃO: A Doença Arterial Periférica (DAP) é uma condição crônica caracterizada por obstruções arteriais, que reduzem o fluxo sanguíneo aos tecidos periféricos, gerando sintomas como claudicação intermitente. O exercício em cicloergômetro de braço (CB) tem se destacado como uma alternativa aeróbica menos dolorosa para indivíduos com DAP, promovendo ganhos funcionais, possivelmente devido ao aumento do fluxo sanguíneo nos membros inferiores. Esse aumento pode estimular a produção de óxido nítrico, melhorando a vasodilatação, reduzindo a resistência vascular periférica e favorecendo a perfusão muscular. O estresse de cisalhamento, resultante da interação do fluxo sanguíneo com as paredes arteriais, desempenha um papel fundamental nesse processo, influenciando a função vascular e a progressão da aterosclerose. Apesar de sua relevância clínica, ainda são escassos os estudos que exploram diretamente os mecanismos vasculares envolvidos no uso do CB em indivíduos com DAP, especialmente no contexto do estresse de cisalhamento.

OBJETIVO: Avaliar o estresse de cisalhamento e parâmetros do fluxo sanguíneo nas artérias de membros inferiores durante o exercício em CB em participantes com DAP. **MÉTODOS:** Trata-se de um estudo crossover, composto por 10 participantes com DAP e sintomas de claudicação intermitente. Os participantes foram submetidos a três sessões experimentais randomizadas: CB, imersão do pé em água quente e controle. No CB, 15 séries de 2 minutos foram realizadas em intensidade de 13-15 na Escala de Borg, com intervalos passivos de 2 minutos. Na imersão do pé, 15 séries de 2 minutos a 42°C foram intercaladas com intervalos sem imersão. Na sessão controle, os participantes permaneceram sentados por 60 minutos. Diâmetro arterial e fluxo sanguíneo na artéria femoral foram monitorados por ultrassonografia Doppler para cálculo do estresse de cisalhamento, e pressão arterial e frequência cardíaca foram aferidas a cada 6 minutos. **RESULTADOS:** O diâmetro arterial foi maior nas sessões com CB ($0,36 \pm 0,08$ cm vs $0,30 \pm 0,12$ cm; $p < 0,001$) e imersão do pé em água quente ($0,36 \pm 0,14$ cm vs $0,30 \pm 0,12$ cm; $p = 0,010$) em comparação à sessão controle. O fluxo sanguíneo foi superior na sessão com CB ($751,6 \pm 218,4$ mL/min vs $565,0 \pm 108,7$ mL/min; $p < 0,001$) e imersão do pé em água quente ($754,4 \pm 243,0$ mL/min vs $565,0 \pm 108,7$ mL/min; $p < 0,001$) em relação à sessão controle. A taxa de cisalhamento anterógrada foi maior nas sessões com CB ($190,7 \pm 18,9$ seg⁻¹ vs $152,3 \pm 15,5$ seg⁻¹; $p < 0,001$) e imersão do pé em água quente ($194,3 \pm 18,6$ seg⁻¹ vs $152,3 \pm 15,5$ seg⁻¹; $p < 0,001$) em comparação à sessão controle. **CONCLUSÃO:** O exercício em CB aumenta o fluxo sanguíneo, a taxa de cisalhamento anterógrada e o diâmetro arterial na artéria femoral de indivíduos com DAP, indicando que o uso do ergômetro de membros superiores fornece um estímulo vascular benéfico para os membros inferiores.

Palavras-chave: claudicação intermitente, cicloergômetro de braço, função vascular, calefação, sistema cardiovascular.

ABSTRACT

INTRODUCTION: Peripheral Arterial Disease (PAD) is a chronic condition characterized by arterial obstructions, usually caused by atherosclerosis, which reduce blood flow to peripheral tissues, leading to symptoms such as intermittent claudication and impairing quality of life and physical activity capacity. Arm-crank ergometer (AE) exercise has emerged as a less painful aerobic alternative for individuals with PAD, promoting functional gains possibly due to increased blood flow to the lower limbs. This increase may stimulate nitric oxide production, enhancing vasodilation, reducing peripheral vascular resistance, and improving muscle perfusion. Shear stress, resulting from the interaction between blood flow and arterial walls, plays a key role in this process, influencing vascular function and the progression of atherosclerosis. However, the mechanisms by which AE affects shear stress in the lower limbs remain unclear. **OBJECTIVE:** To evaluate shear stress and blood flow parameters in lower limb arteries during AE exercise in participants with PAD. **METHODS:** This is a crossover study with 10 participants with PAD and symptoms of intermittent claudication. Participants underwent three randomized experimental sessions: AE, foot immersion in warm water, and control. During AE, 15 sets of 2 minutes were performed at an intensity of 13–15 on the Borg Scale, with 2-minute passive intervals. During foot immersion, 15 sets of 2 minutes at 42°C were alternated with intervals without immersion. In the control session, participants remained seated for 60 minutes. Femoral artery diameter and blood flow were monitored by Doppler ultrasonography to calculate shear stress, and blood pressure and heart rate were measured every 6 minutes. Statistical analyses were performed using STATISTICA with $p < 0.05$. **RESULTS:** Arterial diameter was greater during the AE (0.36 ± 0.08 cm vs 0.30 ± 0.12 cm; $p < 0.001$) and foot immersion (0.36 ± 0.14 cm vs 0.30 ± 0.12 cm; $p = 0.010$) sessions compared to the control session. Blood flow was higher during the AE (751.6 ± 218.4 mL/min vs 565.0 ± 108.7 mL/min; $p < 0.001$) and foot immersion (754.4 ± 243.0 mL/min vs 565.0 ± 108.7 mL/min; $p < 0.001$) sessions compared to the control. The antegrade shear rate was higher during the AE (190.7 ± 18.9 s⁻¹ vs 152.3 ± 15.5 s⁻¹; $p < 0.001$) and foot immersion (194.3 ± 18.6 s⁻¹ vs 152.3 ± 15.5 s⁻¹; $p < 0.001$) sessions compared to the control. **CONCLUSION:** AE exercise increases blood flow, antegrade shear rate, and arterial diameter in the femoral artery of individuals with PAD, indicating that upper limb ergometers provide a beneficial vascular stimulus to the lower limbs.

Keywords: intermittent claudication, arm crank ergometer, vascular function, heating, cardiovascular system.

SUMÁRIO

1.	Contextualização	7
2.	Objetivo	12
3.	Materiais E Métodos.....	13
3.1.	Delineamento Do Estudo	13
3.2.	Participantes.....	13
3.2.1.	População Alvo E Recrutamento.....	13
3.2.2.	Questões Éticas.....	14
3.3.	Triagem E Dados Clínicos.....	14
3.3.1.	Avaliação Da Severidade Da Doença Arterial Periférica.....	14
3.3.2.	Avaliação Da Dor Neuropática	15
3.3.3.	Teste De Caminhada De 6 Minutos.....	15
3.3.4.	Perfil Sociodemográfico	16
3.3.5.	Histórico De Comorbidades E Risco De Quedas	17
3.3.6.	Medidas Antropométricas	17
3.4.	Protocolo Experimental	17
3.5.	Desfechos.....	20
3.5.1.	Desfecho Primário: Hemodinâmica Vascular	20
3.5.2.	Desfecho Secundário: Pressão Arterial Braquial	22
3.5.3.	Desfecho Secundário: Frequência Cardíaca.....	23
3.6.	Tratamento Estatístico	23
3.6.1.	Cálculo Amostral.....	23
3.6.2.	Armazenamento De Dados.....	23
3.6.3.	Processamento E Análise Estatística	24
4.	Resultados.....	25
5.	Discussão.....	32
6.	Conclusão	36
7.	Referências	37
8.	Anexos.....	43
8.1.	Anexo 1. Consolidated Standards Of Reporting Trials Para Ensaio Clínicos	43
8.2.	Anexo 2: Ficha De Avaliação Da Dor Neuropática	46
9.	Apêndices	47
9.1.	Apêndice 1: Termo De Consentimento Livre E Esclarecido.....	47
9.2.	Apêndice 2: Ficha De Anamnese.....	52
9.3.	Apêndice 3: Ficha De Intervenção.....	53

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Racional do estudo.....	11
Figura 2: Configuração utilizada para a coleta de dados	18
Figura 3: Bacia hidromassagem Aqua Foot Britânia	19
Figura 4: Desenho experimental do estudo	20
Figura 5: Registro da tela do software FMD Studio	21
Figura 6: Fluxograma do estudo.....	25
Figura 7: Respostas do diâmetro arterial em valores basais e médias gerais ao longo das sessões em participantes com doença arterial periférica.....	29
Figura 8: Respostas do fluxo sanguíneo em valores basais e médias gerais ao longo das sessões em participantes com doença arterial periférica.....	30
Figura 9: Respostas do estresse de cisalhamento anterógrado em valores basais e médias gerais ao longo das sessões em participantes com doença arterial periférica	30
Figura 10: Respostas do estresse de cisalhamento retrógrado em valores basais e médias gerais ao longo das sessões em participantes com doença arterial periférica	31
Figura 11: Respostas do índice de cisalhamento oscilatório em valores basais e médias gerais ao longo das sessões em participantes com doença arterial periférica	31

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CA	Taxa de cisalhamento anterógrado
CONSORT	<i>Consolidated Standards of Reporting Trials</i>
CR	Taxa de cisalhamento retrógrado
ITB	Índice tornozelo-braço
R-R	Tempo entre dois complexos R consecutivos, representando a duração de um ciclo cardíaco completo
Vm	Velocidade média do fluxo sanguíneo
TE	Tamanho de efeito

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A doença arterial periférica é uma doença crônica não transmissível que compreende em uma série de alterações funcionais e estruturais das artérias que irrigam as regiões periféricas do corpo (Gerhard-Herman *et al.*, 2017). A aterosclerose é a principal disfunção observada nestes indivíduos, consequência da diminuição progressiva do lúmen arterial, causada por placas de ateroma nas paredes das artérias (Hirsch *et al.*, 2006), resultando em um desequilíbrio entre o aporte e o consumo de oxigênio, levando a sinais e sintomas de isquemia nos tecidos distais ao bloqueio (Munger e Hawkins, 2004). A prevalência da doença varia a depender da idade e/ou presença de fatores de risco (Fowkes *et al.*, 2013). Em um estudo multicêntrico realizado no Brasil, foi encontrada prevalência de doença arterial periférica de 10,5% em indivíduos com idade média de 44 anos, dos quais 9% foram diagnosticados com claudicação intermitente (Makdisse *et al.*, 2008). Fatores de risco como diabetes, hipertensão arterial, dislipidemia, tabagismo e inatividade física são associados para o desenvolvimento e progressão da doença (Farah *et al.*, 2016).

O endotélio vascular, uma camada interna dos vasos sanguíneos, desempenha um papel crucial na manutenção da homeostase vascular e na progressão da aterosclerose (Allan *et al.*, 2013). A função vascular é comprometida devido a um fluxo sanguíneo insuficiente para suprir adequadamente as demandas metabólicas dos músculos durante o exercício, resultando em disfunção endotelial caracterizada por um desequilíbrio entre vasodilatação e vasoconstrição, com redução da disponibilidade de vasodilatadores, especialmente o óxido nítrico, e aumento de fatores contráteis derivados do endotélio (Endemann e Schiffrin, 2004; Gokce *et al.*, 2003; Lee *et al.*, 2023). Essa disfunção pode ser quantificada pela medida da dilatação mediada pelo fluxo da artéria braquial, considerada um padrão-ouro não invasivo (Lee *et al.*, 2023). Uma meta-análise concluiu que cada redução de 1% na dilatação mediada pelo fluxo da artéria braquial está associada a um aumento de 13% nos eventos de doenças cardiovasculares (Lee *et al.*, 2023). Essas alterações endoteliais são particularmente relevantes para a claudicação intermitente, um sintoma comum e debilitante em indivíduos com doença arterial periférica.

A claudicação intermitente é o segundo estágio de acordo com a classificação de Fontaine (Fontaine, Kim E Kieny, 1954), caracterizada pela presença de dor, formigamento ou sensação de enrijecimento nos glúteos, coxas ou pernas. Este sintoma ocorre principalmente durante a caminhada, sendo necessário realizar diversas pausas para aliviar a dor (Gardner *et al.*, 2001). A claudicação intermitente está associada a uma série de alterações fisiológicas significativas (Gardner *et al.*, 2001;

Oka *et al.*, 2005). Durante o exercício, o sistema cardiovascular se adapta para suprir a crescente demanda de oxigênio gerada pelo músculo. No entanto, em indivíduos com doença arterial periférica, essa resposta adaptativa é comprometida (Oka *et al.*, 2005). Devido a claudicação intermitente o fluxo sanguíneo nas artérias periféricas se torna insuficiente para satisfazer adequadamente as demandas metabólicas dos músculos em atividade, resultando em uma resposta cardiovascular exacerbada (Oka *et al.*, 2005). Essa limitação funcional não apenas reduz a capacidade de realizar atividades cotidianas, mas também perpetua a dor e o desconforto associados ao esforço físico, criando um ciclo vicioso que agrava ainda mais a qualidade de vida desses indivíduos (Gardner *et al.*, 1998).

O exercício de caminhada supervisionada tem sido proposto como a primeira forma de intervenção nos indivíduos com doença arterial periférica (Aboyans *et al.*, 2012; Gornik *et al.*, 2024). A atual diretriz recomenda que os indivíduos realizem de 30 a 60 minutos de caminhada composta por séries de 3 a 5 minutos de duração e com percepção dos níveis de dor entre moderada a dor máxima. Essa prescrição tem se mostrado eficaz em promover efeitos positivos a curto e longo prazo, especialmente na melhoria da capacidade funcional (Gornik *et al.*, 2024; Grizzo Cucato *et al.*, 2013; Meneses *et al.*, 2011), nos níveis de aptidão física (Hirsch *et al.*, 2006) e nos indicadores de qualidade de vida (Gardner e Poehlman, 1995) desses indivíduos. No mesmo sentido, o aumento do fluxo sanguíneo durante o exercício de caminhada tem sido identificado como um dos mecanismos chave para a melhora da perfusão tecidual e da função vascular, contribuindo para a redução dos sintomas de claudicação intermitente e promovendo adaptações positivas no sistema cardiovascular (Aboyans *et al.*, 2012; Gornik *et al.*, 2024; Grizzo Cucato *et al.*, 2013). Apesar dos efeitos evidenciados, é importante destacar a dificuldade na adesão e aderência desses indivíduos a este programa de exercício (Harwood *et al.*, 2016). Em recente revisão sistemática, foi observado que apenas 1/3 dos indivíduos iniciam um programa de treinamento físico supervisionado (Harwood *et al.*, 2016). Assim, torna-se relevante encontrar alternativas de atividade física que possam induzir efeitos positivos na saúde cardiovascular e que promovam menos sintomas de claudicação intermitente durante a prática de atividade física.

