UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
PROGRAMA ASSOCIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA UPE/UFPB

TESE DE DOUTORADO

EFICÁCIA DA CAMINHADA ECOLÓGICA COM RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO NAS ADAPTAÇÕES FUNCIONAIS DE INDIVÍDUOS IDOSOS

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO

SAÚDE, DESEMPENHO E MOVIMENTO HUMANO

LINHA DE PESQUISA DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO

CINEANTROPOMETRIA E DESEMPENHO HUMANO

JOÃO PESSOA

2025

PEDRO HENRIQUE MARQUES DE LUCENA

EFICÁCIA DA CAMINHADA ECOLÓGICA COM RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO NAS ADAPTAÇÕES FUNCIONAIS DE INDIVÍDUOS IDOSOS

Tese de Doutorado apresentado à banca examinadora, referente a Defesa de Tese do Programa Associado de Pós- Graduação em Educação Física UPE/UFPB, como requisito para obtenção do título de Doutor em Educação Física.

Orientador(a): Profª. Dra. Maria do Socorro Cirilo de Sousa

Área de concentração: Saúde, Desempenho e Movimento Humano

Linha de pesquisa: Exercício Físico, Esporte e Desempenho

JOÃO PESSOA – PB

2025

Catalogação na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

L935e Lucena, Pedro Henrique Marques de.
Eficácia da caminhada ecológica com restrição de fluxo sanguíneo nas adaptações funcionais de indivíduos idosos / Pedro Henrique Marques de Lucena. - João Pessoa, 2025.
138 f. : il.

Orientação: Maria do Socorro Cirilo de Sousa.
Tese (Doutorado) - UFPB/CCS.

1. Treinamento aeróbico. 2. Restrição de fluxo sanguíneo. 3. Capacidade Funcional. 4. Idoso. I. Sousa, Maria do Socorro Cirilo de. II. Título.

UFPB/BC CDU 796.015.572(043)

Elaborado por RUSTON SAMMEVILLE ALEXANDRE MARQUES DA SILVA - CRB-15/0386

UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
PROGRAMA ASSOCIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA UPE-UFPB
CURSO DE DOUTORADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

A Tese **Eficácia da caminhada ecológica com restrição de fluxo sanguíneo nas adaptações funcionais de indivíduos idosos.**

Elaborada por Pedro Henrique Marques de Lucena

Foi julgada pelos membros da Comissão Examinadora e aprovada para obtenção do título de DOUTOR EM EDUCAÇÃO FÍSICA na Área de Concentração: SAÚDE, DESEMPENHO E MOVIMENTO HUMANO.

João Pessoa, 30 de maio de 2025.

BANCA EXAMINADORA:

Profª. Drª. Maria do Socorro Cirilo de Sousa
(UFPB) - Presidente da Sessão

Prof. Dr. Eric de Lucena Barbosa
(UNIPÊ) - Membro Externo

Prof. Dr. Ademilson Targino de Araújo Júnior
(IFPB) – Membro Externo

Prof. Dr. Thiago Siqueira Paiva de Souza
(UFPB) – Membro Externo

Prof. Dr. Jefferson da Silva Novaes
(UFRJ) – Membro Externo

DEDICATÓRIA

Dedico esta obra a Deus pai todo poderoso, que me sustentou em todos os momentos desta jornada;

Aos meus amados pais, Edward e Ana Paula, pelo empenho incansável ao longo da vida para me proporcionar bons estudos, e, acima de tudo, a temência a Deus;

Aos meus irmãos, Paulo e Raphael “in memoriam”, por cada palavra de incentivo, por todo amor e carinho e por sempre acreditar que seria possível;

À minha esposa, Caroline Lucena, meu galardão nesta terra; sem o seu amor, parceria e apoio constantes, esta conquista não seria possível. AMO VOCÊ “HTEW”!;

Às minhas pequenas filhas, Lis Lucena e Íris Lucena, vocês são minha força de vontade, a minha maior e mais perfeita obra. O papai ama muito vocês.

Eu amo todos vocês!

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), cuja concessão de verbas à universidade pública foi imprescindível para a viabilização desta pesquisa;

À minha estimada instituição, Universidade Federal da Paraíba – UFPB, e à Universidade de Pernambucom – UPE, em especial à então reitora da UFPB, Prof.ªTerezinha Domiciano. Agradeço também à chefe do Departamento de Educação Física, Profª. Drª. Maria Dilma Simões Brasileiro e aos coordenadores do Programa Associado de Pós-Graduação em Educação Física UPE/UFPB, Prof.ª Dr.Amilton da Cruz Santos e Prof. Dr.Ytalo Mota Soares;

A todos os professores do PAPGEF/UPE-UFPB, cujos ensinamentos, diretos ou indiretos, foram fundamentais ao longo desses quase cinco anos de jornada acadêmica;

Aos dedicados secretários da pós-graduação, Ricardo Melo e Herson Meireles — verdadeiros anjos da guarda, sempre dispostos a ajudar;

À minha orientadora, Prof.ª Drª. Maria do Socorro Cirilo de Sousa, pela orientação e amizade ao longo dos últimos treze anos. Mais do que conhecimento, compartilhou comigo valores que levarei para a vida. Muito obrigado por acreditar no meu potencial, pelo respeito mútuo e pela amizade construída ao longo do tempo;

Aos professores membros da banca, Prof. Dr. Eric Barbosa de Lucena, Dr. Thiago Siqueira Paiva de Souza, Dr. Adenilson Targino de Araújo Júnior, Dr. Jefferson da Silva Novaes, Dr. Ramon Cunha Montenegro e Dr. Gilmário Ricarte Batista, pela disponibilidade desde a qualificação, pelas leituras atentas e pelas sugestões que enriqueceram significativamente esta tese;

Um agradecimento especial ao Prof. Adenilson Targino de Araújo Júnior, cuja contribuição nas análises estatísticas foi essencial para a solidez metodológica deste trabalho;

Ao Prof. Dr. Jefferson Novaes, por seu apoio incondicional, carinho e amizade. Sua presença foi constante e acolhedora — não houve uma semana sequer em que não me ligasse ou enviasse uma mensagem encorajadora.

Ao Centro Universitário de João Pessoa (UNIPÊ), pela cessão de recursos materiais indispensáveis à realização da pesquisa. Registro minha gratidão aos professores que marcaram minha trajetória: Prof.ª Drª. Silvana Nóbrega Gomes, Prof. Dr. Erick Lucena, Prof. Dr. Ramon Montenegro, Prof. Dr. Joaquim, Prof.ª Drª. Lígia, Prof. Me. Clizaldo Maroja, Prof.ª Drª. Jennifer Suassuna, Prof. Eugra Souto e Prof. Douglas Cavalcante; Aos alunos que participaram voluntariamente da pesquisa, em especial Ícaro, Vanúbio, Alberto, Eduardo, Sabrina, Ian, Douglas, Ruan, Luan e Daianny e todos os outros que também puderam constribuir de maneira direta ou indireta durante

o período de construção da tese — a presença de vocês tornou essa jornada mais leve.

Aos voluntários do projeto “Caminhada 60+”, sentirei saudades das conversas, das risadas e da companhia de cada um;

Aos colegas do Laboratório de Cineantropometria e Desempenho Humano (LABOCINE) e aos discentes do PAPGEF/UPE-UFPB, que foram essenciais para minha formação acadêmica, em especial: Renato Paz, Natália Paz, Pedro Dantas, Clizaldo Maroja, Wesley Ramalho, Arthur Maroja, Pedro Luz, Alisson Alves, e Camila Pontes;

Aos meus irmãos em Cristo e ao nosso pequeno grupo, em especial ao Pastor Humberto e à Carla, e ao grupo de evangelismo “Boca na Rua”, com carinho especial ao irmão Hércules,Victor, Débora, Vitor e Karina;

Aos amigos de longa data, especialmente os do grupo do DOTA, que, mesmo à distância, sempre souberam aliviar os momentos de tensão com leveza e amizade: Mac, Slot, Mitref, Cadinho, Coreli, Vitão, Kkz, Mizama, Greibaz, Ganzo, André, Ivan e The Monster;

Aos amigos e alunos que, com compreensão, conselhos e afeto, contribuíram para minha caminhada acadêmica, principalmente Luís Amaral Márcia Amaral, a Dra. Camila e família, ao Dr. João Victor e família pelos cuidados e carinho.

À minha família, fonte de amor, força e equilíbrio, agradeço profundamente por todo o apoio ao longo desta jornada. Em especial, aos meus pais Edward e Ana Paula, à minha sogra Marília e à tia Marise, à minha esposa Caroline, às minhas filhas Íris e Lís, aos meus irmãos Paulo e Raphael “in memoriam”, aos meus cunhados e cunhadas Flávia, Pedro, Tânia, Cristina e Miguel, e aos meus sobrinhos Sophia Lucena, Nathan Lucena, Pedro Miguel, João Filipe, Sophia e Luandinha, Luzia e por fim Simone minha “fada madrinha” . A presença e o carinho de cada um foram fundamentais para que este trabalho se concretizasse.

E a todos aqueles que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho;

A TODOS VOCÊS, MEU MUITO OBRIGADO!