Uma alternativa promissora para essa população é o exercício por meio da utilização do cicloergômetro de braço (Gardner, 2015). O cicloergômetro de braço é um equipamento que permite realizar exercícios aeróbicos utilizando os membros superiores, proporcionando uma opção viável para aqueles que apresentam sintomas nos membros inferiores. Estudos recentes indicam que o exercício em cicloergômetro de braço proporciona níveis satisfatórios de prazer durante a sua realização, o que pode aumentar a aderência dos participantes ao programa de treinamento

(Cavalcante *et al.*, 2017; Ekkekakis, Parfitt e Petruzzello, 2011; Garber *et al.*, 2011). Este exercício tem demonstrado efeitos positivos na capacidade de caminhada de indivíduos com doença arterial periférica. Um estudo realizado por Zwierska e colaboradores (2005) comparou o treinamento aeróbico dos membros superiores com o treinamento dos membros inferiores em participantes com doença arterial periférica. Os resultados mostraram que o treinamento dos membros superiores resultou em melhorias significativas na distância percorrida na caminhada e no tempo de caminhada (Zwierska *et al.*, 2005). Por não envolver a musculatura isquêmica, o exercício em cicloergômetro de braço pode permitir aos indivíduos alcançarem intensidades relativas mais altas (Bronas, Treat-Jacobson e Leon, 2011; Treat-Jacobson, Bronas e Leon, 2009; Walker *et al.*, 2000; Zwierska *et al.*, 2005), o que poderia resultar em adaptações cardiorrespiratórias acentuadas. Em estudo de Bronas *et al.* (2011) mostrou que o treinamento usando membros superiores resultou em melhorias na capacidade cardiorrespiratória, incluindo um aumento no pico de consumo de oxigênio e no consumo de oxigênio no limiar ventilatório, indicando melhorias no metabolismo aeróbico após 12 semanas de treinamento (Bronas, Treat-Jacobson e Leon, 2011). O efeito de transferência cruzada desempenha um papel fundamental nesse contexto, pois as adaptações aeróbicas geradas pelo treinamento dos membros superiores podem promover melhorias significativas no desempenho de caminhada, mesmo sem o envolvimento direto dos membros inferiores (Tew *et al.*, 2009). Esse fenômeno ocorre devido a adaptações centrais e periféricas, como o aumento da entrega de oxigênio aos músculos dos membros inferiores (Tew *et al.*, 2009). Estudos indicam que essa maior eficiência no transporte de oxigênio pode melhorar o condicionamento cardiorrespiratório durante o exercício de caminhada, favorecendo a circulação periférica e otimizando o desempenho funcional dos pacientes com doença arterial periférica (Dopheide *et al.*, 2017; Tanaka *et al.*, 2006a; Tew *et al.*, 2009). No entanto, os mecanismos subjacentes envolvidos nessas adaptações ainda não são claros.

Uma das possíveis explicações é que o exercício com cicloergômetro de braço promove um aumento no fluxo sanguíneo nos membros inferiores através de mecanismos sistêmicos de adaptação vascular. Esse efeito pode estar relacionado ao fenômeno da transferência cruzada, que, como mencionado anteriormente, indica que as adaptações resultantes do exercício com os membros superiores podem beneficiar a função vascular nos membros inferiores (Tew *et al.*, 2009). Estudos apontam que, durante o exercício incremental, o fluxo sanguíneo e o estresse de cisalhamento também aumentam significativamente nas artérias dos membros não envolvidos diretamente no exercício, como observado por Tanaka e colaboradores (2006) em sujeitos saudáveis, sugerindo um efeito sistêmico da atividade física que impacta a vasculatura periférica mesmo em membros não ativos

diretamente (Tanaka *et al.*, 2006a). Ao avaliar a função vascular durante o exercício de caminhada em indivíduos com doença arterial periférica, foram observadas melhorias (Januszek *et al.*, 2014), sugerindo que tais efeitos podem ocorrer de forma sistêmica, afetando também a função vascular de outras regiões, como a artéria femoral. De fato, a função vascular desempenha um papel importante no controle do fluxo sanguíneo e na regulação da pressão arterial. O aumento do fluxo sanguíneo periférico pode estimular a produção de óxido nítrico, uma substância vasodilatadora, melhorando a capacidade de vasodilatação, reduzindo a resistência vascular periférica e melhorando a perfusão muscular (Allan *et al.*, 2013). O aumento do fluxo sanguíneo nos membros inferiores induzido pelo exercício em cicloergômetro de braço poderia desencadear uma série alterações fisiológicas que poderiam melhorar tanto a capacidade de caminhada quanto os parâmetros cardiovasculares.

O aumento do fluxo sanguíneo e consequentemente do estresse de cisalhamento nos membros inferiores durante o exercício merecem ser investigados, sendo a lacuna a ser suprida com o presente estudo. Para dimensionar a magnitude do fluxo sanguíneo e do estresse de cisalhamento nos membros inferiores durante o exercício com cicloergômetro de braço, os resultados serão comparados com as modificações promovidas pela imersão do pé em água quente, manobra conhecida por aumentar o fluxo sanguíneo e estresse de cisalhamento (Monroe *et al.*, 2021; Padilla e Fadel, 2017; Thomas *et al.*, 2017). Estudos mostram que o estresse de cisalhamento causado pela imersão na água quente desencadeia uma resposta adaptativa do endotélio, que melhora a função vascular e contribui para uma melhor circulação. Em estudo realizado por Coombs *et al.* (2021) demonstraram que a dilatação mediada pelo fluxo da artéria braquial, um indicador da função endotelial, aumenta de forma substancial após a exposição ao calor passivo (Coombs *et al.*, 2021). Além disso, Thomas *et al.* (2016) compararam os efeitos da imersão em água quente nos membros inferiores com a corrida em esteira e constataram um aumento significativo no fluxo sanguíneo dos membros inferiores durante a imersão, juntamente com uma redução na pressão arterial (Thomas *et al.*, 2016). Em um estudo adicional, Thomas *et al.* (2017) investigaram as respostas agudas à imersão em água quente em participantes com doença arterial periférica, constatando um aumento na taxa de cisalhamento nas artérias poplítea e braquial, além de melhorias na perfusão vascular e na pressão arterial (Thomas *et al.*, 2017).

A Figura 1 ilustra o racional de redistribuição do fluxo sanguíneo em diferentes condições como, repouso, imersão em água quente e exercício com cicloergômetro de braço em indivíduos com doença arterial periférica. Em repouso, o fluxo sanguíneo e o diâmetro arterial nos membros inferiores permanecem reduzidos, evidenciando a restrição da circulação característica da condição. Na imersão

em água quente, observa-se uma resposta vasodilatadora do endotélio, evidenciada pelo aumento no fluxo sanguíneo nos membros inferiores, indicando a capacidade de resposta vascular a estímulos térmicos. Durante o exercício com cicloergômetro de braço, a figura destaca um aumento expressivo no fluxo direcionado aos membros superiores, como esperado pela natureza do exercício. No entanto, permanece uma interrogação sobre o impacto desse exercício no fluxo e no diâmetro das artérias dos membros inferiores, sugerindo que o aumento do cisalhamento nos membros não ativos pode ainda promover benefícios vasculares através de mecanismos sistêmicos e transferência cruzada.

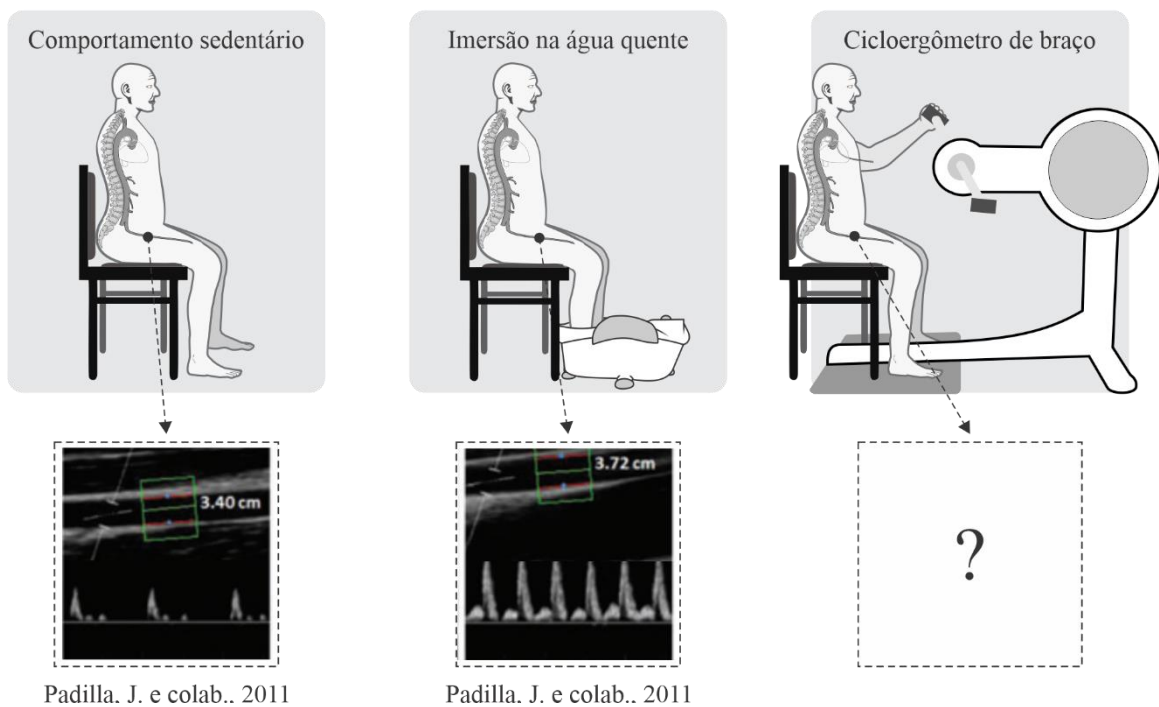


Figura 1: Racional do estudo

Fonte: Elaborada pelo autor (2023)

2. OBJETIVO

2.1. Objetivo primário

Avaliar o estresse de cisalhamento e parâmetros do fluxo sanguíneo nas artérias de membros inferiores durante o exercício em cicloergômetro de braço em participantes com doença arterial periférica

2.2. Objetivo secundário

Avaliar as variações no diâmetro arterial e no fluxo sanguíneo durante as diferentes intervenções.

Analisar os padrões de estresse de cisalhamento anterógrado e retrógrado, bem como o índice de oscilação, nos membros inferiores entre as intervenções de cicloergômetro de braço, imersão em água quente e um grupo controle.

Avaliar as alterações na pressão sistólica, pressão diastólica e frequência cardíaca em resposta ao exercício em cicloergômetro de braço e à imersão da perna em água quente.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. DELINEAMENTO DO ESTUDO

Trata-se de um estudo clínico randomizado cruzado composto por três sessões experimentais (cicloergômetro de braço, imersão do pé em água quente e controle). Nessas sessões, os padrões de fluxo sanguíneo (estresse de cisalhamento anterógrado, retrogrado e índice de oscilação) foram obtidos no membro inferior mais afetado antes e ao longo da intervenção. A proposta estabelecida foi que a partir da análise dos padrões de fluxo sanguíneo durante a sessão controle (ou seja, durante o repouso sentado) e durante a sessão com o aquecimento dos pés em água quente (manobra que promove aumento do fluxo sanguíneo nos membros inferiores), possa-se dimensionar as respostas do exercício de cicloergômetro de braço no fluxo sanguíneo e estresse de cisalhamento do membro inferior mais afetado. A ordem das sessões foi determinada através de randomização simples automática (www.randomizer.org) por um pesquisador não envolvido nas avaliações dos estudos. As coletas ocorreram na Universidade Nove de Julho - Campus Vergueiro, sendo ofertadas em três oportunidades, com intervalo de 48 horas entre cada sessão. O estudo seguiu as recomendações de acordo com a extensão da lista de verificação do *Consolidated Standards of Reporting Trials* (CONSORT) para ensaios clínicos anexo 1 (Schulz, Altman e Moher, 2010). O estudo foi registrado no ClinicalTrials.gov sob o indicador NCT06068504.

3.2. PARTICIPANTES

3.2.1. População alvo e recrutamento

A população alvo do presente estudo compreende participantes diagnosticados com doença arterial periférica de ambos os sexos. O recrutamento foi realizado de forma não aleatória, por voluntariedade, onde os participantes foram contactados através da utilização de um banco de dados do Grupo de Pesquisa em Intervenções Clínicas nas Doenças Cardiovasculares. Este grupo há anos desenvolve pesquisas com participantes com doença arterial periférica. Após o aceite, cada participante foi submetido a uma avaliação clínica. Foram considerados elegíveis, participantes: i) com doença arterial periférica, confirmada pelo diagnóstico clínico e/ou índice tornozelo-braço menor do que 0,90 em um ou em ambos os membros; ii) não apresentar neuropatia periférica; iii)

estarem aptos a realizar exercício após aprovação médica; iv) com idade superior ou igual a 50 anos. Os participantes aptos a participarem do estudo só seriam excluídos caso tenham realizado alguma mudança de medicação ou apresentem algum comprometimento na saúde que contraindique a prática de exercício físico.

3.2.2. *Questões éticas*

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Nove de Julho (CAAE: 73398023.9.0000.5511). Antes de adentrarem no estudo, os participantes foram devidamente esclarecidos a respeito de todos os procedimentos aos quais seriam submetidos, dos potenciais riscos e benefícios do estudo e aqueles que concordassem em participar assinarão o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (apêndice 1).

3.3. TRIAGEM E DADOS CLÍNICOS

Antes do início das sessões, os participantes realizaram uma avaliação clínica a fim de identificar condições como a severidade da doença arterial periférica, neuropatia periférica e limitações funcionais. Além disso, responderam a um questionário de anamnese (apêndice 2), a fim de identificar informações sociodemográficas, histórico de doenças, medicamentos utilizados, informações antropométricas e o comprometimento da marcha, como demonstrado a seguir.

3.3.1. *Avaliação da severidade da doença arterial periférica*

O diagnóstico e a gravidade da doença arterial periférica foram determinados pelo índice tornozelo-braço (ITB) em repouso. Para isso, a pressão arterial sistólica do braço e do tornozelo em ambos os membros foi medida três vezes. A pressão arterial foi medida no braço e no tornozelo usando um Doppler (Medmega DV610, Brasil) e um esfigmomanômetro aneróide. Durante as medições, os participantes ficaram deitados em decúbito dorsal, com o manguito posicionado no braço a cerca de 2 a 3 centímetros acima da fossa antecubital, para a medida do braço, e logo acima dos maléolos, para a medida do tornozelo. O Doppler foi posicionado 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 pressão arterial sistólica foi registrada no momento do aparecimento do primeiro som (fase I de Korotkoff). Um único avaliador

fez as medições no braço e no tornozelo. Com esses dados, o ITB de cada lado do corpo foi calculado dividindo-se a pressão arterial sistólica do tornozelo (a maior pressão arterial sistólica entre os dois pontos anatômicos medidos) pela pressão arterial sistólica do braço (a maior pressão arterial sistólica entre os dois braços). Participantes com ITB menor ou igual a 0,90 em repouso em um ou em ambos os membros foram considerados participantes com a doença arterial periférica. (Wolosker *et al.*, 2000).