EPÍGRAFE

"A sabedoria se acha entre os idosos, e a vida longa traz entendimento." (Jó 12:12)

RESUMO

A busca por estratégias eficientes e acessíveis para promover adaptações funcionais em idosos é cada vez mais relevante diante do envelhecimento populacional. O exercício de caminhada já é amplamente aceito e utilizado por esse público devido à sua simplicidade de execução e eficiência, reconhecidos, e, quando associado à técnica da restrição de fluxo sanguíneo (RFS), essa prática pode potencializar adaptações funcionais com menor sobrecarga articular, tornando-se uma alternativa promissora para pessoas nessa idade. **Objetivo**: analisar a eficácia da caminhada ecológica com restrição de fluxo sanguíneo nas adaptações funcionais de indivíduos idosos. **Métodos**: população foi de idosos e amostra de N=36 pessoas ≥ 60 anos, ambos sexos, fisicamente ativos, randomizados pelo aplicativo *randomizer*®, em quatro grupos: G1= caminhada com restrição de fluxo sanguíneo CAM+RFS (PRA= 50%), G2= caminhada SHAM (PRA=0%),G3= caminhada sem restrição de fluxo sanguíneo CAM, G4= CON sem exercício. Foram realizadas 18 sessões experimentais, com duração média de 36 minutos, divididas em: aquecimento, 10 minutos, caminhada, 21 minutos e volta à calma, 5 minutos. As variáveis de força dinâmica, isométrica e de resistência foram medidas pelos testes de 10RM, dinamômetro isométrico e teste de sentar e levantar da cadeira. Enquanto as variáveis de flexibilidade, agilidade/equilíbrio dinâmico e capacidade cardiopulmonar foram mensuradas pelos testes de banco de Wells, TUG test e o teste de caminhada de 1 milha, respectivamente. Na variável de Biodiversidade foi aplicado um questionário de biodiversidade percebida. As análises foram realizadas no software JAMOVI (v2.2.5), com ANOVA para comparações entre grupos e teste t pareado para comparações intragrupos. Adotou−se $p \leq 0,05$, com cálculo de tamanho de efeito (η^2), d de Cohen e variação percentual (Δ%). **Resultados:** As análises intragrupo pré vs pós, indicou que o grupo CAM+RFS apresentou as melhorias na força dinâmica (10RM: $p = 0,026$; $\Delta\% = 17,7$; $d = 0,69$), força isométrica (dinamometria: $p = 0,041$; $\Delta\% = 30,7$; $d = 0,41$), resistência de membros inferiores (sentar e levantar: $p = 0,003$; $\Delta\% = 18,6$; $d = 0,72$), e flexibilidade ($p = 0,042$; $\Delta\% = 12,88$; $d = 0,32$), VO_2máx ($\Delta\% = 11,03$; $d = 0,39$), agilidade (TUG: $p = 0,335$; $\Delta\% = -4,74$; $d = -0,40$) e percepção de biodiversidade, com destaque para pássaros ($\Delta\% = 155,32$; $d = 0,90$) e árvores ($\Delta\% = 75,08$; $d = 0,88$), embora sem significância estatística na maioria dessas variáveis. **Conclusão**: a caminhada ecológica com restrição de fluxo sanguíneo, controlada em 50%, demonstrou ser uma estratégia promissora para promover adaptações funcionais em idosos, considerando a prática prazerosa do exercício físico, valorizando o contato com o ambiente e demandando mínimas alterações nos hábitos cotidianos. Essa combinação torna a técnica da RFS funcional e acessível para obter melhores desempenhos de componentes físicos, saúde e funcionalidade na população idosa.

Palavras-chave: Treinamento aeróbico; Restrição de fluxo sanguíneo; Capacidade Funcional; Idoso;

ABSTRACT
The search for efficient and accessible strategies to promote functional adaptations in older adults is increasingly relevant in the context of population aging. Walking exercise is already widely accepted and used by this population due to its ease of execution and recognized efficiency, and when combined with the blood flow restriction (BFR) technique, this practice may enhance functional adaptations with lower joint overload, becoming a promising alternative for people at this age. **Objective**: To analyze the effectiveness of ecological walking with blood flow restriction on the functional adaptations of older adults. **Methods**: The population consisted of older adults, with a sample of N = 36 individuals aged ≥ 60 years, of both sexes, physically active, randomized through the Randomizer® app into four groups: G1 = walking with blood flow restriction (CAM+BFR) at 50% pressure, G2 = SHAM walking (0% pressure), G3 = walking without blood flow restriction (CAM), and G4 = CON (no exercise). A total of 18 experimental sessions were conducted, with an average duration of 36 minutes, divided into warm-up (10 minutes), walking (21 minutes), and cool-down (5 minutes). Dynamic strength, isometric strength, and muscular endurance were assessed through the 10RM test, isometric dynamometry, and the sit-to-stand test, respectively. Flexibility, agility/dynamic balance, and cardiopulmonary capacity were measured by the Wells bench test, TUG test, and the 1-mile walk test, respectively. Biodiversity perception was evaluated using a perceived biodiversity questionnaire. **Analyses** were conducted using JAMOVI software (v2.2.5), with ANOVA for between-group comparisons and paired t-tests for within-group comparisons. A significance level of $p \leq 0.05$ was adopted, along with calculations of effect size (η^2), Cohen's d, and percentage variation (Δ%). **Results**: The intragroup pre vs. post analyses indicated that the CAM+BFR group showed improvements in dynamic strength (10RM: $p = 0.026$; Δ% = 17.7; $d = 0.69$), isometric strength (dynamometry: $p = 0.041$; Δ% = 30.7; $d = 0.41$), lower limb endurance (sit-to-stand: $p = 0.003$; Δ% = 18.6; $d = 0.72$), flexibility ($p = 0.042$; Δ% = 12.88; $d = 0.32$), VO_2max (Δ% = 11.03; $d = 0.39$), agility (TUG: $p = 0.335$; Δ% = −4.74; $d = -0.40$), and biodiversity perception, especially for birds (Δ% = 155.32; $d = 0.90$) and trees (Δ% = 75.08; $d = 0.88$), although most of these variables did not reach statistical significance. **Conclusion**: Ecological walking with 50% controlled blood flow restriction proved to be a promising strategy to promote functional adaptations in older adults, considering the pleasurable nature of the exercise, the appreciation of environmental contact, and the minimal disruption to daily habits. This combination makes the BFR technique functional and accessible to achieve better performance in physical components, health, and functionality in the elderly population.

Keywords: Aerobic training; Blood flow restriction; Functional capacity; Older adults.

RESUMEN

La búsqueda de estrategias eficientes y accesibles para promover adaptaciones funcionales en personas mayores es cada vez más relevante frente al envejecimiento poblacional. El ejercicio de caminar ya es ampliamente aceptado y utilizado por este grupo debido a su simplicidad de ejecución y eficacia reconocida, y, cuando se asocia con la técnica de restricción del flujo sanguíneo (RFS), esta práctica puede potenciar las adaptaciones funcionales con menor sobrecarga articular, convirtiéndose en una alternativa prometedora para personas de esta edad. **Objetivo**: Analizar la eficacia de la caminata ecológica con restricción del flujo sanguíneo en las adaptaciones funcionales de personas mayores. **Métodos**: La población estuvo compuesta por personas mayores, con una muestra de N = 36 individuos ≥ 60 años, de ambos sexos, físicamente activos, aleatorizados mediante la aplicación Randomizer® en cuatro grupos: G1 = caminata con restricción de flujo sanguíneo (CAM+RFS) al 50% de presión, G2 = caminata SHAM (0%), G3 = caminata sin restricción de flujo sanguíneo (CAM), G4 = CON sin ejercicio. Se realizaron 18 sesiones experimentales con una duración promedio de 36 minutos, divididas en: calentamiento (10 minutos), caminata (21 minutos) y vuelta a la calma (5 minutos). La fuerza dinámica, isométrica y la resistencia muscular fueron evaluadas mediante las pruebas de 10RM, dinamometría isométrica y el test de sentarse y levantarse de la silla. Las variables de flexibilidad, agilidad/equilibrio dinámico y capacidad cardiopulmonar se midieron mediante el test del banco de Wells, el test TUG y el test de caminata de 1 milla, respectivamente. La biodiversidad se evaluó mediante un cuestionario de biodiversidad percibida. Los análisis se realizaron con el software JAMOVI (v2.2.5), utilizando ANOVA para comparaciones entre grupos y prueba t pareada para comparaciones intragrupo. Se adoptó un valor de significación de $p \leq 0,05$, con cálculos de tamaño del efecto (η^2), d de Cohen y variación porcentual (Δ%).**Resultados**: Los análisis intragrupo pre y post indicaron que el grupo CAM+RFS presentó mejoras en la fuerza dinámica (10RM: $p = 0,026$; Δ% = 17,7; $d = 0,69$), fuerza isométrica (dinamometría: $p = 0,041$; Δ% = 30,7; $d = 0,41$), resistencia de miembros inferiores (sentarse y levantarse: $p = 0,003$; Δ% = 18,6; $d = 0,72$), flexibilidad ($p = 0,042$; Δ% = 12,88; $d = 0,32$), VO_2máx (Δ% = 11,03; $d = 0,39$), agilidad (TUG: $p = 0,335$; Δ% = −4,74; $d = -0,40$) y percepción de biodiversidad, con énfasis en aves (Δ% = 155,32; $d = 0,90$) y árboles (Δ% = 75,08; $d = 0,88$), aunque sin significación estadística en la mayoría de estas variables. **Conclusión**: La caminata ecológica con restricción de flujo sanguíneo controlada al 50% demostró ser una estrategia prometedora para promover adaptaciones funcionales en personas mayores, considerando la naturaleza placentera del ejercicio, la valorización del contacto con el entorno y la mínima alteración de los hábitos cotidianos. Esta combinación hace que la técnica de RFS sea funcional y accesible para obtener mejores resultados en componentes físicos, salud y funcionalidad en la población anciana.

Palabras clave: Entrenamiento aeróbico; Restricción del flujo sanguíneo; Capacidad funcional; Adulto mayor.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACSM – Colégio Americano de Medicina do Esporte

AFAN – Atividades Físicas de Aventura na Natureza

CF – Capacidade funcional

CCR – Capacidade cardiorrespiratória

CNS – Conselho Nacional de Saúde

CAAE – Certificado de Apresentação para Apreciação Ética

CAM – Caminhada

CON - Controle

CX – Dobra cutânea coxa

DCV – Doença cardiovascular

DAOMI – Doenças obstrutivas de membros inferiores

EA – Exercício aeróbico

FCR – Frequência cardíaca de reserva

FC – Frequência cardíaca

FM – Força máxima

GH – Hormônio do crescimento

GHRH – Hormônio de liberação do hormônio do crescimento

HIIT – Treino aeróbico de alta intensidade

HSP – Proteínas de choque térmico

H+ – Íons de hidrogênio

ITB – Índice tornozelo braquial

IGF-1 – Fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1

IMC – Índice de massa corporal

LAF – Laboratório de Avaliação Física

LABOCINE – Laboratório de Cineantropometria e Desempenho Humano

LM – Largura do manguito

MC – Massa corporal

MCM – Massa corporal magra

MCG – Massa corporal gorda

METS – Estimativa do equivalente metabólico

MMII – Membros inferiores

NO – Óxido nítrico

OMS – Organização Mundial da Saúde

PA – Pressão arterial

PAS – Pressão arterial sistólica

PAD – Pressão arterial diastólica

PRA – Pressão de restrição arterial

PUI – Pulso de insonação

PAR-Q – Questionário de Prontidão para Atividade Física

PSE – Percepção subjetiva de esforço

QCST – Versão modificada do *Quee's College Step*

QAFH – Questionário de atividades físicas habituais

RFS – Restrição de fluxo sanguíneo

SRFS – Exercício sem restrição de fluxo sanguíneo

SL – Sentar e levantar

SHAM – Grupo experimental caminhada com restrição a 0%

TF – Treinamento de força

TC6 – Teste de caminhada de 6 minutos

TUG – *Timed Up and Go*

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UNIPÊ – Centro Universitário de João Pessoa

UFPB – Universidade Federal da Paraíba

VO2max – Consumo máximo de oxigênio

VO2 – Consumo de oxigênio

VO^2pico – Pico de consumo de oxigênio

10RM – 10 repetições máximas

%G – Percentual de gordura corporal

∆% – Variação

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mecanismos fisiológicos da RFS..... 26
Figura 2 – Avaliação morfológica no INBODY 720®..... 37
Figura 3 – Determinação do pulso de insonação e da pressão de restrição do fluxo sanguíneo..... 38
Figura 4 – Índice tornozelo braquial – ITB..... 39
Figura 5 – Teste de caminhada 1 milha..... 41
Figura 6 – Timed Up and Go Test..... 42
Figura 7 – Teste de Flexibilidade (banco de Wells)..... 43
Figura 8 – Teste de Sentar e Levantar..... 44
Figura 9 – Teste de repetições máximas (10RM)..... 45
Figura 10 – Dinamômetro e teste de força para membros inferiores..... 46
Figura 11 – Fluxograma do processo de elegibilidade, recrutamento, alocação, acompanhamento e análises do estudo..... 48
Figura 12 – Fluxograma da pesquisa..... 48

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Recomendações baseadas em Evidências..... 23
Quadro 2 – Modelo de prescrição de EA+RFS..... 28
Quadro 3 – Desenho do estudo..... 36
Quadro 4 – Sessão experimental..... 50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estudo de caminhada com a técnica da RFS na capacidade aeróbio, na força e funcional de idosos..... 30
Tabela 2 – Valores de média e desvio padrão das variáveis descritivas: idade, estatura, massa corporal, %gordura, pressão de restrição arterial média, índice tornozelo braquial médio, circunferência de coxa média e capacidade cardiopulmonar..... 53
Tabela 3 – Valores de médio, desvio-padrão, significância, variância, tamanho de efeito e magnitude das variáveis de força muscular na comparação intra-grupo, (N=36)..... 56
Tabela 4 – Valores médios, desvio-padrão, significância, variância, tamanho de efeito e magnitude das variáveis de capacidade cardio pulmonar, agilidade e flexibilidade intra-grupo..... 58
Tabela 5 – Valores médios, desvio-padrão, significância, variância, tamanho de efeito e magnitude das variáveis de biodiversidade percebida intra-grupo (pré e pós)..... 60

SUMÁRIO

1	**INTRODUÇÃO**	14
1.1	Questão problema	18
1.2	Hipóteses	18
1.3	Objetivos	18
2	**REVISÃO DE LITERATURA**	20
2.1	Envelhecimento, declínio das capacidades funcionais e o exercício físico	20
2.2	O treinamento aeróbico: efetividade nos componentes físicos	22
2.3	Aplicabilidade prática da técnica da RFS associado aos exercícios aeróbicos: mecanismo fisiológico, instrumentação e segurança	24
2.4	Recomendações para prescrição do treinamento aeróbico com RFS	28
2.5	Efeito da caminhada com restrição de fluxo sanguíneo na capacidade aeróbia, força e funcional de idosos	29
2.6	Exercício físico e os aspectos ecológicos da prática	32
3	**MATERIAIS E MÉTODOS**	35
3.1	Características do estudo	35
3.2	Procedimentos éticos	35
3.3	População, amostra, seleção e desenho do estudo	35
3.4	Critérios de inclusão	36
3.5	Critérios de exclusão	36
3.6	Variáveis selecionadas, instrumentos e protocolos para coleta de dados	37
3.6.1	Variáveis antropométricas	37
3.6.2	Determinação do pulso de insonação	37
3.6.3	Determinação da pressão de restrição arterial (PRA)	38
3.6.4	Medida do índice tornozelo-braquial (ITB)	39
3.6.5	Aptidão funcional	40
3.6.6	Teste de 1 milha	40
3.6.7	Timed Up and Go – TUG Test	41
3.6.8	Flexibilidade (Banco de Wells)	42
3.6.9	Força Muscular Dinâmica, Isométrica, de Resistência	43
3.6.10	Teste de sentar e levantar	43

3.6.11 Teste de força muscular..... 44
3.6.12 Protocolo para avaliação da força muscular – dinamometria..... 45
3.6.13 Escala de OMNI-RES..... 47
3.6.14 Escala de biodiversidade percebida..... 47
3.7 Procedimentos para coleta dos dados..... 47
3.8 Fluxograma da coleta de dados..... 49
3.9 Programa de treinamento..... 49
3.10 Análise estatística..... 52
4 RESULTADOS..... 52
5 DISCUSSÃO..... 61
6 CONCLUSÃO..... 68
7 LIMITAÇÕES DO ESTUDO..... 69
8 SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS..... 69
REFERÊNCIAS..... 70
ANEXOS..... 75
A – Protocolo dos Testes de Aptidão Física Funcional da Bateria de Testes de Rikli & Jones (1999) (Adaptado)..... 76
B – QAFH – Questionário de Atividade Física Habitual..... 80
C – Escala de OMINI DE IPE..... 82
D – Escala de Biodiversidade Percebida..... 83
E – Brazilian Multidimensional Functional Assessmentquestionnaire – BOMFAQ..... 84
F – FOLHA DE ROSTO..... 85
G – Artigo I..... 86
H – Artigo II..... 87
APÊNDICE..... 88
A – Termo de Compromisso de Utilização de Dados (TCUD)..... 89
B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)..... 90
C – Termo de Anuência..... 95

1 INTRODUÇÃO

A diminuição da taxa de mortalidade e de fecundidade, aliada ao aumento da expectativa média de vida das pessoas, tem alavancado o envelhecimento populacional, refletindo-se em escala global. No Brasil, a pirâmide etária populacional vem sofrendo mudanças ao longo dos anos. Onde existia, na década de 1980, uma pirâmide com sua base mais ampla representada por jovens, atualmente, existe um país caracterizado como adulto, com projeção de se tornar idoso em 2050 (IBGE, 2018).

Segundo o relatório mundial de envelhecimento e saúde da Organização Mundial de Saúde – OMS (2015), as populações são caracterizadas não apenas pela idade cronológica, mas pela idade biológica. Alguns idosos (>60 anos) apresentam capacidade física e mental comparáveis aos níveis de jovens (>20 anos). Todavia, grande parte dos idosos apresentam declínios significativos, seja das capacidades cognitivas, afetivas e/ou físicas. Esta queda gradual do desempenho funcional dos idosos pode ser retardada por meio do treinamento físico, com estímulos de sobrecargas moderadas a vigorosas. Isso contribui para uma melhora significativa da qualidade de vida da população idosa, permitindo uma execução mais eficiente de suas atividades cotidianas e funcionais relacionadas à movimentação. (Cirilo-Sousa, 2008).