3.3.2. Avaliação da dor neuropática

O instrumento *PainDETECT* foi utilizado para identificar a presença de dor neuropática. O *PainDETECT* foi originalmente desenvolvido e validado para fins de classificação da dor e inclusive para o português do Brasil (Rio *et al.*, 2022). O *PainDETECT* é composto por 12 itens (anexo 2). Os três primeiros avaliaram a dor atual, a dor mais intensa durante as últimas 4 semanas e a dor média durante as últimas 4 semanas em uma escala de classificação numérica de 0 a 10, indo de "nenhuma" a "pior imaginável". O quarto item inclui uma representação gráfica de quatro padrões de evolução da dor, retratando persistência, flutuação e ataques; os participantes deveriam escolher aquele que mais se assemelhasse ao seu padrão de dor. O quinto item exibe um manequim no qual os participantes marcaram com caneta a área de dor e a irradiação da dor, respondendo também a uma pergunta de sim/não sobre a presença de dor irradiada. As sete questões restantes, sobre a presença e gravidade de sinais e sintomas somatossensoriais, foram avaliadas em uma escala Likert de seis categorias (de nunca [0] a muito forte [5]): i) sensação de queimação nas áreas dolorosas, ii) formigamento ou agulhadas nas áreas de dor, iii) toque leve que era doloroso, iv) ataques de dor súbita nas áreas de dor, v) frio ou calor que ocasionalmente eram dolorosos, vi) dormência nas áreas dolorosas, vii) pressão leve que desencadeava dor (Rio *et al.*, 2022). As avaliações de intensidade da dor não foram incluídas na pontuação total. A pontuação do teste variou de 0 a 35. A pontuação total resultante classificou a dor em três grupos: uma pontuação maior que 18 pontos indicaram que a presença de um componente de dor neuropática predominante era provável, uma pontuação de 13 a 18 foi considerada incerta e uma pontuação menor que 13 pontos indicaram que um componente de dor neuropática não estava presente (Rio *et al.*, 2022).

3.3.3. Teste de caminhada de 6 minutos

Para avaliação da capacidade de caminhada foi realizada por meio do teste de caminhada de seis minutos, segundo protocolo previamente descrito (Crapo *et al.*, 2002; Montgomery e Gardner,

1998). O teste foi realizado ao longo de um corredor de trinta metros de comprimento, demarcado com dois cones, com marcações a cada 1 metro, onde os participantes foram incentivados a andar no ritmo habitual durante seis minutos e cobrir o máximo de terreno possível, tendo a possibilidade de parar, caso necessário, para descansar e/ou se os sintomas de claudicação intermitente se tornassem intolerantes. No entanto, foram encorajados a retornar a caminhar tão breve quanto possível (durante os seis minutos de todo o teste, o cronômetro não foi interrompido). Os desfechos analisados neste teste foram: a distância de claudicação (distância percorrida em metros até o paciente relatar a ocorrência do sintoma de claudicação intermitente) e a distância total de caminhada (distância máxima em metros alcançada pelo paciente ao final dos seis minutos) (Montgomery e Gardner, 1998). Os resultados do teste de caminhada de seis minutos foram relativizados com base nos resultados do teste em indivíduos saudáveis. Para isso, o desempenho do teste de caminhada de seis minutos em um indivíduo saudável com características semelhantes foi estimado por meio das equações de (Britto e Sousa, 2017), que considerarão idade, sexo, peso e altura, conforme a equação a seguir:

$$\text{Homens} = (7,57 \times \text{altura cm}) - (5,02 \times \text{idade}) - (1,76 \times \text{peso kg}) - 309$$

ou

$$\text{Mulheres} = (2,11 \times \text{altura cm}) - (2,29 \times \text{idade}) - (5,78 \times \text{peso kg}) - 667$$

As distâncias absolutas do teste de caminhada de seis minutos obtidas pelos participantes com doença arterial periférica foram divididas pelo resultado da equação de estimação mencionada anteriormente, a fim de fornecer as informações do desempenho relativo (Britto e Sousa, 2017).

3.3.4. Perfil sociodemográfico

Um questionário com perguntas objetivas foi aplicado aos participantes por um entrevistador treinado para avaliar as características sociodemográficas. Foram registradas informações como sexo (feminino/masculino), data de nascimento (dia/mês/ano), idade em anos, estado civil (solteiro[a], casado[a], separado[a], divorciado[a], viúvo[a]), escolaridade (analfabeto, fundamental incompleto, fundamental completo, médio incompleto, médio completo, superior incompleto, superior completo), trabalho atual (sim/não), tempo de diagnóstico da doença arterial periférica (anos), endereço (rua, bairro, cidade e CEP) e contatos (número de telefone e e-mail).

3.3.5. *Histórico de comorbidades e risco de quedas*

As comorbidades foram avaliadas por meio de perguntas objetivas realizadas aos participantes sobre o diagnóstico das seguintes morbidades: hipertensão (sim/não), diabetes (sim/não), dislipidemia (sim/não), tabagista (sim/não), tempo de tabagismo (anos), obesidade (sim/não), doença arterial coronariana (sim/não), acidente vascular encefálico (sim/não), insuficiência renal crônica (sim/não), câncer (sim/não), doença pulmonar obstrutiva crônica (sim/não). Os participantes também foram questionados sobre possíveis procedimentos cirúrgicos: angioplastia (sim/não), *stent* (sim/não), endarterectomia (sim/não), *bypass* (sim/não) e revascularização (sim/não). Também foi registrado o uso de medicações.

O registro sobre o uso de medicamentos foi feito por meio de uma receita atual dos medicamentos, registrada no momento da coleta de dados, a fim de que se pudesse ter o controle da classe medicamentosa, assim como sua dose e frequência.

3.3.6. *Medidas antropométricas*

As medidas de massa corporal e estatura foram coletadas usando uma balança automática com estadiômetro (W110, Welmy, Brasil) com precisão de 0,01 quilogramas, seguindo protocolos recomendados (Silva, da e Vieira, 2020). Com estas medidas foi calculado o índice de massa corporal, através da seguinte equação:

$$\text{Índice de massa corporal} = \frac{\text{Peso (quilogramas)}}{\text{Estatura (metros)}^2}$$

Posteriormente, os valores foram classificados de acordo com os padrões propostos pela organização mundial de saúde (Ulijaszek, 2003).

3.4. PROTOCOLO EXPERIMENTAL

A configuração utilizada para a coleta de dados está detalhada na Figura 2, que ilustra os procedimentos adotados, parte dos equipamentos utilizados e o posicionamento dos participantes durante as avaliações. Foram conduzidas três sessões experimentais em ordem aleatória, que incluíram o uso de um cicloergômetro de braço, imersão do pé em água quente e controle. As sessões experimentais foram realizadas no mesmo horário do dia, com pelo menos dois dias de intervalo entre

elas. Antes das sessões experimentais, os participantes receberam orientações para manter o padrão de sono, não realizar exercício físico e não consumir bebidas que contivessem cafeína ou álcool 24 horas antes das avaliações. Além disso, foram orientados a vestir roupas apropriadas para a prática de exercícios, evitando o uso de vestimentas que obstruíssem as avaliações no momento das sessões; caso a roupa escolhida impedisse a realização da avaliação, foi fornecida uma bermuda descartável.

Sessão com cicloergômetro de braço



Sessão com imersão do pé em água quente



A - Cicloergômetro de braço
B - Monitoramento da hemodinâmica vascular

C - Monitoramento da pressão arterial
D - Bacia com aquecimento automático

Figura 2: Configuração utilizada para a coleta de dados
Fonte: Elaborada pelo autor (2024)

Nas três sessões experimentais, os participantes permaneceram em repouso por 10 minutos na posição sentada. Ao final do repouso, foi realizada a avaliação do diâmetro arterial, velocidade do fluxo sanguíneo, fluxo sanguíneo anterógrado e retrógrado da artéria femoral, pressão arterial e frequência cardíaca. Posteriormente, dependendo da ordem do sorteio da sessão, a intervenção foi realizada (cicloergômetro de braço, imersão do pé em água quente e controle). A sessão com o cicloergômetro de braço envolveu 15 ciclos, onde a fase ativa consistia em dois minutos de exercício e a fase passiva em dois minutos de recuperação, totalizando 60 minutos por sessão (30 minutos ativos). A intensidade do exercício foi determinada pela carga equivalente ao intervalo de 13–15, considerada uma intensidade cansativa na escala de percepção subjetiva de esforço (Escala de Borg – 6 a 20) (Borg, 1982). Na sessão de imersão do pé em água quente, os participantes permaneceram na posição sentada, realizando 15 ciclos de 2 minutos. Durante a fase ativa, mantinham os pés imersos até o tornozelo em uma bacia de hidromassagem (figura 2) com aquecimento automático, comercialmente disponível (Aqua Foot, Britânia, Brasil), com água a uma temperatura entre 40 e 42 graus, monitorada por um termômetro digital infravermelho (HG01, Dikang). Durante a fase passiva, os pés eram retirados da água por dois minutos, mimetizando o estímulo da sessão com o cicloergômetro de braço.

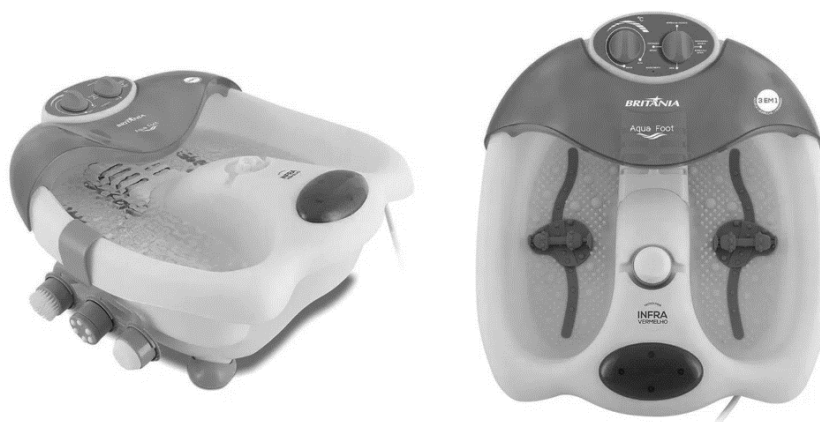


Figura 3: Bacia hidromassagem Aqua Foot Britânia

Fonte: Página da fabricante¹

Na sessão controle, os participantes permaneceram sentados por 60 minutos, sem nenhum tipo de exercício ou interação, sendo orientados a manter o membro parado o maior tempo possível. Durante essa sessão, foram alternadas fases ativas e passivas de 2 minutos cada, a fim de padronizar o tempo das medidas com as outras duas sessões. Assim, ao longo da sessão, a medida do diâmetro

¹ Disponível em: <<https://philco.vtexassets.com/arquivos/ids/234177-800-800?v=638018059999870000&width=800&height=800&aspect=true>>, acesso em 04/09/2023

arterial, velocidade do fluxo sanguíneo, fluxo sanguíneo anterógrado e retrógrado foram monitorados a cada 60 segundos na fase ativa, enquanto as medidas de pressão arterial e frequência cardíaca foram registrados 30 segundos antes do término de cada fase ativa. A figura 3 mostra em detalhes como foram realizadas as sessões.

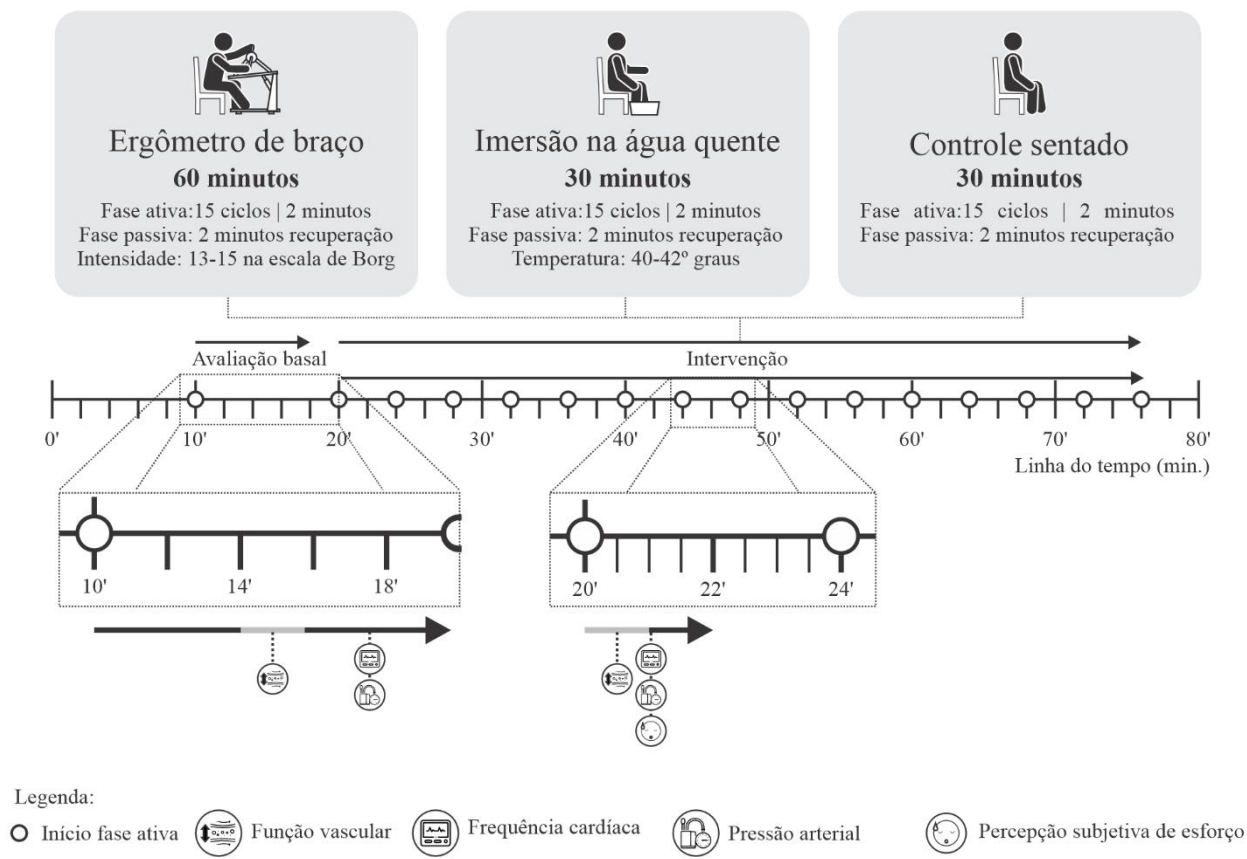


Figura 4: Desenho experimental do estudo

Fonte: Elaborada pelo autor (2024)

3.5. DESFECHOS

3.5.1. Desfecho primário: Hemodinâmica vascular

As medidas de diâmetro arterial, velocidade do fluxo sanguíneo, fluxo sanguíneo anterógrado e retrógrado foram obtidas ao longo da sessão na artéria femoral mais afetada, considerando o menor valor do índice tornozelo-braço, por um aparelho de ultrassonografia bidimensional com Doppler espectral (Terason uSmart 3200T, Burlington, MA) e transdutor linear. A resolução de contraste,

profundidade e ganho foram ajustados para otimizar as imagens longitudinais da interface parede-lúmen/arterial. Os espectros de velocidade do fluxo sanguíneo foram registrados através do modo pulsátil em frequência linear de 10 MHz, com o ângulo de inclinação de 60 graus. A tela do software de ultrassom foi gravada em sincronia com um software externo específico para captura de vídeos (OBS Studio, 26.0.2), no formato MP4. Foram registrados 60 segundos antes de iniciar a intervenção e em cada fase ativa, totalizando 16 registros de vídeo por sessão. Os vídeos foram transferidos para o computador e salvos em um disco rígido externo para análise posterior. A análise foi conduzida no software FMD Studio (*Institute of Clinical Physiology*, Itália), que permite a quantificação precisa das variações do diâmetro arterial e das velocidades de fluxo sanguíneo a partir dos vídeos salvos (figura 5). Inicialmente, os vídeos de cada fase foram carregados no software, onde os parâmetros de referência para delimitação da parede arterial e do lúmen foram ajustados manualmente para cada imagem. Com o auxílio de algoritmos de rastreamento de bordas, o software identificou automaticamente as mudanças no diâmetro arterial durante os ciclos cardíacos, gerando dados contínuos das variações em função do tempo. Os dados extraídos do FMD Studio foram então exportados para uma planilha para cálculos adicionais de fluxo sanguíneo e taxa de cisalhamento, conforme as fórmulas especificadas.

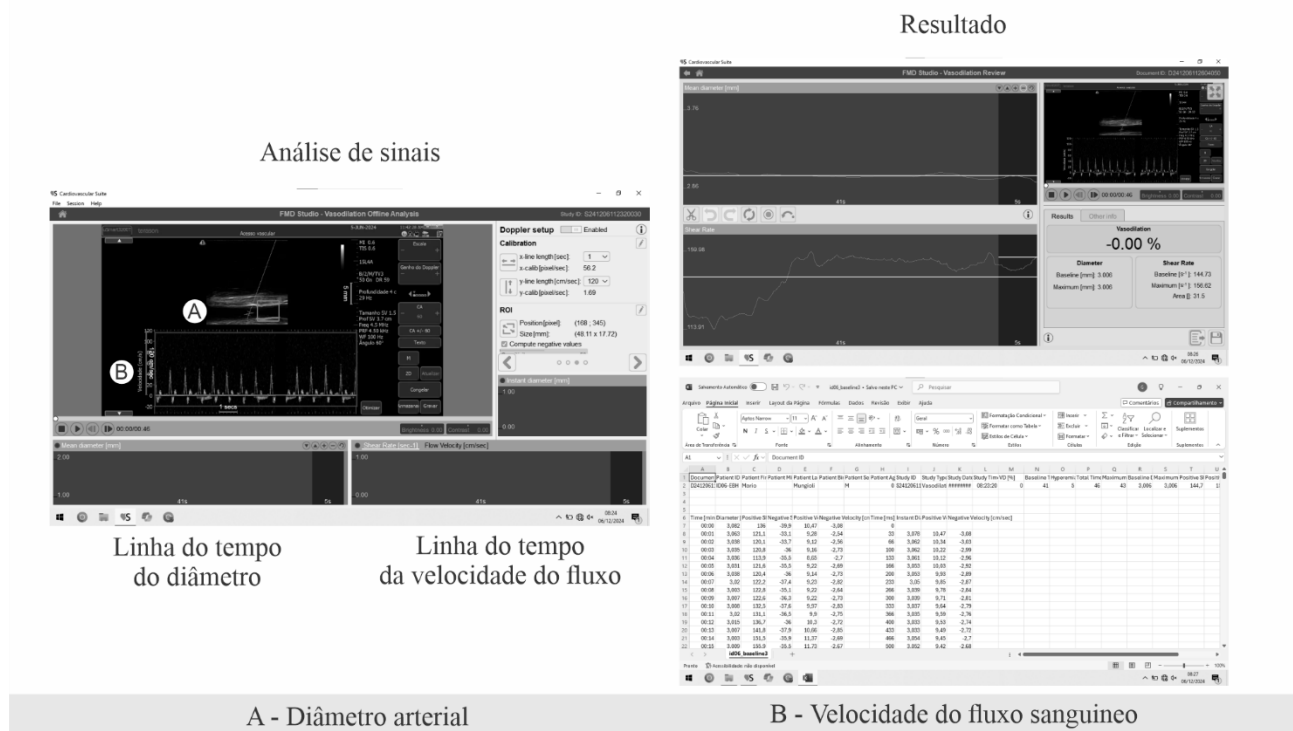


Figura 5: Registro da tela do software FMD Studio

Fonte: Elaborada pelo autor (2024)

As velocidades sanguíneas anterógradas e retrógradas em cada ciclo cardíaco foram calculadas como a área acima (anterógrada) ou abaixo (retrógrada) da curva, respectivamente, divididas pelo intervalo de tempo R-R. Assim como a velocidade média, os valores anterógrados e retrógrados também refletiram as velocidades sanguíneas médias ao longo do tempo (Padilla *et al.*, 2010; Padilla, Simmons, Vianna, *et al.*, 2011; Simmons *et al.*, 2011). As medidas de diâmetro e velocidade sanguínea foram utilizadas para calcular o fluxo sanguíneo e a taxa de cisalhamento na artéria femoral, através das seguintes fórmulas:

$$\text{Fluxo sanguíneo} = Vm \times \pi \times \left(\frac{\text{Diâmetro arterial}^2}{4} \right) \times 60$$

Onde, Vm representa a velocidade média do fluxo sanguíneo (em centímetros por segundo) e o diâmetro arterial (em centímetros). A taxa média de cisalhamento (por segundo) são definidas através da seguinte formula (Padilla *et al.*, 2010; Padilla, Simmons, Vianna, *et al.*, 2011; Simmons *et al.*, 2011):

$$\text{Taxa de cisalhamento} = 4 \times Vm \times \text{Diâmetro arterial}$$

Para calcular a taxa de cisalhamento anterógrada e retrógrada, foram utilizadas as velocidades sanguíneas anterógrada e retrógrada médias ao longo do tempo, respectivamente. O índice de cisalhamento oscilatório, um indicador da magnitude da oscilação do cisalhamento, foi definido pela fórmula a seguir:

$$\text{Índice de cisalhamento oscilatório} = \frac{CR}{(CA + CR)}$$

Onde, CR é a taxa de cisalhamento retrógrado e CA é a taxa de cisalhamento anterógrado (Newcomer *et al.*, 2008; Padilla *et al.*, 2010; Padilla, Simmons, Vianna, *et al.*, 2011; Simmons *et al.*, 2011; Wu *et al.*, 2004).

3.5.2. Desfecho secundário: Pressão arterial braquial

A pressão arterial braquial foi avaliada no braço do participante por meio de um monitor automático (HEM-742, Omron Healthcare, Japão). Para a medida pré-intervenção, foram realizadas medições consecutivas, com um minuto de intervalo, até que a diferença entre duas medidas fosse

inferior a 4 mmHg. O valor utilizado foi a média aritmética das duas últimas medidas, conforme recomendado pela 7ª Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial (Markman Filho *et al.*, 2021). Ao longo da intervenção, as medições foram realizadas 30 segundos antes do final de cada fase ativa.

3.5.3. *Desfecho secundário: Frequência cardíaca*

A frequência cardíaca foi fornecida pelo equipamento, enquanto a pressão arterial braquial foi avaliada no braço do participante através de um monitor automático (HEM-742, Omron Healthcare, Japão).

3.6. TRATAMENTO ESTATÍSTICO

3.6.1. *Cálculo amostral*

O tamanho da amostra foi estimado utilizando o software G*Power (versão 3.1, Franz Faul, Unikiel, Alemanha) (Faul *et al.*, 2007), para uma ANOVA de medidas repetidas a priori, considerando um tamanho de efeito de 3,444 (aumento de 3 vezes no fluxo sanguíneo do membro não ativo durante o exercício) (Padilla, Simmons, Vianna, *et al.*, 2011), um erro alfa de 0,05, um poder estatístico de 80%. O cálculo indicou a necessidade de 6 participantes. No entanto, a fim de aumentar a robustez dos resultados e compensar potenciais perdas durante o estudo, a amostra será inflada para incluir 10 participantes. Para os desfechos secundários, foi realizado um cálculo de tamanho de efeito a posteriori (TE), a fim de verificar se a amostra utilizada foi suficiente para detectar diferenças significativas.

3.6.2. *Armazenamento de dados*

Os dados do estudo foram coletados e gerenciados usando ferramentas de captura eletrônica de dados REDCap hospedadas na Universidade Nove de Julho. REDCap (*Research Electronic Data Capture*) é um aplicativo seguro baseado na web projetado para apoiar a captura de dados para estudos de pesquisa, fornecendo: i) um sistema intuitivo interface para entrada de dados validados; ii) trilhas de auditoria para rastreamento de manipulação de dados e procedimentos de exportação; iii) procedimentos de exportação automatizados para downloads contínuos de dados para pacotes estatísticos comuns; e iv) procedimentos para importação de dados de fontes externas (Harris *et al.*, 2009, 2019).

3.6.3. *Processamento e análise estatística*

Os dados das sessões foram agrupados para comparação entre os valores basais e as médias gerais ao longo das sessões. Os dados são apresentados por meio de estatística descritiva, com variáveis contínuas descritas como média e desvio padrão, e variáveis categóricas por frequência relativa. A normalidade da distribuição dos dados e a homogeneidade de variância foram confirmados pelos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Para analisar as diferenças entre as sessões, foi utilizada uma análise de variância (ANOVA) para medidas repetidas. Quando as condições de esfericidade foram violadas, foi utilizado o ajuste de Greenhouse-Geisser. O post-hoc para comparações múltiplas foi realizado com o teste de Duncan. As análises estatísticas foram conduzidas no STATISTICA (versão 8.0, StatSoft Inc, Tulsa, OK) para Windows®, e os gráficos para apresentação dos resultados foram gerados no Prism (versão 8.0, GraphPad Software, San Diego, CA, USA). Valores de p inferiores a 0,050 foram considerados estatisticamente significativos.

4. RESULTADOS

Características da amostra

O fluxograma de recrutamento dos participantes pode ser visto na figura 6.

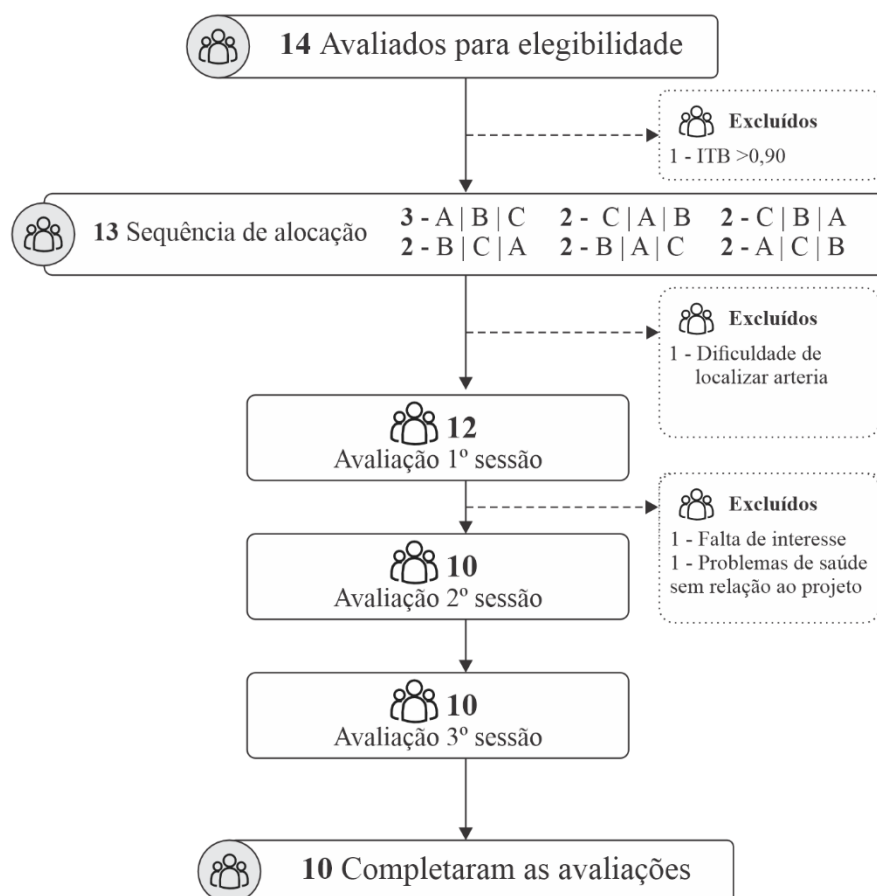


Figura 6: Fluxograma do estudo

Legenda: A= Cicloergômetro de braço; B= Imersão do pé em água quente; C= Controle.

Quatorze participantes foram elegíveis para participar do estudo, no qual 1 participante não atendeu ao critério de inclusão. Desses, 1 participante não foi elegível, pois, durante a primeira avaliação, não foi possível localizar um sinal estável da arterial femoral. Dois participantes desistiram de participar por falta de interesse (n=1) e problemas de saúde sem relação ao projeto (n=1). A amostra final foi composta por 10 participantes, completando as três sessões experimentais. A maioria dos participantes são do sexo masculino, apresentando prevalência de fatores de risco como

dislipidemia (n=5), hipertensão (n=8) e diabetes (n=4). Os medicamentos mais utilizados pelos participantes foram as estatinas (n=8), diuréticos (n=6), betabloqueadores (n=5) e os antagonistas dos receptores da angiotensina II (n=4). As características da amostra estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Características gerais dos participantes

	Valores (n=10)
Características clínicas	
Idade (anos)	67,4 ± 5,8
Sexo (% , homens)	60,0
Índice de massa corporal (kg/m ²)	25,7 ± 2,9
Índice Tornozelo-braquial	0,67 ± 0,24
<i>PainDETECT</i> (pontuação)	5,3 ± 4,5
Capacidade funcional	
Distância total de caminhada (metros)	399,4 ± 63,8
Distância de claudicação (metros)	206,2 ± 121,8
Previsto no teste de caminhada (%)	116,2 ± 23,2
Procedimentos cirúrgicos, %	
Stent	30,0
Fatores de risco, %	
Doença arterial coronária	40,0
Diabetes	40,0
Dislipidemia	50,0
Hipertensão	80,0
Obesidade	30,0
Insuficiência renal	40,0
Acidente Vascular Encefálico	40,0
Tabagista	20,0
Medicamento, %	
Inibidores da enzima conversora de angiotensina	30,0
Antagonistas dos receptores da angiotensina II	40,0
Antiplaquetário	40,0
Bloqueadores beta	50,0
Diuréticos	60,0
Vasodilatador periférico	30,0
Estatina	80,0

Os dados estão apresentados como média ± desvio padrão e frequência relativa.

Parâmetros basais

Os parâmetros cardiovasculares de repouso são mostrados na tabela 2. Não houve diferença entre os parâmetros basais independente das sessões ($p>0,05$).

Tabela 2. Características cardiovasculares basais entre sessões (n=10)

	Cicloergômetro de braço	Imersão do pé em água quente	Controle	p
Taxa de cisalhamento anterógrado (seg^{-1})	213,1 $\pm$ 99,6	207,5 $\pm$ 94,1	154,5 $\pm$ 48,8	0,209
Taxa de cisalhamento retrógrado (seg^{-1})	-2,8 $\pm$ 7,1	-3,1 $\pm$ 7,1	-4,9 $\pm$ 10,1	0,877
Índice de cisalhamento oscilatório	0,42 $\pm$ 1,17	0,56 $\pm$ 1,65	0,83 $\pm$ 2,02	0,877
Fluxo sanguíneo (mL/min)	784,1 $\pm$ 293,8	754,9 $\pm$ 289,1	724,8 $\pm$ 316,3	0,912
Diâmetro arterial (cm)	0,34 $\pm$ 0,15	0,33 $\pm$ 0,15	0,34 $\pm$ 0,15	0,664
Pressão arterial sistólica (mmHg)	112,4 $\pm$ 16,9	116,3 $\pm$ 19,1	114,0 $\pm$ 27,7	0,914
Pressão arterial diastólica (mmHg)	67,3 $\pm$ 12,5	71,6 $\pm$ 13,8	69,8 $\pm$ 16,3	0,781
Frequência cardíaca (bpm)	67,3 $\pm$ 12,5	71,6 $\pm$ 13,8	69,7 $\pm$ 16,3	0,784

Os dados estão apresentados como média $\pm$ desvio-padrão

Respostas hemodinâmicas e perceptuais ao longo das sessões

Durante as sessões com cicloergômetro de braço, os participantes realizaram o exercício em uma percepção de esforço $14,2 \pm 1,5$. A Tabela 3 mostra as comparações da pressão arterial e frequência cardíaca durante as sessões. A frequência cardíaca foi maior na sessão com cicloergômetro de braço em relação a sessão com imersão do pé em água quente ($77,9 \pm 18,3$ bpm vs $66,2 \pm 17,2$ bpm; TE = -0,659; $p < 0,001$) e sessão controle ($77,9 \pm 18,3$ bpm vs $66,5 \pm 17,3$; TE = -0,642; $p < 0,001$). A pressão arterial diastólica foi maior na sessão com imersão do pé em água quente em relação a sessão com cicloergômetro de braço ($65,5 \pm 12,0$ mm Hg vs $73,0 \pm 21,3$ mm Hg; TE = 0,434; $p = 0,020$). Não houve diferença para a pressão arterial sistólica durante a sessão ($p > 0,05$).