A diminuição da autonomia funcional da população idosa, em parte, é representada pelo declínio dos componentes físicos, a exemplo da força muscular e suas variações (resistência muscular), do equilíbrio, da velocidade, da capacidade cardiorrespiratória, da flexibilidade articular, ritmo, coordenação motora, agilidade e também da composição corporal, que influenciam o desempenho humano e são alvos de diversos estudos no campo da educação física, com destaque para a área da cineantropometria e suas dimensões morfológicas, metabólicas e neuromusculares (Gomes, 2009; ACSM, 2018; Sousa; Reis, 2011).

Ademais, as relações entre o desempenho humano e a prática de exercícios físicos têm sido amplamente exploradas na literatura científica, (Borges, 2020; Silva; Costa, 2019). A prática regular de atividades físicas não apenas contribui para a melhoria dos níveis físicos, mentais e psicológicos dos indivíduos, mas também exerce um papel fundamental durante o processo de

envelhecimento (Sousa *et al.,* 2018). De acordo com diversas teorias do envelhecimento, é possível investigar como os exercícios físicos podem atuar positivamente na saúde e no bem-estar nas diferentes fases da vida (Costa *et. al.*, 2023). Contudo, apesar dos benefícios evidentes, a adesão aos programas de exercícios físicos por idosos enfrenta uma série de desafios, incluindo elevados níveis de carga física e aspectos neuropsicológicos e cardiovasculares (Rodrigues *et al.,* 2017).

Nesse sentido, é importante ressaltar que a melhoria do desempenho f[isico, dependem não somente da quantidade e da qualidade dos músculos envolvidos, mas também da capacidade do sistema nervoso de ativá-los de maneira apropriada. Sendo assim, torna-se imprescindível um tipo de treinamento que seja eficaz para causar mudanças adaptativas no sistema nervoso, permitindo uma maior ativação dos músculos motores primários em movimentos específicos, além de coordenar um melhor recrutamento das unidades motoras, gerando maior torque resultante e aumentando, consequentemente, os níveis de força da pessoa idosa (Fleck; Kraemer, 2017; Sale, 1988).

Para promover ganhos de força e hipertrofia, a recomendação do Colégio Americano de Medicina Esportiva (ACSM) é de realizar exercícios de força com intensidades superiores ou iguais a 65% de uma repetição máxima (1RM) ou exercícios aeróbicos (EA) de alta intensidade, como o HIIT, Fartlek e a Pliometria (Heyward, 2013; ACSM, 2018). No entanto, esses tipos de treinamentos, para grande parte da população idosa, podem ser inadequadas devido à utilização de cargas elevadas. Além disso, os treinamentos de alta intensidade podem representar uma maior exposição ao risco de lesão e quedas (Araújo *et al.,* 2015).

Nesse contexto, o treinamento físico (anaeróbio e aeróbio) com baixas cargas associado à técnica da restrição do fluxo sanguíneo (RFS), tem demonstrado ser um recurso para ganhos de força e hipertrofia em populações que apresentam limitações quanto ao uso de cargas mais elevadas (Abe *et al.,* 2009; Loenneke *et al.,* 2011; Pope *et al.,* 2013). O método da restrição do fluxo sanguíneo (RFS) vem sendo bastante utilizado para maximizar diversos componentes físicos sistemas orgânicos. Revendo a literatura pertinente, observam-se diferentes variações de aplicação do método que combina

diferentes tipos de exercícios físicos com a RFS. Sua aplicação consiste no uso de torniquetes ou faixas elásticas, fixados na região proximal do esqueleto apendicular, promovendo uma compressão superficial do tecido conjuntivo do segmento e controlada por percentuais obtidos, individualmente, pelo pulso de insonação, medido direto ou por níveis de pressão arterial, em equação de predição. esse processo provoca a redução do fluxo sanguíneo periférico (Cirilo-sousa; Rodrigues Neto, 2018), por um período e logo que essa compressão e retirada, ocorre a reperfusão do sangue, aumentado o fluxo.

Esse tipo de treinamento promove, por meio da hiperemia, um maior estresse metabólico e induz a fadiga precoce das fibras do tipo i e uma antecipação da ativação das fibras musculares de tipo ii - ordem do recrutamento e princípio do tamanho - (Fleck; Kraemer, 2017), além de ter demonstrado aumento nos níveis de influxo de água na célula muscular, o que pode provocar um estímulo capaz de melhorar a sinalização do mTOR, resultando em ganhos de força, hipertrofia e capacidade funcional (Loenneke *et al.,* 2012; Nyakayiru *et al.,* 2019; Patterson *et al.,* 2019).

A técnica de restrição do fluxo sanguíneo (RFS) pode ser aplicada tanto em exercícios de força quanto em exercícios aeróbicos. No caso da caminhada associada à RFS, utiliza-se uma intensidade, equivalente a 30–50% do VO_2máx (CAM+RFS). O método tem se mostrado seguro, não invasivo e eficaz para promover ganhos de força e hipertrofia (Barroso; Carvalho, 2019; Gil *et al.,* 2017; Neto *et al.,* 2017; Ohta *et al.,* 2003), incluindo sua aplicação em idosos (Abe; Kearns; Sato, 2006). Além disso, a prática da caminhada associada à RFS pode resultar em benefícios adicionais, como melhorias na resistência cardiorrespiratória, autonomia funcional e adaptação metabólica. Intervenções baseadas na RFS podem minimizar os riscos associados a treinos de alta intensidade e melhorar marcadores cognitivos e a saúde mental, promovendo bem-estar integral em idosos (Abe *et al.,* 2010; Clarkson *et al.,* 2017; Araújo *et al.,* 2021).

Ao integrar a restrição de fluxo sanguíneo (RFS) à caminhada em ambientes naturais, amplia-se o potencial do exercício físico ao combinar estímulos fisiológicos com benefícios psicológicos oriundos da exposição ao meio. O termo “ecológico” não se limita à presença de natureza, mas refere-se à qualidade da interação entre o corpo em movimento e os elementos que

compõem o ambiente. Práticas corporais ecológicas são caracterizadas por movimentos mediados por estímulos que se assemelham às ações motoras do cotidiano, como irregularidades do terreno, variações climáticas, texturas, sons e cheiros naturais, conferindo realismo, variabilidade e funcionalidade à experiência motora. Nessa perspectiva, o ambiente deixa de ser um cenário passivo e passa a atuar como componente ativo do processo adaptativo, modulando respostas fisiológicas, perceptivas, cognitivas e afetivas. A caminhada ecológica com RFS, portanto, representa uma estratégia integradora e potencializadora dos efeitos do exercício físico (Pretty *et al.,* 2005; Siqueira Paiva *et al.,* 2023).

A combinação de estímulos ambientais e fisiológicos pode aumentar a eficácia do treinamento, facilitando o engajamento dos praticantes e ampliando a adesão à prática. Além disso, ambientes externos, podem reduzir o estresse, otimizar as funções cognitivas e contribuir para uma abordagem sustentável e abrangente. A inclusão de idosos em atividades físicas que integram RFS e a prática em ambientes externos pode atender tanto às necessidades funcionais quanto às emocionais, promovendo um envelhecimento ativo e saudável (McDonnell; Strayer, 2024).

Embora a literatura já tenha bem estabelecido os benefícios do treinamento de força associado à técnica da restrição de fluxo sanguíneo (RFS), com revisões destacando ganhos em força muscular e hipertrofia em populações especiais (Patterson *et al.,* 2019; Baker *et al.,* 2020), os estudos envolvendo exercícios aeróbicos com RFS frequentemente utilizam ergômetros, do tipo esteiras, bicicletas, steps, entre outros, para a realização dos protocolos (Silva *et al.,* 2024), em situações laboratoriais e programadas, que, quase sempre, se distanciam das respostas físicas mais próximas do desempenho analisado (Sato *et al.,* 2005; Yasuda *et al.,* 2008; Silva *et al.,* 2018; Zeng *et al.,* 2021).

Nessa perspectiva, busca-se, além de preencher uma lacuna do conhecimento, contribuir para a aplicabilidade do método de forma mais ampla, ecológica, respeitando o hábito comum do público de idosos, incorporada ao cotidiano e ocorrem em um ambiente ao ar livre, externo, em uma "esteira de beira", termo esse que se refere as margens de ruas ou espaços urbanos, com um cenário mais próximo da realidade vivida por esses indivíduos. Essa proposta alia os benefícios do treinamento aeróbio com RFS às condições ecológicas de

prática física, ampliando o acesso e a aplicabilidade do método.

Diante do exposto, essa pesquisa busca expandir o conhecimento sobre a utilização do treinamento aeróbico com RFS em condições externas, fora do padrão das academias ou lugares *in door*, reforçando sua eficácia para melhorar as capacidades funcionais, metabólicas e cardiorrespiratórias, ao mesmo tempo, em que oferece uma abordagem prática para idosos, podendo ser ampliada para outras faixas etárias.