Tabela 3. Respostas da pressão arterial e frequência cardíaca durante as sessões (n=10)

	Cicloergômetro de braço	Imersão do pé em água quente	Controle	p
Pressão arterial sistólica (mmHg)	125,8 $\pm$ 13,3	122,4 $\pm$ 21,3	121,2 $\pm$ 16,2	0,574
Pressão arterial diastólica (mmHg)	65,5 $\pm$ 12,0‡	73,0 $\pm$ 21,3	70,4 $\pm$ 11,4	0,044
Frequência cardíaca (bpm)	77,9 $\pm$ 18,3‡†	66,2 $\pm$ 17,2	66,5 $\pm$ 17,3	<0,001

Os dados estão apresentados como média $\pm$ desvio-padrão. ‡= Diferença em relação a sessão com imersão do pé em água quente; †= Diferença em relação a sessão controle

A Figura 7 mostra as respostas do diâmetro arterial ao longo das sessões. O diâmetro arterial durante as sessões com cicloergômetro de braço ($0,36 \pm 0,08$ cm vs $0,30 \pm 0,12$ cm; TE = 0,273; $p < 0,001$) e imersão do pé em água quente ($0,36 \pm 0,14$ cm vs $0,30 \pm 0,12$ cm; TE = 0,222; $p = 0,010$) foram maiores em relação a sessão controle.

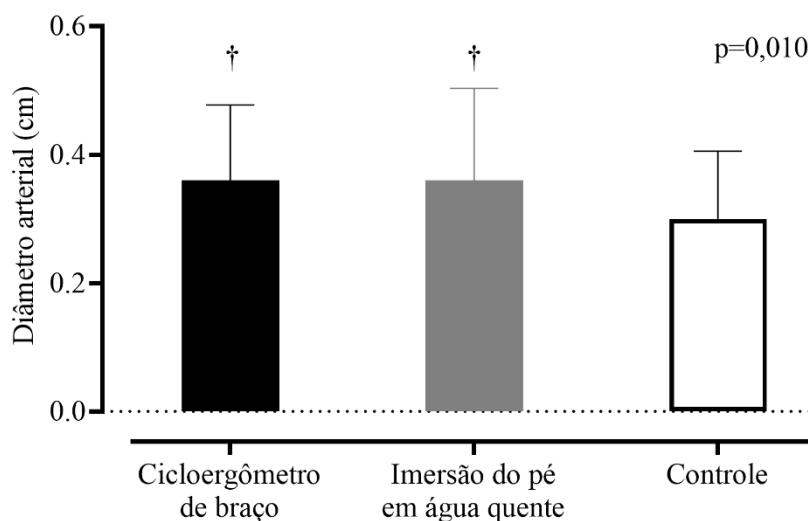


Figura 7: Respostas do diâmetro arterial ao longo das sessões em participantes com doença arterial periférica

†= Diferença em relação a sessão controle

A Figura 8 mostra as respostas do fluxo sanguíneo ao longo das sessões. O fluxo sanguíneo foi maior na sessão como cicloergômetro de braço em relação a sessão controle ($751,6 \pm 218,4$ mL/min vs $565,0 \pm 108,7$ mL/min; TE= -1,084; $p < 0,001$). Houve uma diferença na sessão com imersão do pé em água quente em relação a sessão controle ($754,4 \pm 243,0$ mL/min vs $565,0 \pm 108,7$ mL/min; TE= -1,008; $p < 0,001$).

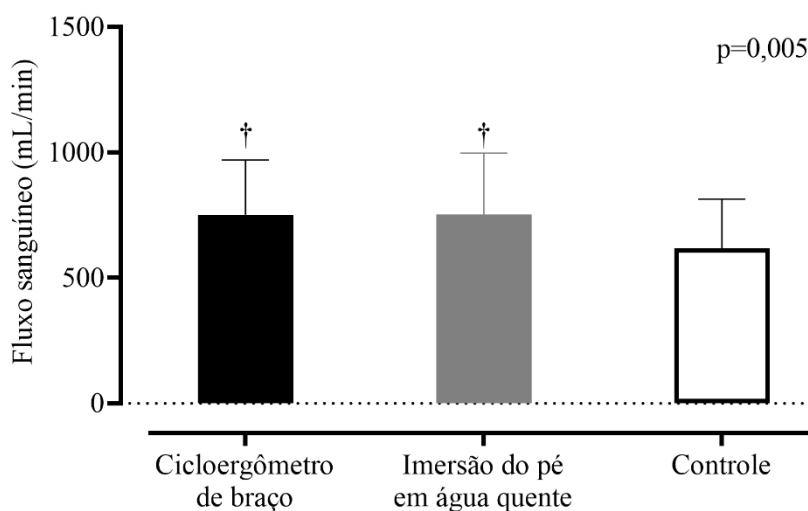


Figura 8: Respostas do fluxo sanguíneo ao longo das sessões em participantes com doença arterial periférica

†= Diferença em relação a sessão controle

A Figura 9 mostra as respostas da taxa de cisalhamento anterógrado ao longo das sessões. A taxa de cisalhamento anterógrado foi maior nas sessões com cicloergômetro de braço ($190,7 \pm 18,9 \text{ seg}^{-1}$ vs $152,3 \pm 15,5 \text{ seg}^{-1}$; $TE = -1,637$; $p < 0,001$) e imersão do pé em água quente ($194,3 \pm 18,6 \text{ seg}^{-1}$ vs $152,3 \pm 15,5 \text{ seg}^{-1}$; $TE = -1,776$; $p < 0,001$) em relação a sessão controle.

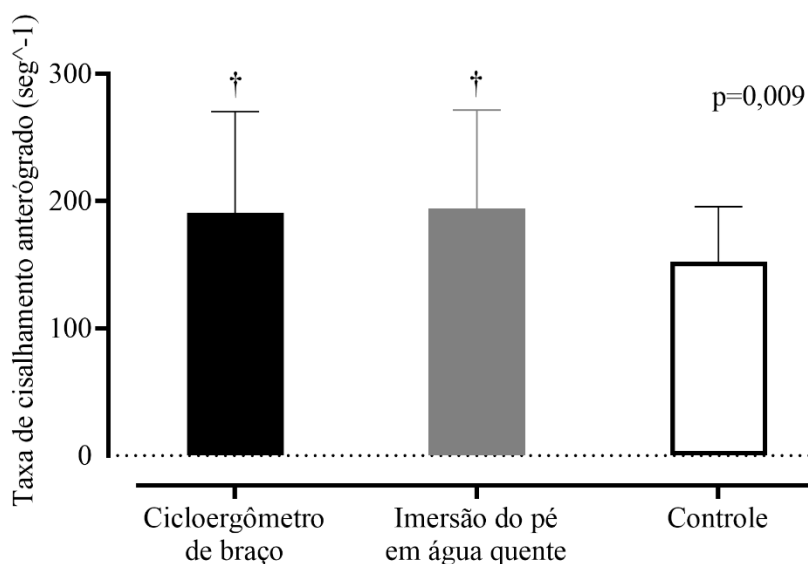


Figura 9: Respostas do estresse de cisalhamento anterógrado ao longo das sessões em participantes com doença arterial periférica

†= Diferença em relação a sessão controle

A Figura 10 mostra as respostas da taxa de cisalhamento retrógrado ao longo das sessões. Não houve diferença para este parâmetro entre as sessões.

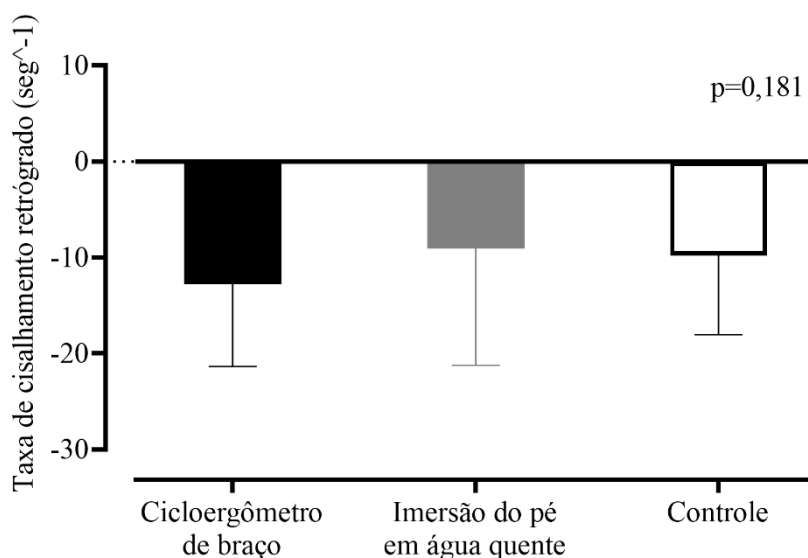


Figura 10: Respostas do estresse de cisalhamento retrógrado ao longo das sessões em participantes com doença arterial periférica

A Figura 11 mostra as diferenças das respostas do índice de cisalhamento oscilatório ao longo das sessões. O índice de cisalhamento oscilatório foi maior nas sessões com cicloergômetro de braço em relação a sessão com imersão do pé em água quente ($4,4 \pm 3,7$ vs $1,2 \pm 1,3$; TE= -1,894; $p < 0,001$) e em relação a sessão controle ($4,4 \pm 3,7$ vs $1,4 \pm 2,3$; TE= -0,756; $p < 0,001$).

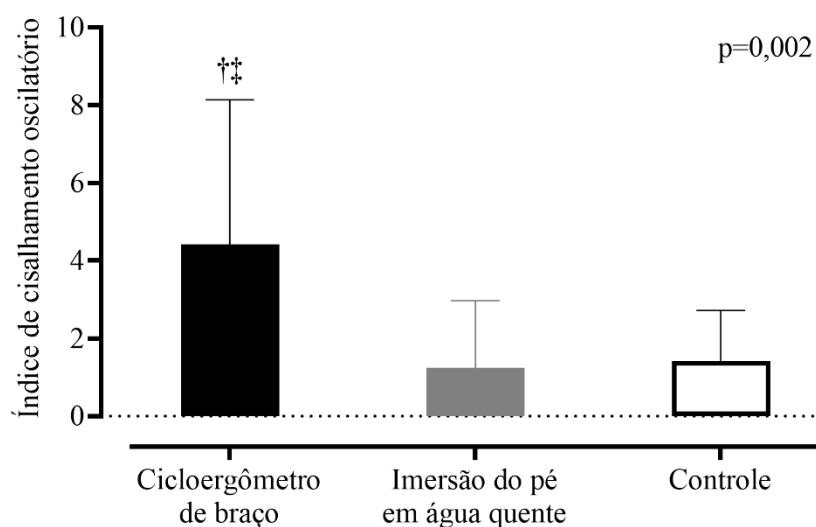


Figura 11: Respostas do índice de cisalhamento oscilatório ao longo das sessões em participantes com doença arterial periférica

†= Diferença em relação a sessão controle; ‡= Diferença da sessão com imersão do pé em água quente

5. DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo avaliar o estresse de cisalhamento e parâmetros do fluxo sanguíneo nas artérias de membros inferiores durante o exercício em cicloergômetro de braço em participantes com doença arterial periférica. Os principais achados indicam que: i) O diâmetro arterial foi maior nas sessões com cicloergômetro de braço e imersão do pé em água quente; ii) o fluxo sanguíneo foi maior na sessão com cicloergômetro de braço e imersão do pé em água quente em relação à sessão controle; iii) a taxa de cisalhamento anterógrada foi maior durante as sessões com cicloergômetro de braço e imersão do pé em água quente em comparação a sessão controle.

Os resultados demonstraram que tanto o exercício em cicloergômetro de braço quanto a imersão do pé em água quente foram eficazes em aumentar o fluxo sanguíneo e a taxa de cisalhamento anterógrada na artéria femoral superficial, normalmente reduzidos após períodos prolongados em posição sentada. Na sessão controle, a ausência de estímulos mecânicos e metabólicos resultou em menor fluxo sanguíneo e taxa de cisalhamento, uma condição exacerbada pela presença de placas ateroscleróticas e disfunção endotelial, que dificultam a manutenção do cisalhamento anterógrado na ausência de estímulos adicionais (Restaino *et al.*, 2016).

Durante o exercício em cicloergômetro de braço, a taxa de cisalhamento anterógrada foi aumentada, atribuída ao aumento do fluxo sanguíneo e do diâmetro arterial nos membros inferiores. Embora o fluxo sanguíneo seja redistribuído para a musculatura ativa dos membros superiores, há um direcionamento suficiente para os membros inferiores, aumentando o fluxo em níveis similares ou superiores ao repouso (Tanaka *et al.*, 2006a; Thijssen *et al.*, 2009). Essa resposta é mediada por mecanismos locais, como vasodilatação e controle vasomotor, que, em populações com disfunção endotelial, como no presente estudo, podem estar comprometidos. Sugere-se que estudos futuros explorem o papel desses mecanismos em indivíduos com doença arterial periférica durante o uso de cicloergômetro de braço. Especialmente com relação a esse último, um estudo em indivíduos com lesão medular observou que o exercício com cicloergômetro de braço promoveu aumento da taxa de cisalhamento anterógrado e retrógrado na artéria femoral, sugerindo que além do controle vasomotor mecanismos locais estão relacionados com essa resposta (Thijssen *et al.*, 2009). No entanto, o quanto tais mecanismos também acontecem em indivíduos com doença arterial periférica ainda é incerto. Especificamente, no presente estudo, foi avaliada o membro inferior com menor ITB, que potencialmente apresenta disfunção endotelial mais severa, o que pode ter limitado as ações dos mecanismos locais, e consequentemente limitado o aumento do fluxo sanguíneo para os membros

inferiores. Sugere-se que futuros estudos examinem o papel dos mecanismos locais no fluxo sanguíneo desses pacientes durante a realização do cicloergômetro de braço.

O aquecimento dos pés mostrou comportamentos hemodinâmicos similares ao exercício. O aquecimento direto da pele induz vasodilatação dependente da temperatura e velocidade de aquecimento local (Johnson e Kellogg, 2010). Quando a temperatura local é rapidamente elevada para 42°C e mantida nesse nível, o fluxo sanguíneo da pele na região normalmente atinge seu máximo, uma condição em que o músculo liso vascular cutâneo está totalmente relaxado. O aquecimento da pele gera um padrão de resposta caracterizado por um pico inicial e transitório no fluxo sanguíneo da pele, seguido por uma fase de platô prolongada e, por fim, por um retorno do fluxo sanguíneo aos níveis anteriores ao aquecimento. Os mecanismos que sustentam esses efeitos incluem o sistema de óxido nítrico, nervos adrenérgicos e nervos sensoriais (Johnson e Kellogg, 2010). No presente estudo, a temperatura média durante a sessão de aquecimento foi de 40,6°C, estímulo adequado para elevar o fluxo sanguíneo cutâneo, e consequente aumento do fluxo sanguíneo das artérias dos membros inferiores. Esse estímulo por sua vez aumenta o estresse de cisalhamento nas artérias, alinhado com que foi observado no presente estudo. No entanto, é importante destacar que tais respostas estão diretamente relacionadas com a integridade vascular. Assim, é possível que as respostas ao estímulo térmico tenham sido atenuadas, reduzindo os efeitos do estímulo térmico (Endemann e Schiffrin, 2004; Gokce *et al.*, 2003; Lee *et al.*, 2023). De fato, a maioria da amostra apresentava fatores de risco (hipertensão e diabetes; 87,5% e 62,5%, respectivamente) associados ao baixo fluxo na artéria avaliada. Assim, parece que o comprometimento vascular observado em indivíduos com doença arterial periférica limita estímulos vasodilatadores promovidos por diferentes vias. No sentido de potencializar os efeitos hemodinâmicos por diferentes vias é possível que a combinação do exercício em cicloergômetro de braço com imersão em água quente posse potencializar diferentes vias, gerando uma maior resposta. No entanto, isso precisa ser testado em estudos futuros.

A ausência de diferenças no fluxo retrógrado entre as sessões pode ser atribuída a mecanismos hemodinâmicos específicos que influenciam a dinâmica vascular em indivíduos com doença arterial periférica. Nas sessões de exercício com cicloergômetro de braço e imersão em água quente, o aumento do diâmetro arterial observado em comparação à sessão controle reflete uma resposta vascular mediada por estímulos distintos. No exercício com cicloergômetro de braço, a redistribuição do fluxo sanguíneo para os membros superiores intensificou o cisalhamento anterógrado local, o que pode ter contribuído indiretamente para o aumento do diâmetro arterial do membro não ativos (efeito

de transferência cruzada), mesmo sem impacto significativo sobre o fluxo retrógrado (Simmons *et al.*, 2011; Tew *et al.*, 2009). Esse efeito sugere uma possível ativação de mecanismos compensatórios, como a modulação da vasoconstrição simpática periférica, que preserva a perfusão para tecidos ativos enquanto mantém o tônus arterial nos vasos não envolvidos diretamente na atividade (Dopheide *et al.*, 2017; Tanaka *et al.*, 2006b; Tew *et al.*, 2009). Por outro lado, na sessão de imersão, o estímulo térmico promoveu vasodilatação cutânea generalizada, elevando o fluxo sanguíneo e induzindo um relaxamento passivo das paredes arteriais. Esse relaxamento está associado a uma redução na resistência periférica e a uma maior distensão arterial, mesmo em artérias acometidas por aterosclerose, devido à diminuição da carga mecânica sobre a parede vascular. A ausência de diferenças no fluxo retrógrado entre as intervenções pode ser explicada pela interação entre o aumento do diâmetro arterial, que reduz a resistência vascular e favorece a passagem do fluxo, e a disfunção endotelial já instaurada, que impede a modulação dos padrões de cisalhamento de forma adequada. Embora o aumento do diâmetro arterial contribua para uma menor resistência ao fluxo, a baixa biodisponibilidade de óxido nítrico, característica de indivíduos com doença arterial periférica, limita a capacidade do endotélio de adaptar o padrão de cisalhamento de forma eficiente, resultando em uma resposta hemodinâmica subótima. Assim, enquanto o diâmetro arterial aumentou, o padrão de fluxo retrógrado permaneceu estável, indicando que as intervenções testadas influenciam de maneira distinta os componentes do fluxo, com efeitos mais evidentes na elasticidade e no tônus arterial do que na dinâmica do cisalhamento retrógrado.

O índice de cisalhamento oscilatório, um indicador da alternância entre cisalhamento anterógrado e retrógrado, foi mais elevado na sessão com cicloergômetro de braço, refletindo instabilidade do fluxo e rigidez arterial. Esses padrões oscilatórios são caracterizados pela flutuação do fluxo sanguíneo entre direções opostas, o que pode gerar estímulos prejudiciais ao endotélio em indivíduos com disfunção vascular. Essa alternância pode ser potencializada pela combinação de aumento do fluxo e disfunção endotelial, resultando em maior risco de progressão da rigidez arterial (Padilla *et al.*, 2010). Essa resposta é distinta em exercícios intervalados, como os realizados no cicloergômetro de braço, onde o índice de cisalhamento oscilatório tende a ser mais elevado em comparação aos exercícios contínuos, devido às variações de estímulo (Lyll *et al.*, 2019). Por outro lado, a imersão em água quente apresentou uma dinâmica diferente, promovendo um fluxo mais estável e predominantemente anterógrado. Isso ocorre devido ao relaxamento simpático induzido pela vasodilatação térmica, que reduz a resistência vascular periférica e facilita a perfusão dos tecidos.

Tais características sugerem que a imersão em água quente pode atuar como um complemento eficaz para modular padrões de fluxo em populações com risco cardiovascular elevado.

Os achados deste estudo possuem importantes aplicações práticas, especialmente para a prescrição de intervenções voltadas à reabilitação vascular em indivíduos com doença arterial periférica. O estudo sugere que o exercício em cicloergômetro de braço pode ser utilizado como uma alternativa viável para promover estímulos hemodinâmicos em pacientes com dificuldades de realizar exercícios convencionais com os membros inferiores. Além disso, o estudo levanta questões importantes que podem ser exploradas em futuras pesquisas. A identificação do aumento do cisalhamento retrógrado durante o exercício em cicloergômetro de braço destaca a necessidade de estratégias que reduzam seu impacto negativo na função endotelial. Por exemplo, combinar o exercício em cicloergômetro de braço com estímulos térmicos, como o aquecimento dos membros inferiores, pode potencializar o estímulo de cisalhamento anterógrado, minimizando os efeitos prejudiciais do cisalhamento retrógrado. Outra abordagem seria ajustar a intensidade e a duração do exercício, buscando maximizar o fluxo sanguíneo sem exacerbar a redistribuição hemodinâmica desfavorável para as artérias dos membros inferiores. Além disso, a inclusão de pausas ou exercícios complementares focados nos membros inferiores pode ajudar a equilibrar a redistribuição do fluxo sanguíneo e proporcionar melhores respostas hemodinâmicas. Esses achados podem informar a elaboração de protocolos mais eficazes em programas de reabilitação vascular para indivíduos com perfis clínicos semelhantes.

Este estudo apresenta algumas limitações que devem ser consideradas na interpretação dos resultados. Como se trata de um estudo agudo, não é possível determinar adaptações crônicas promovidas pelo exercício com cicloergômetro de braço, limitando-se a uma análise dos efeitos hemodinâmicos de curto prazo. A amostra incluiu apenas participantes com doença arterial periférica e sintomas de claudicação intermitente. Não se sabe se em indivíduos em outros estágios da doença as respostas seriam similares. Além disso, a amostra foi relativamente pequena e incluiu cerca de 30% de indivíduos com *stents* vasculares, o que pode ter influenciado a ausência de alterações no diâmetro arterial, já que os *stents* podem reduzir a capacidade de dilatação vascular em resposta aos estímulos estudados. Por fim, o local da obstrução arterial nos participantes não foi identificado, o que pode ter impactado as respostas observadas, dada a influência dessa variável na hemodinâmica.

6. CONCLUSÃO

O exercício em cicloergômetro de braço promoveu aumento do fluxo sanguíneo, da taxa de cisalhamento anterógrada e do diâmetro arterial na artéria femoral em indivíduos com doença arterial periférica, sugerindo que o uso de cicloergômetro de membros superiores fornece um estímulo vascular benéfico para os membros inferiores. Além disso, as respostas observadas na sessão com imersão do pé em água quente, como o aumento do fluxo sanguíneo e a vasodilatação arterial, foram similares às aquelas associadas a estímulos classicamente conhecidos por promover vasodilatação e aumento de fluxo, reforçando a relevância dessas intervenções como estímulos hemodinâmicos complementares.

7. REFERÊNCIAS

ABOYANS, V. *et al.* Measurement and interpretation of the ankle-brachial index: a scientific statement from the American Heart Association. **Circulation**, v. 126, n. 24, p. 2890–2909, 11 dez. 2012.

ALLAN, R. B. *et al.* A Comparison of Flow-mediated Dilatation and Peripheral Artery Tonometry for Measurement of Endothelial Function in Healthy Individuals and Patients with Peripheral Arterial Disease. **European Journal of Vascular and Endovascular Surgery**, v. 45, n. 3, p. 263–269, 1 mar. 2013.

BORG, G. A. V. **Psychophysical bases of perceived exertion: Medicine & Science in Sports & Exercise**. Disponível em: <https://journals.lww.com/acsm-msse/Abstract/1982/05000/Psychophysical_bases_of_perceived_exertion.12.aspx>. Acesso em: 19 fev. 2022.

BRITTO, R. R.; SOUSA, L. A. P. DE. TESTE DE CAMINHADA DE SEIS MINUTOS UMA NORMATIZAÇÃO BRASILEIRA. **Fisioterapia em Movimento (Physical Therapy in Movement)**, v. 19, n. 4, p. 49–54, 31 ago. 2017.

BRONAS, U. G.; TREAT-JACOBSON, D.; LEON, A. S. Comparison of the effect of upper body-ergometry aerobic training vs treadmill training on central cardiorespiratory improvement and walking distance in patients with claudication. **Journal of Vascular Surgery**, v. 53, n. 6, p. 1557–1564, 1 jun. 2011.

CAVALCANTE, B. R. *et al.* A Single Bout of Arm-crank Exercise Promotes Positive Emotions and Post-Exercise Hypotension in Patients with Symptomatic Peripheral Artery Disease. **European Journal of Vascular and Endovascular Surgery**, v. 53, n. 2, p. 223–228, 1 fev. 2017.

COOMBS, G. B. *et al.* Distinct contributions of skin and core temperatures to flow-mediated dilation of the brachial artery following passive heating. **Journal of Applied Physiology**, v. 130, n. 1, p. 149–159, 1 jan. 2021.

CRAPO, R. O. *et al.* ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. **American journal of respiratory and critical care medicine**, v. 166, n. 1, p. 111–117, 1 jul. 2002.

DOPHEIDE, J. F. *et al.* Supervised exercise training in peripheral arterial disease increases vascular shear stress and profunda femoral artery diameter. **European Journal of Preventive Cardiology**, v. 24, n. 2, p. 178–191, 1 jan. 2017.

EKKEKAKIS, P.; PARFITT, G.; PETRUZZELLO, S. J. 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 Medicine**, v. 41, n. 8, p. 641–671, 7 out. 2011.

ENDEMANN, D. H.; SCHIFFRIN, E. L. Endothelial dysfunction. **Journal of the American Society of Nephrology**, v. 15, n. 8, p. 1983–1992, 2004.

FARAH, B. Q. *et al.* Factors Associated with Sedentary Behavior in Patients with Intermittent Claudication. **European Journal of Vascular and Endovascular Surgery**, v. 52, n. 6, p. 809–814, 1 dez. 2016.

FAUL, F. *et al.* G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. **Behavior Research Methods**, v. 39, n. 2, p. 175–191, 2007.

FONTAINE, R.; KIM, M.; KIENY, R. [Surgical treatment of peripheral circulation disorders]. **Helvetica Chirurgica Acta**, v. 21, n. 5–6, p. 499–533, 1 dez. 1954.

FOWKES, F. G. R. *et al.* Comparison of global estimates of prevalence and risk factors for peripheral artery disease in 2000 and 2010: A systematic review and analysis. **The Lancet**, v. 382, n. 9901, p. 1329–1340, 19 out. 2013.

GARBER, C. E. *et al.* Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 43, n. 7, p. 1334–1359, jul. 2011.

GARDNER, A. W. *et al.* Relationship Between Free-Living Daily Physical Activity and Ambulatory Measures in Older Claudicants. <http://dx.doi.org/10.1177/000331979804900501>, v. 49, n. 5, p. 327–337, 1 maio 1998.

____. Exercise Rehabilitation Improves Functional Outcomes and Peripheral Circulation in Patients with Intermittent Claudication: A Randomized Controlled Trial. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 49, n. 6, p. 755–762, 1 jun. 2001.

____. Exercise rehabilitation for peripheral artery disease: An exercise physiology perspective with special emphasis on the emerging trend of home-based exercise. <https://doi.org/10.1024/0301-1526/a000464>, v. 44, n. 6, p. 405–417, 30 out. 2015.

GARDNER, A. W.; POEHLMAN, E. T. Exercise Rehabilitation Programs for the Treatment of Claudication Pain: A Meta-analysis. **JAMA**, v. 274, n. 12, p. 975–980, 27 set. 1995.

GERHARD-HERMAN, M. D. *et al.* 2016 AHA/ACC guideline on the management of patients with lower extremity peripheral artery disease: Executive Summary: A report of the

American college of cardiology/American Heart Association task force on clinical practice guidelines. **Circulation**, v. 135, n. 12, p. e686–e725, 2017.

GOKCE, N. *et al.* Predictive value of noninvasively determined endothelial dysfunction for long-term cardiovascular events in patients with peripheral vascular disease. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 41, n. 10, p. 1769–1775, 21 maio 2003.

GORNIK, H. L. *et al.* 2024 ACC/AHA/AACVPR/APMA/ABC/SCAI/SVM/SVN/SVS/SIR/VESS Guideline for the Management of Lower Extremity Peripheral Artery Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. **Circulation**, v. 149, n. 24, p. e1313–e1410, 11 jun. 2024.

GRIZZO CUCATO, G. *et al.* Effects of walking and strength training on resting and exercise cardiovascular responses in patients with intermittent claudication. <https://doi.org/10.1024/0301-1526/a000136>, v. 40, n. 5, p. 390–397, 7 jan. 2013.

HARRIS, P. A. *et al.* Research electronic data capture (REDCap)—A metadata-driven methodology and workflow process for providing translational research informatics support. **Journal of Biomedical Informatics**, v. 42, n. 2, p. 377–381, 1 abr. 2009.

____. The REDCap consortium: Building an international community of software platform partners. **Journal of Biomedical Informatics**, v. 95, p. 103208, 1 jul. 2019.

HARWOOD, A. E. *et al.* A systematic review of the uptake and adherence rates to supervised exercise programs in patients with intermittent claudication. **Annals of Vascular Surgery**, v. 34, p. 280–289, 1 jul. 2016.

HIRSCH, A. T. *et al.* ACC/AHA 2005 Practice Guidelines for the Management of Patients With Peripheral Arterial Disease (Lower Extremity, Renal, Mesenteric, and Abdominal Aortic). **Circulation**, v. 113, n. 11, p. e463–e654, 21 mar. 2006.

JANUSZEK, R. *et al.* The effect of treadmill training on endothelial function and walking abilities in patients with peripheral arterial disease. **Journal of Cardiology**, v. 64, n. 2, p. 145–151, 1 ago. 2014.

JOHNSON, J. M.; KELLOGG, D. L. Local thermal control of the human cutaneous circulation. **Journal of Applied Physiology**, v. 109, n. 4, p. 1229–1238, out. 2010.