1.1 Questão problema

Portanto, surge a necessidade de se realizar um estudo que possa ajudar a responder a seguinte questão problema: será que o exercício de caminhada ecológica associado à técnica da restrição de fluxo sanguíneo é eficaz para promover adaptações funcionais e na sesopercepção ecológica em idosos.

1.2 Hipóteses

O trabalho apresenta as seguintes hipóteses, conforme a probabilidade de 5%:

H0: o treinamento aeróbio de caminhada ecológica com restrição de fluxo sanguíneo NÃO induz alterações crônicas nas adaptações funcionais e na sensopercepção ecológica de idosos.

HE: o treinamento aeróbio de caminhada ecológica com restrição de fluxo sanguíneo induz alterações crônicas nas adaptações funcionais de idosos.

1.3 Objetivos

Geral

Analisar a eficácia da caminhada ecológica com restrição de fluxo sanguíneo nas adaptações funcionais e na sensopercepção ecológica de idosos.

Específicos

OS OBJETIVOS, CONFORME OS ARTIGOS

Verificar e comparar inter e intra grupos o efeito crônico do treinamento de caminhada ecológica com restrição de fluxo sanguíneo nos diferentes tipos de força muscular, nas adaptações funcionais e na sensopercepção ecológica.

ARTIGO 1: PUBLICADO – ANEXO G

Efeito Crônico do treinamento de caminhada ecológica com restrição de fluxo sanguíneo nos diferentes tipos de força muscular em idosos.

ARTIGO 2: PUBLICADO – ANEXO H

Eficácia da caminhada ecológica com restrição de fluxo sanguíneo nas adaptações funcionais de indivíduos idosos

ARTIGO 3: EM CONSTRUÇÃO

Efeito crônico da caminhada ecológica com restrição de fluxo sanguíneo condicionante na sensopercepção ecológica de indivíduos idosos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Envelhecimento, declínio das capacidades funcionais e o exercício físico

Este tópico abordará os impactos do envelhecimento nas capacidades funcionais e formas de minimizar os efeitos negativos.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) supõe que, até 2025, a população mundial com 60 anos ou mais terá atingido o quantitativo de 1,2 bilhões de pessoas. Além disso, prevê-se que, em 2050, essa população poderá chegar a 2 bilhões de idosos. Assim, estudiosos da área da saúde em todo o mundo vem se debruçando em pesquisas voltadas para o homem e seu processo de envelhecimento. O envelhecimento é uma condição que afeta não apenas a aparência física, mas também as capacidades funcionais (CF). Nesta última fase da vida, é muito comum observar uma diminuição das capacidades cognitivas, afetivas, sensoriais e físicas. Trata-se de um processo heterogêneo, individual e irreversível, determinado por diversos fatores, como predisposição genética, hábitos e estilo de vida, estado de saúde e condições ambientais (Feitosa *et al.,* 2014; Gobbi *et al.,* 2005; Oliveira *et al.,* 2016).

O envelhecimento é marcado por diversas alterações fisiológicas, dentre elas o declínio da função cardiopulmonar e das capacidades físicas (força, flexibilidade, agilidade, coordenação, equilíbrio e velocidade). Esse declínio gradual compromete a capacidade funcional do idoso, sua autonomia, a realização das atividades diárias e a manutenção de um estilo de vida saudável. A capacidade funcional (CF) refere-se ao modo como um indivíduo vive em condições de independência e autonomia e se relaciona com o seu meio (Nogueira *et al.,* 2010; Leite *et al.,* 2020). A diminuição dessas capacidades provoca substanciais perdas cognitivas e uma redução na capacidade física. Tal fato está associado a um maior risco de quedas, um dos principais fatores de mortalidade e/ou complicações (dependência) na saúde dos idosos nos anos subsequentes (Carneiro *et al.,* 2016)

O ACSM adverte que são consideradas idosas pessoas com 60 anos ou mais e que o declínio da força muscular começa a acontecer progressivamente nessa fase. Os baixos índices de força estão relacionados ao envelhecimento, o que produz consequências significativas sobre a

capacidade funcional (ACSM, 2018). Vários fatores contribuem para a diminuição das CF, alguns deles vinculados à idade, outros como resultado de doenças crônicas, incapacidades mentais ou físicas. Contudo, nem todas as pessoas envelhecem da mesma maneira, podendo haver variações nas perdas funcionais entre indivíduos ao longo do tempo e entre aqueles da mesma idade, porém existe uma associação entre a idade avançada e a diminuição da capacidade física e funcional dos idosos (Ferreira *et al.*. 2012).

Diante de tantas evidências e estudos científicos realizados com idosos, os profissionais da saúde começaram a se conscientizar da importância de orientar seus pacientes sobre a prática de novos hábitos saudáveis e alternativos para minimizar os efeitos deletérios relacionados ao envelhecimento. Inúmeros estudiosos relatam que a falta de atividades físicas compromete o desempenho motor das atividades diárias, prejudicando tarefas simples como subir escadas, carregar sacolas, pegar um neto no colo e caminhar. A prática de atividade física para idosos é uma intervenção não medicamentosa que, além de propiciar melhorias nas CF, pode evitar desequilíbrios, quedas e situações que levam à incapacidade física e à depressão (Mazini Filho *et al.,* 2010).

A prática regular de atividade física (exercícios aeróbicos e de força) permite um envelhecimento mais saudável e fornece inúmeras respostas favoráveis para combater a fraqueza muscular, a sarcopenia e a fragilidade física (Resente-Neto; Gricoletto, 2019; Marzetti *et al.,* 2017). Os exercícios aeróbicos e de força são intervenções recomendadas por agências internacionais de saúde que podem prevenir ou reduzir declínios funcionais associados ao envelhecimento. O treinamento aeróbico melhora a função cardiovascular do idoso (VO_2máx, débito cardíaco e diferença arteriovenosa de O_2), além de incrementar o desempenho submáximo (ACSM, 2018).

O treinamento de força ajuda a aumentar a massa magra e a força muscular, ambas com declínio associado ao envelhecimento. Outros benefícios incluem o ganho de saúde óssea, redução do risco de osteoporose, melhora da estabilidade postural (diminuindo quedas, lesões e fraturas), além de benefícios psicológicos, como preservação da função cognitiva, alívio dos sintomas de depressão e ansiedade, e melhora do conceito de controle pessoal e autoeficácia (ACSM, 2018).

O aumento da expectativa de vida do idoso está relacionado à melhoria dos déficits físicos, cognitivos, afetivos, incapacidades e declínio funcional. Esses déficits podem ser evitados ou reduzidos com a prática regular de atividade física. Por fim, os exercícios aeróbicos e de força são responsáveis por reduções nos fatores de risco associados a doenças crônicas, como doenças cardíacas, diabetes e hipertensão, entre outras. Essas práticas melhoram a saúde geral do idoso e contribuem para a adoção de um estilo de vida mais autônomo e saudável (ACSM, 2018; Gricoletto *et al.,* 2018).

2.2 O treinamento aeróbico: efetividade nos componentes físicos

Para a maioria dos programas de treinamento aeróbico, a intensidade do exercício é a base para a prescrição. Para se estabelecer a intensidade do treinamento deve-se avaliar a capacidade cardiorrespiratória do indivíduo. Tradicionalmente, a intensidade do exercício é expressa como valor de VO_2 máximo (potência máxima), VO_2 pico (pico do consumo de oxigênio) ou FCR (Frequência Cardíaca de Reserva). Um programa de treinamento aeróbico deveter duração de 150 a 300 minutos semanais, podendo acontecer de 3 a 5 vezes semanais, variando conforme o grau de intensidade do exercício, os objetivos, eos níveis de aptidão física e saúde do indivíduo (ACSM, 2010).

O treinamento aeróbico produz um maior efeito durante as primeiras semanas de treinamento. Para melhoras continuadas faz-se necessário um ajuste na intensidade do exercício, levando-se em consideração a idade, o estado de saúde e nível de aptidão física atual. Em populações aparentemente saudáveis, a taxa de melhora varia de 5 a 20% do Vo²máx (Heyward, 2013; Pollock, M. L.; Jackson, 1977). Uma sessão de treinamento aeróbico deve incluir 3 fases, a saber: aquecimento, fase específica e volta a calma. O aquecimento tem com objetivo de aumento do fluxo sanguíneo para os músculos cardíacos e esqueléticos, aumento da temperatura, possibilitando a diminuição da ocorrência de lesões e anormalidades do ritmo cardíaco. tendo duração de 5 a 10 min com baixa intensidade (< 3 METS). A fase específica deverá respeitar os objetivos e a prescrição do treinamento específico, tendo duração de 20 a 60 min. A volta à calma tem com objetivo de reduzir o risco de complicações cardiovasculares devido à diminuição abrupta do exercício (ACSM *et al.,* 2018).

Nesse sentido, as orientações de prescrição do treinamento aeróbico são demonstradas na Quadro 1, a seguir.

Quadro 1: **Recomendações baseadas em Evidências**

Exercício Cardiorrespiratório ("aeróbio")	
Frequência	≥5 dias/sem de exercício moderado, ou ≥3 dias/sem de exercício vigoroso, ou uma combinação de exercício vigoroso e moderado por ≥3–5 dias/sem, é a recomendação
Intensidade	É recomendado uma intensidade moderada e/ou vigorosa para maioria dos adultos.
Duração	30–60 min/dia (150 min/sem) de exercícios moderados, ou 20–60 min/dia (75 min/sem) de exercícios vigorosos, ou a combinação de exercícios moderados e vigorosos é a recomendação diária para a maioria dos indivíduos adultos. <20 min/dia (<150 min/sem) de exercícios por apresentar benefícios, especialmente em pessoas previamente sedentárias.
Tipo	São recomendados exercícios regulares que envolvem grandes grupos musculares e que, por natureza, são contínuos e rítmicos.
Volume	Um volume alvo ≥500–1000 MET·min/sem é recomendado. Aumento na contagem de passos em pedômetro de ≥2000 passos por dia, para alcançar uma contagem ≥7000 passos por dia. Exercitar-se abaixo destes volumes ainda pode ser benéficial para pessoas incapazes ou desmotivadas a alcançar esta quantidade de exercícios.
Padrão	O exercício pode ser praticado em uma sessão (de forma contínua) diária ou em múltiplas sessões de mais de 10 min para aumentar a duração e volume alvo de exercício diário. Exercícios de curta duração (menos de 10 min), podem provocar adaptações favoráveis em indivíduos descondicionados. Treino intervalado pode ser efetivo em adultos.
Progressão	Uma gradual progressão do volume de exercícios pelo ajuste de duração, frequência, e/ou intensidade é razoável até o objetivo do exercício (manutenção do treino) for alcançado. Esta abordagem pode melhorar a aderência e redução de riscos de lesões musculoesqueléticas e eventos de DCV.

Fonte (ACSM, 2021).

2.3 Aplicabilidade prática da técnica da RFS associado aos exercícios aeróbicos: mecanismo fisiológico, instrumentação e segurança

Este tópico da revisão de literatura abordará as considerações metodológicas e as evidências científicas a respeito da aplicação do método, dos aspectos de seguranças, da determinação da pressão de restrição arterial (PRA) e do pulso de insonação (PUI), do tempo total de restrição do fluxo sanguíneo e das recomendações para prescrição do treinamento aeróbico com RFS. A técnica da RFS utilizando baixas cargas foi desenvolvida inicialmente com o objetivo de melhoria da capacidade de força muscular. Este método de TF+RFS com baixa carga surgiu como forma alternativa ao TF com altas cargas que tinha como objetivo o aumento do desempenho. Entretanto, com o passar dos anos, surgiram vários estudos que demonstraram a eficácia da utilização do método de RFS associado ao exercício aeróbico (EA). Ou seja, executar exercícios como a caminhada, a corrida, o ciclismo (indoor ou outdoor) e a natação, utilizando baixas cargas - entre 40% e 50% do VO^2máx. - (Fujita *et al.,* 2007; Wilson; Wilson, 2010; Loenneke *et al.,* 2012; Pearson; Hussain, 2015; Takarada; Sato; Ishii, 2002).

Uma revisão sistemática, conduzida por Hunter Bennett; Flynn Slattery (2019), analisou o efeito do EA com RFS na capacidade física. Os autores constataram que a utilização do método pode promover melhorias na capacidade física em várias populações, mesmo utilizando baixas cargas de treinamento. Apesar de não existir um consenso na literatura quanto ao valor ideal da compressão externa no membro durante o EA-RFS, foi verificado que em adultos jovens a pressão de restrição arterial deveria ser aplicada com valores acima de 130 mmHg. Por outro lado, em idosos, estas medidas fisiológicas parecem não ser afetadas e podem ser explicadas pelas adaptações predominantemente periféricas na referida população. Assim, parece existir uma grande aplicação prática deste método para populações que não conseguem executar o EA de alta intensidade, a exemplo da população idosa. O EA+RFS apresenta benefícios e resultados semelhantes ao treinamento aeróbico de alta intensidade, porém, com menor risco de quedas e impactos nas articulações devido à alta intensidade nos treinamentos tradicionais (Centner *et al.,* 2018a). Para tanto, deve-se obedecer às diversas recomendações quanto à aplicação e aspectos de segurança do método.

Mecanismo

O treinamento com restrição de fluxo sanguíneo (RFS) tem se destacado na literatura por induzir adaptações fisiológicas marcantes, promovendo incrementos significativos e rápidos na força, hipertrofia e resistência muscular. Essas respostas são atribuídas a uma interação complexa de mecanismos adaptativos que envolvem diferentes sistemas e processos biológicos. Um dos fatores determinantes é a ativação preferencial de fibras musculares de contração rápida, um efeito resultante da redução do suprimento de oxigênio devido à compressão aplicada pelos manguitos. Essa condição de hipóxia cria um ambiente ideal para a otimização do recrutamento muscular (Loenneke *et al.,* 2012; Patterson *et al.,* 2019).

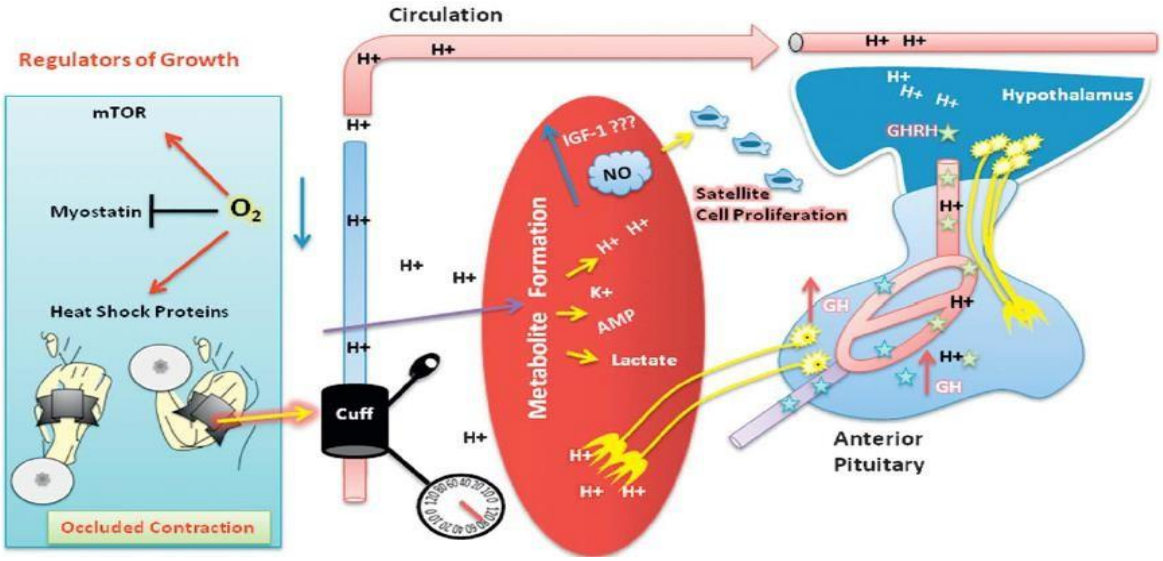
Simultaneamente, ocorre um acúmulo de íons de hidrogênio (H+), intensificando a acidose metabólica no músculo em atividade. Esse estado ácido ativa receptores sensíveis ao metabolismo, conhecidos como metaborreceptores, que contribuem para uma resposta hormonal amplificada. Entre os hormônios regulados nesse processo, destacam-se o hormônio do crescimento (GH) e o fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1 (IGF-1), ambos cruciais para o estímulo da síntese proteica. A ativação da via intracelular mTOR, associada a esses fatores, também desempenha um papel relevante na promoção do crescimento muscular, ao mesmo tempo, em que há uma inibição na expressão de miostatina, um regulador negativo do ganho de massa muscular (Loennke *et. al.,* 2012).

Além desses efeitos, a pressão exercida pelo manguito pode causar alterações estruturais no sarcolema, resultando em melhorias na sinalização intracelular que favorecem o anabolismo muscular. Outro componente importante desse processo é a alteração metabólica no sistema glicolítico, desencadeada pela limitação do fluxo de oxigênio para o tecido muscular. Essa condição estimula a geração de espécies reativas de oxigênio (EROs), que desempenham funções importantes na regulação do crescimento tecidual (Hughes; Patterson, 2020; Slysz; Stultz; Burr, 2016).

Por fim, ao término da restrição, a liberação do fluxo sanguíneo gera um fenômeno conhecido como hiperemia reativa. Esse aumento abrupto no suprimento sanguíneo provoca o inchaço das fibras musculares e a distensão de estruturas do citoesqueleto. Esse ambiente mecânico favorece a ativação de

células satélites miogênicas, que se fundem às fibras musculares existentes, promovendo o crescimento e a maturação do tecido muscular. Essas múltiplas vias de adaptação destacam o potencial do treinamento com RFS para otimizar o desempenho físico e funcional (Loenneke; Wilson; Wilson, 2010; Pope; Willardson; Schoenfeld, 2013; Slysz; Stultz; Burr, 2016).