LEE, J. *et al.* Exercise Training Improves Brachial Artery Endothelial Function, but Does Not Alter Inflammatory Biomarkers in Patients with Peripheral Artery Disease: a Systematic Review and Meta-analysis. **Journal of Cardiovascular Translational Research**, p. 1–13, 23 out. 2023.

LYALL, G. K. *et al.* In-exercise vascular shear rate during acute continuous and interval exercise: Impact on endothelial function and miR-21. **Journal of Applied Physiology**, v. 127, n. 6, p. 1754–1762, 2019.

MAKDISSE, M. *et al.* Prevalência e fatores de risco associados à doença arterial periférica no projeto corações do Brasil. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 91, n. 6, dez. 2008.

MARKMAN FILHO, B. *et al.* Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial-2020 Barroso *et al.* **Arq Bras Cardiol.** v. 116, n. 3, p. 516–658, 2021.

MENÊSES, A. L. *et al.* Impact of a supervised strength training or walking training over a subsequent unsupervised therapy period on walking capacity in patients with claudication. **Journal of Vascular Nursing**, v. 29, n. 2, p. 81–86, 1 jun. 2011.

MONROE, J. C. *et al.* Acute effects of leg heat therapy on walking performance and cardiovascular and inflammatory responses to exercise in patients with peripheral artery disease. **Physiological reports**, v. 8, n. 24, 1 jan. 2021.

MONTGOMERY, P. S.; GARDNER, A. W. The Clinical Utility of a Six-Minute Walk Test in Peripheral Arterial Occlusive Disease Patients. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 46, n. 6, p. 706–711, 1 jun. 1998.

MUNGER, M. A.; HAWKINS, D. W. Atherothrombosis: epidemiology, pathophysiology, and prevention. **Journal of the American Pharmacists Association : JAPhA**, v. 44, n. 2 Suppl 1, 2004.

NEWCOMER, S. C. *et al.* Effects of posture on shear rates in human brachial and superficial femoral arteries. **American Journal of Physiology - Heart and Circulatory Physiology**, v. 294, n. 4, p. 1833–1839, abr. 2008.

OKA, R. K. *et al.* Abnormal cardiovascular response to exercise in patients with peripheral arterial disease: Implications for management. **Journal of Vascular Nursing**, v. 23, n. 4, p. 130–136, 1 dez. 2005.

PADILLA, J. *et al.* Increased muscle sympathetic nerve activity acutely alters conduit artery shear rate patterns. **American Journal of Physiology - Heart and Circulatory Physiology**, v. 298, n. 4, p. 1128–1135, abr. 2010.

PADILLA, J.; SIMMONS, G. H.; FADEL, P. J.; *et al.* Impact of aging on conduit artery retrograde and oscillatory shear at rest and during exercise: Role of nitric oxide. **Hypertension**, v. 57, n. 3, p. 484–489, mar. 2011a.

____. Impact of aging on conduit artery retrograde and oscillatory shear at rest and during exercise: Role of nitric oxide. **Hypertension**, v. 57, n. 3, p. 484–489, mar. 2011b.

PADILLA, J.; SIMMONS, G. H.; VIANNA, L. C.; *et al.* Brachial artery vasodilatation during prolonged lower limb exercise: role of shear rate. **Experimental Physiology**, v. 96, n. 10, p. 1019–1027, 1 out. 2011.

PADILLA, J.; FADEL, P. J. Prolonged sitting leg vasculopathy: Contributing factors and clinical implications. **American Journal of Physiology - Heart and Circulatory Physiology**, v. 313, n. 4, p. 722–728, 11 out. 2017.

RESTAINO, R. M. *et al.* Endothelial dysfunction following prolonged sitting is mediated by a reduction in shear stress. **American Journal of Physiology - Heart and Circulatory Physiology**, v. 310, n. 5, p. H648–H653, 1 mar. 2016.

RIO, J. P. M. DO *et al.* Cross-cultural adaptation of the painDETECT questionnaire into Brazilian Portuguese. **Brazilian Journal of Anesthesiology (English Edition)**, v. 72, n. 1, p. 44–48, 1 jan. 2022.

SCHULZ, K. F.; ALTMAN, D. G.; MOHER, D. CONSORT 2010 Statement: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. **BMJ**, v. 340, n. 7748, p. 698–702, 24 mar. 2010.

SILVA, V. S. DA; VIEIRA, M. F. S. International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) Global: international accreditation scheme of the competent anthropometrist. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v. 22, p. 1–6, 3 abr. 2020.

SIMMONS, G. H. *et al.* Increased brachial artery retrograde shear rate at exercise onset is abolished during prolonged cycling: Role of thermoregulatory vasodilation. **Journal of Applied Physiology**, v. 110, n. 2, p. 389–397, fev. 2011.

TANAKA, H. *et al.* Increase in blood flow and shear stress to nonworking limbs during incremental exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 38, n. 1, p. 81–85, jan. 2006a.

____. Increase in blood flow and shear stress to nonworking limbs during incremental exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 38, n. 1, p. 81–85, jan. 2006b.

TEW, G. *et al.* Limb-specific and cross-transfer effects of arm-crank exercise training in patients with symptomatic peripheral arterial disease. **Clinical Science**, v. 117, n. 12, p. 405–413, 1 jul. 2009.

THIJSSSEN, D. H. J. *et al.* Sympathetic vasomotor control does not explain the change in femoral artery shear rate pattern during arm-crank exercise. **American Journal of Physiology - Heart and Circulatory Physiology**, v. 296, n. 1, jan. 2009.

THOMAS, K. N. *et al.* Substantive hemodynamic and thermal strain upon completing lower-limb hot-water immersion; comparisons with treadmill running. **Temperature**, v. 3, n. 2, p. 286–297, 2 abr. 2016.

____. Lower-limb hot-water immersion acutely induces beneficial hemodynamic and cardiovascular responses in peripheral arterial disease and healthy, elderly controls. **Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol**, v. 312, p. 281–291, 2017.

TREAT-JACOBSON, D.; BRONAS, U. G.; LEON, A. S. Efficacy of arm-ergometry versus treadmill exercise training to improve walking distance in patients with claudication. <http://dx.doi.org/10.1177/1358863X08101858>, v. 14, n. 3, p. 203–213, 3 ago. 2009.

ULJASZEK, S. J. Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic. Report of a WHO Consultation. WHO Technical Report Series 894. Pp. 252. (World Health Organization, Geneva, 2000.) SFr 56.00, ISBN 92-4-120894-5, paperback. **Journal of Biosocial Science**, v. 35, n. 4, p. 624–625, out. 2003.

WALKER, R. D. *et al.* Influence of upper- and lower-limb exercise training on cardiovascular function and walking distances in patients with intermittent claudication. **Journal of Vascular Surgery**, v. 31, n. 4, p. 662–669, 1 abr. 2000.

WOLOSKER, N. *et al.* Predictive value of the ankle-brachial index in the evaluation of intermittent claudication. **Revista do Hospital das Clínicas**, v. 55, n. 2, p. 61–64, abr. 2000.

WU, S. P. *et al.* Wall shear rates differ between the normal carotid, femoral, and brachial arteries: An in vivo MRI study. **Journal of Magnetic Resonance Imaging**, v. 19, n. 2, p. 188–193, 1 fev. 2004.

ZWIERSKA, I. *et al.* Upper- vs lower-limb aerobic exercise rehabilitation in patients with symptomatic peripheral arterial disease: A randomized controlled trial. **Journal of Vascular Surgery**, v. 42, n. 6, p. 1122–1130, 1 dez. 2005.

8. ANEXOS

8.1. ANEXO 1. CONSOLIDATED STANDARDS OF REPORTING TRIALS PARA ENSAIOS CLÍNICOS

Section/Topic	Item No	Reporting Item	Page Number
Title and Abstract			
Title	#1a	Identification as a randomized trial in the title.	0
Abstract	#1b	Structured summary of trial design, methods, results, and conclusions	0
Introduction			
Background and objectives	#2a	Scientific background and explanation of rationale	7-11
Background and objectives	#2b	Specific objectives or hypothesis	12
Methods			
Trial design	#3a	Description of trial design (such as parallel, factorial) including allocation ratio.	13
Trial design	#3b	Important changes to methods after trial commencement (such as eligibility criteria), with reasons	13-14
Participants	#4a	Eligibility criteria for participants	14
Participants	#4b	Settings and locations where the data were collected	14-17
Interventions	#5	The experimental and control interventions for each group with sufficient details to allow replication, including how and when they were actually administered	17-20
Outcomes	#6a	Completely defined prespecified primary and secondary outcome measures, including how and when they were assessed	20-23
Outcomes	#6b	Any changes to trial outcomes after the trial commenced, with reasons	

Sample size	#7a	How sample size was determined.	23
Sample size	#7b	When applicable, explanation of any interim analyses and stopping guidelines	23
Randomization - Sequence generation	#8a	Method used to generate the random allocation sequence.	13
Randomization - Sequence generation	#8b	Type of randomization; details of any restriction (such as blocking and block size)	13
Randomization - Allocation concealment mechanism	#9	Mechanism used to implement the random allocation sequence (such as sequentially numbered containers), describing any steps taken to conceal the sequence until interventions were assigned	13
Randomization - Implementation	#10	Who generated the allocation sequence, who enrolled participants, and who assigned participants to interventions	
Blinding	#11a	If done, who was blinded after assignment to interventions (for example, participants, care providers, those assessing outcomes) and how.	
Blinding	#11b	If relevant, description of the similarity of interventions	
Statistical methods	#12a	Statistical methods used to compare groups for primary and secondary outcomes	23-24
Statistical methods	#12b	Methods for additional analyses, such as subgroup analyses and adjusted analyses	
Results			
Participant flow diagram (strongly recommended)	#13a	For each group, the numbers of participants who were randomly assigned, received intended treatment, and were analysed for the primary outcome	25
Participant flow	#13b	For each group, losses and exclusions after randomization, together with reason	25-26
Recruitment	#14a	Dates defining the periods of recruitment and follow-up	
Recruitment	#14b	Why the trial ended or was stopped	

Baseline data	#15	A table showing baseline demographic and clinical characteristics for each group	26-27
Numbers analysed	#16	For each group, number of participants (denominator) included in each analysis and whether the analysis was by original assigned groups	27-35
Outcomes and estimation	#17a	For each primary and secondary outcome, results for each group, and the estimated effect size and its precision (such as 95% confidence interval)	27-35
Outcomes and estimation	#17b	For binary outcomes, presentation of both absolute and relative effect sizes is recommended	
Ancillary analyses	#18	Results of any other analyses performed, including subgroup analyses and adjusted analyses, distinguishing pre-specified from exploratory	
Harms	#19	All important harms or unintended effects in each group (For specific guidance see CONSORT for harms)	
Discussion			
Limitations	#20	Trial limitations, addressing sources of potential bias, imprecision, and, if relevant, multiplicity of analyses	38-39
Generalisability	#21	Generalisability (external validity, applicability) of the trial findings	38
Interpretation	#22	Interpretation consistent with results, balancing benefits and harms, and considering other relevant evidence	36-39
Registration	#23	Registration number and name of trial registry	13
Other information			
Interpretation	#22	Interpretation consistent with results, balancing benefits and harms, and considering other relevant evidence	
Registration	#23	Registration number and name of trial registry	
Protocol	#24	Where the full trial protocol can be accessed, if available	
Funding	#25	Sources of funding and other support (such as supply of drugs), role of funders	5

8.2. ANEXO 2: FICHA DE AVALIAÇÃO DA DOR NEUROPÁTICA

PainDETECT (Versão brasileira)

Como você avaliaria sua dor agora, neste momento? () 0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8 () 9 () 10		Por favor, indique a principal área da sua dor
Qual foi a intensidade da dor mais forte que você sentiu nas últimas 4 semanas? () 0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8 () 9 () 10		
Qual foi a intensidade média da sua dor durante as últimas 4 semanas? () 0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8 () 9 () 10		
Marque a imagem que melhor representa a evolução da sua dor		
	Dor constante com pequenas flutuações () Sim () Não	
	Dor constante com crises de dor aguda () Sim () Não	
	Crises de dor aguda sem dor nos intervalos () Sim () Não	Sua dor se espalha para outras regiões do seu corpo? () Sim () Não Se sim, indique para onde sua dor se espalha
	Crises de dor aguda com dor nos intervalos () Sim () Não	

Você sofre de uma sensação de queimação (ex. ardência) nas áreas marcadas? () Nunca () Insignificante () Pouco () Moderada () Forte () Muito forte
Você tem uma sensação de formigamento ou picada na área da sua dor (como formigas andando ou choque elétricos)? () Nunca () Insignificante () Pouco () Moderada () Forte () Muito forte
O toque suave (ex. roupa, cobertor etc.) é doloroso nessa área? () Nunca () Insignificante () Pouco () Moderada () Forte () Muito forte
Você tem crises repentinas de dor nessa área, como choques elétricos? () Nunca () Insignificante () Pouco () Moderada () Forte () Muito forte
O frio ou calor (água de banho) nessa região é eventualmente doloroso? () Nunca () Insignificante () Pouco () Moderada () Forte () Muito forte
Você sofre de uma sensação de dormência nas áreas que você marcou? () Nunca () Insignificante () Pouco () Moderada () Forte () Muito forte
Uma leve pressão nessa área (como um dedo, por exemplo), causa dor? () Nunca () Insignificante () Pouco () Moderada () Forte () Muito forte

Nunca () X 0 = ()	Insignificante () X 1 = ()	Pouco () X 2 = ()	Moderado () X 3 = ()	Forte () X 4 = ()	Muito forte () X 5 = ()
------------------------	---------------------------------	------------------------	---------------------------	------------------------	------------------------------

Pontuação total= de 35 no máximo

Nome do avaliador(a)

9. APÊNDICES

9.1. APÊNDICE 1: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Página 1 de 5

TCLE - Termo de Consentimento para Participação em Pesquisa Clínica

Nome do participante:		
Endereço:		Cidade:
CEP:	Telefone para contato:	Email:

1. Título do Trabalho Experimental: Estresse de cisalhamento nas artérias dos membros inferiores durante o exercício em ergômetro de braços em pacientes com doença arterial periférica.

2. Objetivo: Avaliar como que o sangue flui na artéria da perna enquanto se faz exercícios usando uma bicicleta de braços (ergômetro de braços), em participantes que têm doença arterial periférica.

3. Justificativa: Pessoas com a doença arterial periférica sentem dificuldade ao realizar caminhada, pois a perna começa a doer enquanto caminham. Apesar disso, o tratamento para essa doença envolve fazer exercícios de caminhada trazendo muitos benefícios para a saúde. Mas, infelizmente, por conta da dor sentida na perna, muitos não conseguem realizar a caminhada. Uma alternativa seria fazer exercícios usando um ergômetro de braços (uma espécie de bicicleta em que se utilizam os braços). Esse tipo de exercício pode aumentar sua circulação nas pernas, podendo trazer benefícios para a dor que você sente enquanto caminha. Neste estudo, iremos comparar o fluxo de sangue na artéria da perna durante o exercício com braços. Ainda iremos analisar também o fluxo sanguíneo da perna quando o pé é colocado em água morna. Compreender como o exercício e a água morna afetam o fluxo sanguíneo nas pernas pode nos ajudar a melhorar o tratamento para sua doença.

4. Procedimentos da Fase Experimental: Você está sendo convidado a fazer parte de um projeto de pesquisa. Um dos responsáveis lhe explicará detalhadamente todos os procedimentos que serão realizados logo no primeiro contato.