Figura 1 - Mecanismos fisiológicos da RFS



Legenda: HSP = proteínas de choque térmico; GH = hormônio do crescimento; NO = óxido nítrico; IGF-1 = fator de crescimento semelhante à insulina; GHRH = hormônio de liberação do hormônio do crescimento; ↓ = redução; ↑ = estimulação; ⊢ = inibição.
Fonte: Loenneke; Wilson; Wilson (2010)

Instrumentação

Em relação a quantidade de pressão necessária para interromper o fluxo sanguíneo (ou seja, pulso de insonação) está relacionada a uma variedade de fatores tais como o tamanho do torniquete, o tamanho do membro (circunferência) e a pressão arterial do indivíduo (Loenneke *et al.,* 2012b; Jessee *et al.,* 2016; Cirilo-sousa *et al.,* 2018). Diversos protocolos de compressão são utilizados, porém, as larguras dos dispositivos usados (3 a18 cm) para restringir o fluxo sanguíneo carecem de uma padronização, resultando em diferentes níveis de pressões num mesmo membro (Rossow *et al.,* 2012; Loenneke *et al.*, 2011).

Quanto mais largos os torniquetes (13,5 cm), menorespressões são necessárias para ocorrer a diminuição do fluxo sanguíneo. Todavia, os torniquetes menores (5cm) necessitam de maiores valores pressóricos, devido

à reduzida área de superfície na qual a pressão é aplicada. (Crenshaw *et al.,* 1988; Loenneke *et al.,* 2012b; Jessee *et al.,* 2016). Para garantir um estímulo equivalente na aplicação do método, alguns pesquisadores sugeriram que a pressão de restrição arterial durante o exercício (PRA) poderia ser ajustada individualmente à pressão de oclusão arterial (Page *et al.,* 2017). Isso pode ser feito com o auxílio de um doppler vascular por meio da verificação do pulso de insonação (100% PUI), inflando o manguito até o ponto em que o fluxo sanguíneo seja interrompido e a partir deste valor será usado uma porcentagem de 40–80% dos 100% do PUI, para prescrever o treinamento (Laurentino *et al.*, 2012).

Em relação ao tempo restrito, quando aplicado a técnica sem exercício (PCI) o tempo com a compressão poderá ser entre 10 a 20 minutos com ciclos breves e alternados de isquemia e reperfusão. Durante o exercício treinamento de força, recomenda-se evitar passar mais que 5 minutos continuamente, liberando o fluxo sanguíneo a cada exercício. Enquanto que no exercício aeróbico, a recomendação é que não ultrapasse os 20 minutos de maneira contínua (Cirilo-sousa; Rodrigues Neto, 2018).

Segurança na aplicação do método

Nakajima *et al.* (2006) realizaram o primeiro grande estudo com o objetivo de verificar a segurança e eficácia da RFS. Nesta época, existia uma grande cautela, por parte dos pesquisadores, quanto ao uso da RFS. Havia uma preocupação quanto à utilização e compressão dos vasos sanguíneos e sua relação com um possível desenvolvimento de trombos e/ou indução à oclusão microvascular, com aumentos na atividade metabólica e possíveis danos nas células musculares e/ou necrose. Entretanto, foi observado que os efeitos no aumento da FC, PAS e PAD, são semelhantes e em alguns casos até menores do que os exercícios de alta carga realizados sem a RFS. Ainda, a proteína C reativa, que está ligada à formação de coágulos, se mostrou estável durante a aplicação do método, indicando não haver aumento do estresse oxidativo (Loenneke *et al.,* 2014). O método da RFS é considerado um método seguro para ser utilizado com atletas, indivíduos saudáveis, idosos e demais condições (Centner *et al.,* 2018; Jeffries *et al.,* 2018; Loenneke *et al.,* 2012; Patterson *et al.,* 2019).

Em geral, os efeitos do treinamento com RFS afetam principalmente o sistema cardiovascular, especificamente na diminuição do retorno venoso e da circulação periférica. Isto somado a sobrecarga cardíaca resulta em uma diminuição do débito cardíaco, o que pode causar tonturas e aumentar o risco de desmaios. Estes sintomas são relatados com frequência pelos voluntários nos estudos. As principais causas são a quantidade de restrição aplicada, o protocolo utilizado (contínuo ou intermitente), o material, as dimensões do manguito e o tempo total de restrição, sendo necessário controlá-las de modo a garantir a eficácia e a segurança da aplicação do método (Cirilo-sousa; Rodrigues Neto, 2018; Silva *et al.*, 2018).

2.4 Recomendações para prescrição do treinamento aeróbico com RFS

A prescrição do treinamento aeróbico com restrição de fluxo sanguíneo (EA+RFS) segue algumas recomendações quanto a prescrição do método. As Diretrizes foram elaboradas por Patterson *et al.* (2019) e a quadro 2, a seguir, apresenta o modelo que orienta como deve ser o controle metodológico das variáveis para a prescrição do treino.

Quadro 2. Modelo de prescrição de EA+RFS

Orientações	
Frequência	2–3 vezes por semana (>3 semanas) ou 1–2 vezes por dia (1–3 semanas)
Intensidade	<50% VO^2máx. ou FCR
Tempo de restrição	5–20 min por exercício
Grupos musculares	Pequenos e grandes grupos musculares (braços e pernas / uni ou bilateral)
Tipo de Pressão	Contínua ou intervalada com 40–80% AOP
Manguito	5 cm (pequeno), 10 ou 12 cm (médio), 17 ou 18 cm (ampla)
Tipo de exercício	Pedalar, caminhar, correr, *step*, entre outros

Fonte: Patterson *et al., 2019.*

2.5 Efeito da caminhada com restrição de fluxo sanguíneo na capacidade aeróbia, força e funcional de idosos.

Para este estudo, dentre os diferentes tipos de exercícios aeróbicos que podem ser utilizados com a RFS, optou-se em investigar o efeito crônico do exercício caminhada. Também conhecida como *walking training* é um modelo seguro de treinamento com RFS que vem sendo utilizado em algumas pesquisas com idosos, para se verificar a relação de causa e efeito nas capacidades aeróbicas, neuromusculares e funcionais.

Revendo a produção do conhecimento pertinente, e respeitando as delimitações de estudo acima descrita, verificou-se que ainda existem poucos estudos realizados e que ainda não está totalmente elucidado na literatura algumas respostas a respeito do efeito crônico do exercício aeróbio associado a técnica da RFS nos idosos. Esta Lacuna de conhecimento pode ser identificada na moldura teórica apresentada no quadro abaixo. Dos poucos estudos encontrado, 4 estudos, observou-se que algumas variáveis das capacidades aeróbica, neuromuscular e funcional não foram investigadas. Além disso, os estudos não utilizaram métodos diretos de medição para todas as variáveis dependentes investigadas. Assim, tabela 1 apresenta os poucos estudos com os principais achados quanto ao efeito do protocolo de caminhada com utilização da técnica da RFS na capacidade aeróbica, na força e na capacidade funcional de idosos.

Tabela 1 - Estudo de caminhada com a técnica da RFS na capacidade aeróbio, na força e funcional de idosos.

Autor (ano)	Amostra	Variável	Duração Frequência	Intensidade/ Grupos	PRA (mmHg)	RFS Tempo	LM (cm)	Resultados
Abe *et al.*. (2010b)	N= 18 Idosos H=18	CCR (VO2máx e FC) CF (TUG e SL)	6 semanas 5x por semana	45% da FCR CRFS SRFS	160-200	Contínua (23 min.)	5,0	↑ CF ↔ CCR
Clarkson, Conway e Warmington (2017)	N=19 Idosos H=11 M=8	CCR (6MWT QCST) CF (SL e TUG)	6 semanas 4x por semana	45% da FCR CRFS SRFS	130- 140	Contínua (10 min.)	10,5	↑ CF ↑ VO2máx.
Ozaki *et al.*. (2011a)	N= 23 idosos H=5 M=18	FM; STC	10 semanas 4x por semana	45%FCR	120-200	Contínua (20 min.)	-	↑Hipetrofia ↑CF ↑Força
Ozaki *et al.*. (2011b)	N=18 idosos H-10 M=8	Hipertrofia Força isométrica Força isocinétrica CF (TUG, 2.4m)	10 semanas 4x por semana	45%FCR	160-200	Contínua (20 min.)	-	↑CCR ↑Hipetrofia ↑CF ↑Força

Legenda: 6MWT = caminhada de 6 minutos; TUG = up and go.↔ = sem diferença significativa ↑ = aumento significativo; - = Não informado; CCR = capacidade respiratória; CF = capacidade funcional, CRFS= exercício com restrição de fluxo saguíneo; FC = frequência cardíaca; FM= Força máxima; H= homens; LM = largura do manguito; M= mulheres;mmHg: milímetros de mercúrio; PRA= pressão de restrição arterial durante o exercício; QCST = versão modificada do queen´s college step; RFS = restrição de fluxo sanguíneo;SRFS= exercício sem restrição de fluxo sanguíneo; SL = sentar e levantar;VO2máx = consumo máximo de oxigênio.