Se você está sendo convidado a participar deste projeto significa que você já passou por uma avaliação médica e que está apto a realização de exercícios físicos. Sendo assim, estamos te convidando a ir ao laboratório da Universidade Nove de Julho - Unidade Vergueiro em três visitas em diferentes. A primeira visita terá duração aproximada de três horas e as duas outras visitas terão duração aproximada de 2 horas. Na primeira visita serão realizadas avaliações para compreender melhor a sua saúde, conforme descrito abaixo e depois disso você realizará uma das intervenções propostas. Por isso essa visita será mais longa. As avaliações realizadas inicialmente serão:

- A. Vamos medir a pressão arterial nas pernas e nos braços para ver como está a circulação do sangue nas suas pernas. A partir desses dados, saberemos a gravidade da sua doença.
- B. Vamos perguntar sobre a sua dor para entender melhor. Usaremos um questionário com 12 perguntas para saber que tipo de dor você sente. Algumas perguntas são sobre a intensidade da sua dor em uma escala de 0 a 10. Outras perguntas vão pedir para escolher padrões de dor que mais parecem com o que você sente. Vamos fazer perguntas sobre a sensação de queimação, formigamento, entre outras. A pontuação total vai mostrar se a sua dor é provavelmente de um tipo especial ou não.
- C. Faremos um teste de caminhada para ver como o quanto você consegue caminhar em seis minutos em um corredor plano de 30 metros, indo e voltando várias vezes. Não se preocupe, você poderá parar

para descansar quantas vezes for necessário. Enquanto isso estaremos monitorando sua dor, os batimentos do seu coração e se você está gostando ou não desse exercício.

- D.** Iremos fazer algumas perguntas pessoais, como idade, sexo, quais doenças você tem ou já teve e os remédios você toma. Isso vai nos ajudar a entender melhor a sua situação.

Após essas avaliações será realizada a intervenção que será parecida nas três visitas, mudando apenas o tipo de intervenção que será realizado (exercício, permanecer sentado ou aquecimento do pé na água), conforme será explicado a seguir. Um dia antes de cada sessão, entraremos em contato para fornecer orientações antecipadas sobre três aspectos importantes, sendo eles:

- **Vestimenta:** Recomendamos que use roupas apropriadas para a atividade física, evitando o uso de calças ou saias durante as sessões. Procure levar uma bermuda ou shorts no dia da sessão. Caso venha vestido(a) inadequadamente, providenciaremos um roupão para ser usado por cima das roupas íntimas.
- **Padrão de sono:** É importante manter uma rotina de sono regular para garantir que esteja descansado(a) antes das sessões.
- **Bebidas que contenham cafeína ou bebidas alcoólicas:** Solicitaremos que evite o consumo de bebidas com cafeína ou álcool nas 24 horas que antecedem as avaliações.

Essas medidas visam garantir que você esteja nas melhores condições possíveis para participar das sessões. Em todas as visitas, quando você chegar ao laboratório, faremos algumas medições e avaliações:

- Você será questionado sobre sua ingestão alimentar no dia da visita. Pediremos que você repita a mesma alimentação antes das próximas duas visitas.
- Será colocada uma cinta no seu peito para medir os batimentos do coração.
- Um aparelho de medida de pressão arterial será colocado no seu braço. Serão feitas algumas medidas antes da intervenção.

Após essa fase inicial será sorteada qual intervenção você irá realizar nesse dia. As intervenções que serão:

A. Exercício usando bicicleta de braços: você realizará 60 minutos de exercícios usando a bicicleta de braço. Serão 15 séries (ciclos) de 2 minutos com intensidade ajustada para que você se sinta ligeiramente cansado durante o exercício. Isso significa que você vai começar a realizar o exercício e o profissional de Educação Física, experiente e capaz de prescrever exercícios para você, vai ajustar a intensidade para que você se exercite na intensidade ligeiramente cansativa. Haverá intervalos para descanso de 2 minutos entre cada série você será estimulado(a) a completar um total de 30 minutos de exercício o que corresponde a 60 minutos de procedimento.

B. Sessão com imersão do pé em água morna: Nesta sessão não haverá exercício. você será estimulado(a) a manter o pé imerso em uma bacia em água aquecida em 42 graus celsius (temperatura suportável que equivale a um banho quente e sem possibilidades de queimadura) por 2 minutos. Após isso haverá intervalos de 2 minutos sem a imersão, você irá realizar esse procedimento 15 vezes. Totalizando 60 minutos de procedimento.

C. Ficar em repouso sentado: Nesta sessão não haverá exercício, você vai ficar sentado em uma cadeira durante 60 minutos

Durante o período que você estiver realizando esses procedimentos vamos medir:

- Os batimentos do seu coração com uma cinta na altura do seu peito;
- O fluxo sanguíneo da sua perna. Para esta medida, será colocado um aparelho ultrassom na sua coxa que irá monitorar o fluxo de sangue ao longo dos procedimentos.

5. Desconforto ou Riscos Esperados:

Todos os exames desta pesquisa são seguros e bem tolerados. As coletas serão realizadas por pesquisadores da área da saúde, experientes e capacitados para cada medida. Entretanto, alguns desconfortos podem ocorrer. De maneira geral, pode-se esperar:

- Na sessão de exercício com a bicicleta de braço poderá haver cansaço e dor durante o exercício.
- Possibilidade de desconforto devido a temperatura da água e sensação de calor no pé.
- Possibilidade de desconforto devido a ficar sentado.
- Na medida da pressão arterial a braçadeira (manguito do aparelho que mede pressão) poderá apertar um pouco, no entanto essa medida não será diferente das que você mede normalmente quando vai a algum consultório.

6. Medidas protetivas aos riscos:

- Todas as medidas serão realizadas em uma sala reservada.
- Em qualquer momento da visita, inclusive durante o exercício, você poderá pedir para parar ou descansar que nós interromperemos o processo.
- A temperatura da água será mantida constantemente a 42 graus Celsius através de um uma bacia que mantém a água aquecida. É importante mencionar que essa temperatura pode causar desconforto e sensação de calor, mas não apresenta risco de queimaduras. Caso sinta que a água está muito quente e não consiga continuar, não hesite em informar-nos, e interromperemos a sessão imediatamente. A bacia que será usada em nosso estudo é comercializada por uma empresa conhecida de eletrodomésticos e garante que a temperatura máxima da água é de 50 graus Celsius (temperatura em que não ocorre queimaduras com água em dois minutos de imersão). Além disso, a regulação da temperatura da água na bacia será realizada apenas durante os momentos em que seus pés não estiverem imersos, garantindo sua segurança e conforto.

Por serem profissionais da saúde, em caso de eventuais intercorrências que vierem a surgir no momento das coletas, os pesquisadores tomarão as medidas necessárias para auxiliá-lo na sua estabilização. Se necessário, em caso de urgências, o pesquisador ativará o pronto atendimento para te encaminhar.

7. Benefícios da Pesquisa: Ao participar dessa pesquisa você não terá benefícios diretos, no entanto receberá um relatório de uma avaliação de vários parâmetros da sua saúde cardiovascular.

8. Métodos Alternativos Existentes: Não se aplica.

9. Retirada do Consentimento: Você pode retirar seu consentimento e desistir de participar da pesquisa a qualquer momento, sem qualquer prejuízo à continuidade de seu tratamento na sua instituição de costume;

10. Garantia do Sigilo: As informações obtidas nesta pesquisa serão analisadas em conjunto com as de outros participantes de pesquisa, não sendo divulgado sua identificação em nenhum momento. Você poderá, quando quiser, ter acesso às informações constantes nesta declaração ou a qualquer outra informação que deseje sobre este estudo, incluindo os resultados de seus exames. Os dados coletados serão utilizados exclusivamente para os fins desta pesquisa.

11. Formas de Ressarcimento das Despesas decorrentes da Participação na Pesquisa: Não há nenhum tipo de custos para você relacionado aos exames, consultas deste projeto. A equipe dessa pesquisa garante o

ressarcimento de possíveis despesas pessoais, como transporte e lanche, seu e de seu acompanhante, decorrentes da participação nesse estudo. Também não há compensação financeira relacionada à sua participação, ou seja, você não irá receber uma verba para participar do estudo. Se existir qualquer despesa adicional relacionada aos procedimentos experimentais, ela será absorvida pelo orçamento da pesquisa.

12. Local da Pesquisa: A pesquisa será desenvolvida na Universidade Nove de Julho – Unidade Vergueiro. Rua. Vergueiro nº 235/249 – 1º subsolo – Liberdade – São Paulo – SP CEP. 01504-001.

13. Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) é um colegiado interdisciplinar e independente, que deve existir nas instituições que realizam pesquisas envolvendo seres humanos no Brasil, criado para defender os interesses dos participantes de pesquisas em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento das pesquisas dentro dos padrões éticos (Normas e Diretrizes Regulamentadoras da Pesquisa envolvendo Seres Humanos – Res. CNS nº 466/12 e Res. CNS 510/2016). O Comitê de Ética é responsável pela avaliação e acompanhamento dos protocolos de pesquisa no que corresponde aos aspectos éticos.

Endereço do Comitê de Ética da Uninove:

Rua. Vergueiro nº 235/249 – 12º andar – Liberdade – São Paulo – SP CEP. 01504-001

Fone: 3385-9010 | comitedeetica@uninove.br

Horários de atendimento do Comitê de Ética:

Segunda-feira a sexta-feira – Das 11h30 às 13h00 e Das 15h30 às 19h00

14. Nome Completo e telefones dos Pesquisadores (Orientadores e Aluno) para Contato:

Você poderá entrar em contato por whatsapp ou ligações, inclusive a cobrar. Prof. Dr. Raphael Mendes Ritti Dias (19) 99940-6878; Profa. Dra. Marília de Almeida Correia (11) 999711669; Max Duarte (11) 970726996.

15. Eventuais intercorrências que vierem a surgir no decorrer da pesquisa poderão ser discutidas pelos meios próprios.

São Paulo, _____ de _____ de _____

16. Consentimento Pós-Informação:

Eu, _____, após leitura e compreensão deste termo de informação e consentimento, entendo que minha participação é voluntária, e que posso sair a qualquer momento do estudo, sem prejuízo algum. Confirmo que recebi uma via deste termo de consentimento, e autorizo a realização do trabalho de pesquisa e a divulgação dos dados obtidos somente neste estudo no meio científico.

Assinatura do Participante

(Todas as folhas devem ser rubricadas pelo pesquisador e pelo participante da pesquisa)

17. Eu, _____ (pesquisador responsável por esse estudo), certifico que:

A) Esta pesquisa só terá início após a aprovação do(s) referido(s) Comitê(s) de Ética em Pesquisa o qual o projeto foi submetido.

B) Considerando que a ética em pesquisa implica o respeito pela dignidade humana e a proteção devida aos participantes das pesquisas científicas envolvendo seres humanos;

C) Este estudo tem mérito científico e a equipe de profissionais devidamente citados neste termo é treinada, capacitada e competente para executar os procedimentos descritos neste termo;

Assinatura do Pesquisador Responsável

9.2. APÊNDICE 2: FICHA DE ANAMNESE



FICHA COI FTA

FR HEATING

DADOS PESSOAIS

ID	SEXO (☐) Feminino (☐) Masculino	DATA DE NASC.(dd/mm/aa)	IDADE (anos)	ESCOLARIDADE (☐) Analfabeto(a) (☐) Fundamental incompleto (☐) Fundamental completo (☐) Médio incompleto (☐) Médio completo (☐) Superior incompleto (☐) Superior completo
ESTADO CIVIL (☐) Solteiro(a) (☐) Casado(a) (☐) Separado(a) (☐) Divorciado(a) (☐) Viúvo(a)				
PESO (Kg)	ESTATURA (cm)	IMC	TRABALHA? (☐) Sim (☐) Não	
OFÍCIO		CEP		
ENDEREÇO			BAIRRO	
TELEFONE FIXO		CELULAR		E-MAIL

HISTÓRICO DE COMORBIDADES, PROCEDIMENTOS CIRURGICOS E SEVERIDADE DA DAP

HIPERTENSÃO () Sim () Não		DIABETES () Sim () Não		DISLIPIDEMIA () Sim () Não		TABAGISTA () Sim () Não		EX-TABAGISTA () Sim () Não		TEMP. FUMANTE	
OBESIDADE () Sim () Não		DAC () Sim () Não		AVE () Sim () Não		IRC () Sim () Não		CÂNCER () Sim () Não		DPOC () Sim () Não	
ANGIOPLASTIA () Sim () Não			STENT () Sim () Não		ENDARTERECTOMIA () Sim () Não			BYPASS () Sim () Não		REVASCULARIZAÇÃO () Sim () Não	
Direita	Braquial	Tibial	Pediosa	ITB direita		Esquerda	Braquial	Tibial	Pediosa	ITB esq.	

Legenda: TEMP= tempo em anos; DAC= Doença arterial coronariana; AVE= Acidente vascular encefálico; IRC= Insuficiência renal crônica; DPOC= Doença pulmonar obstrutiva crônica; ITB= Índice tornozelo braço; Esq=Esquerda.

TESTE DE CAMINHADA DE 6 MINUTOS

Distância										Horário exercício		
30	60	90	120	150	Pausas	1°	2°	3°	4°	5°	Horário repouso	
180	210	240	270	300	Tempo						Distância de claudicação	
330	360	390	420	450	Distância						Tempo de claudicação	
480	510	540	570	600							Distância total de marcha	

MEDICAMENTOS

[illegible]

Legenda: 1=Bloqueador canal de cálcio; 2=Bloqueador de receptor da angiotensina 2; 3=Diurético; 4=iECA; 5=Vasodilatador; 6=Classes Alfa-bloqueador; 7=Betabloqueador; 8=Antiagregante plaquetários; 9=Estatina; 10=Anti-hipoglicemiantes; 11=Anti-histamínico; 12=Antiandrogênico; 13=Antidepressivo; 14=Antiespasmódico; 15=Antiemético; 16=Antigotoso; 17=Antirreumático; 18=Broncodilatador; 19=Coricoide; 20=Fitoterápico; 21=Hipoglicemiantes; 22=Hormônios; 23=Imunossupressor; 24=Insulina; 25=Nicotina; 26=Relaxante muscular; 27=Analgésicos; 28=Outros

9.3. APÊNDICE 3: FICHA DE INTERVENÇÃO



FICHA DE INTERVENÇÃO

EB HEATING

ID	TIPO DE INTERVENÇÃO () ERGOMETRO () IMERSÃO () CONTROLE		DATA	HORA
INGERIU A REFEIÇÃO PADRÃO? () Sim () Não		TOMOU OS MEDICAMENTOS? () Sim () Não	INGERIU BEBIDAS ALCOOLICAS NAS ÚLTIMAS 24H? () Sim () Não	REALIZOU EXERCÍCIO FÍSICO NAS ÚLTIMAS 24H? () Sim () Não

MEDIDAS BASAIS | Hora do início: _____

PA SISTÓLICA	1°	2°	3°	4°	5°	6°
PA DIASTÓLICA	1°	2°	3°	4°	5°	6°
FREQUÊNCIA CARDÍACA	1°	2°	3°	4°	5°	6°

MEDIDAS DURANTE A INTERVENÇÃO | Hora do início: _____

SÉRIE	PA SISTÓLICA	PA DIASTÓLICA	FREQUÊNCIA CARDÍACA	ESFORÇO BORG	TEMPO EXERCÍCIO	DISTANCIA COUNT	TEMPERATURA /RPM	TEMPO RECUP.
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								