Abe *et al*.. (2010) avaliaram os efeitos agudos e crônicos do treinamento de caminhada com e sem RFS na capacidade funcional. Participaram da pesquisa 18 idosos com idade média de 66 anos, no qual foi aplicado um treinamento 3x por semana durante 6 dias/semanas, numa velocidade de 4 km/h, com duração de 20 min. e com a PRA variando entre 160 mmHg e 200 mmHg. Foram divididos em dois grupos, G1: caminhada com RFS (n=9) e G2: sem RFS (n=9). O tamanho muscular foi avaliado por meio da ressonância magnética, a força dinâmica máxima (1RM) e isométrica., também foram aferidas após análise dos resultados, concluíram quea RFS é um método potencialmente útil para promover a hipertrofia muscular, abrangendo ampla população, incluindo os frágeis e os idosos. Foi demonstradoque treinamento de caminhada com baixa carga associado a restrição do fluxo sanguíneo induz hipertrofia muscular e ganho de força, apesar o nível mínimo de intensidade do exercício.

Os achados do estudo anterior são corroborados pelo estudo de Ozaki *et al.* (2011a). Os autores observaram que a redução do fluxo sanguíneo durante otreinamento de baixa carga com RFS demonstrou ser eficiente na indução da hipertrofia muscular. Neste estudo participaram 23 idosos e foram divididos em 2 Grupos de treinamento de caminhada com RFS e treinamento de caminhada sem RFS, com duração de 20 minutos de caminhada em esteira, com uma intensidade de exercício de 45% da frequência cardíaca de reserva, 4 dias/semana durante 10 semanas. Foi avaliado a Força máxima da articulação do joelho e secção transversal do músculo da coxa medida por ressonância magnética. Foi constatado o aumento destas variáveis apenas no grupo com RFS. Deste modo, o treinamento de caminhada com RFS pode melhorar a hipertrofia e força muscular da coxa, em idosos.

Em outro estudo, Ozaki *et al.* (2011b), verificaram o efeito do treinamento de caminhada com RFS na hipertrofia muscular, além de avaliar a capacidade aeróbica (VO^2máx.) em idosos. Participaram da pesquisa dezoito idosos >60 anos, divididos em 2 grupos G1= caminhada com restrição de fluxo sanguíneo (n=10); G2= caminhada sem restrição de fluxo sanguíneo (n=8). O treinamento de caminhada foi realizado na esteira, com duração de 20 minutos, uma intensidade de exercício de 45% da frequência cardíaca de

reserva, 4 dias por semana, durante 10 semanas. O grupo que utilizou a técnica da RFS aplicou uma PRA de (160–200 mmHg) em ambas as pernas durante o treinamento. Foiavaliado a área transversal do músculo da coxa, volume muscular por meio de ressonância magnética (GE Yokogawa, Tokyo, Japan), bem como a forçaisométrica máxima e a força isocinética (Biodex Medical Systems, Shirley, NY). Além disso, foi realizado os testes funcionais "TUG" e caminhada de 2,4 m. Os autores concluíram que as idosas que realizaram o treinamento de caminhada com RFS, obtiveram uma melhora significativa da capacidade cardiorrespiratóriadurante o exercício, da força isométrica e dinâmica, além do aumento do volumemuscular e a mobilidade funcional.

Clarkson, Conway e Warmington (2017) também investigou o efeito da caminhada de baixa carga com restrição de fluxo sanguíneo na capacidade física de idosos. Foram examinados 19 idosos, incluindo 11 homens e 8 mulheres (60- 80 anos), divididos aleatoriamente em dois grupos: G1= caminhada com RFS (n= 10; 6 homens e 4 mulheres) e G2= caminhada sem RFS (grupo controle, n = 9; 5 homens e 4 mulheres) treinavam uma vez ao dia, 4 dias por semana, num período de 6 semanas, os grupo de caminhada teve RFS contínuo (10 minutos). Foi avaliado a capacidade cardiorrespiratória (CCR) por meio da aplicação da versão modificada do teste de caminhada de 6 minutos (TC6) e do Quee's College Step (QCST). Ao analisar a capacidade cardiorrespiratória (CCR), observou-se que ocorreu um aumento do VO2máx. (consumo máximo de oxigênio) em decorrência da melhora da CCR durante o TC6, resultando na melhora do tempo de caminhada para grupo RFS em relação ao controle.

2.6 Exercício físico e os aspectos ecológicos da prática

O conceito de exercícios físicos com prática ecológica baseia-se na premissa de que as atividades físicas devem estar alinhadas às demandas reais e cotidianas dos indivíduos, facilitando uma transferência funcional mais eficaz para as atividades diárias. Essa abordagem assim como os exercícios verdes integra movimentos e práticas realizadas em ambientes naturais ou em situações que simulam a realidade, contrastando com o uso restrito de

espaços artificiais e controlados, como academias ou equipamentos de ginástica (Pretty *et al*., 2005; Thompson Coon *et al*., 2011).

Para populações idosas, essa perspectiva é particularmente relevante, dado que grande parte das dificuldades enfrentadas por esse grupo está relacionada à manutenção da autonomia funcional e da capacidade de realizar tarefas diárias, como caminhar em superfícies irregulares, subir escadas ou carregar objetos leves (Rodrigues *et al.,* 2020). A prática de exercícios em ambientes naturais, como caminhadas ao ar livre, não apenas simula essas demandas cotidianas, mas também oferece estímulos adicionais ausentes em ambientes controlados. Por exemplo, caminhar em terrenos variados, como gramados, pistas, calçadas, exige maior controle motor e estimula a adaptação neuromuscular, proporcionando benefícios superiores às superfícies planas e previsíveis das esteiras (Niedermeier *et al*., 2019).

Os exercícios ecológicos também promovem um engajamento sensorial ampliado. O contato com ambientes naturais proporciona estímulos visuais, auditivos e olfativos que enriquecem a experiência da prática, enquanto promovem a redução do estresse e melhoram o bem-estar emocional (Ulrich *et al.* , 1991). Por isso, atividades como caminhadas em parques ou praças tornam-se ferramentas valiosas para a promoção da saúde mental e física, sendo particularmente relevantes para melhorar a qualidade de vida principalmente das pessoas idosas.

Outro aspecto dessa abordagem é sua aplicabilidade funcional. Exercícios que replicam movimentos práticos, como a caminhada, que simulam uma caminhada em um supermercado ou até uma padaria, por exemplo, ajudam a reforçar padrões motores essenciais à independência funcional. Tais práticas, enquanto desenvolvem capacidades como equilíbrio, mobilidade e força, também promovem maior adesão à rotina de exercícios, uma vez que se integram diretamente ao contexto e às necessidades diárias dos indivíduos (Barton; Pretty, 2010).

Além disso, o contexto ambiental pode potencializar ainda mais os benefícios dos exercícios. A exposição à luz solar, por exemplo, contribui para

a síntese de vitamina D, regula o ciclo do sono e fortalece o sistema imunológico. Para populações idosas, esses fatores ajudam a reduzir os efeitos do sedentarismo e das limitações impostas por ambientes urbanos.

Compreender as distinções entre, exercícios verdes, exercícios na natureza, atividades de aventura e exercícios com prática ecológica é essencial para abordar suas diferentes aplicações no treinamento físico. Os exercícios verdes, conforme definidos por Pretty *et al.*. (2005), englobam práticas realizadas em ambientes naturais, promovendo inclusão e flexibilidade. Esses exercícios abrangem desde atividades simples, como jardinagem ou alongamentos, até práticas mais estruturadas, como yoga ao ar livre. Sua principal característica é a ausência de competição e a adaptabilidade a diferentes níveis de condicionamento.

Por outro lado, os exercícios na natureza se concentram na utilização direta do ambiente natural como ferramenta de treinamento. Embora também promovam benefícios psicológicos e fisiológicos, esses exercícios exigem maior habilidade técnica ou um nível mais elevado de condicionamento. Exemplos incluem corrida em trilhas e ciclismo de montanha, que desafiam nos quais a própria dinâmica do terreno impõe desafios adicionais.

As atividades de aventura, também conhecidas como Atividades Físicas de Aventura na Natureza (AFAN), incluem elementos de desafio emocional e exploratório, muitas vezes associado a situações que despertam adrenalina. Práticas como escalada, rafting e trekking exigem planejamento logístico e habilidades específicas, frequentemente envolvendo situações de adrenalina. Além disso, essas atividades podem incorporar um componente competitivo, seja entre participantes ou em desafios individuais.

Dessa forma, o exercício com prática ecológica surge como uma alternativa diferenciada e versátil em relação às abordagens discutidas. Embora se assemelhe ao exercício verde em sua inclusão e flexibilidade, destaca-se pela capacidade de simular atividades cotidianas de maneira quase real, promovendo uma transferência funcional mais direta para as demandas diárias do praticante. Essa característica torna-o particularmente relevante para populações que não dispõem de infraestrutura ou

equipamentos, como os moradores do interior da Paraíba, que realizam a chamada "esteira de beira", caminhadas às margens das rodovias que imitam trajetos do dia a dia. Ao integrar elementos funcionais e ambientais, o exercício com prática ecológica combina os benefícios de uma prática inclusiva e adaptável, como o exercício verde, com a funcionalidade e o realismo das tarefas diárias, oferecendo uma solução eficaz e acessível para a promoção da saúde, do bem-estar e da qualidade de vida em diversos contextos.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Características do estudo

Pesquisa, longitudinal, quantitativa, comparativa, do tipo quase experimental, randomizada (Thomas Jr., Nelson Jk., Silverman Sj. 2023).

3.2 Procedimentos éticos

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos do Centro Universitário de João Pessoa (UNIPÊ), atendendo os requisitos da Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (CNS). Nº do CAEE: 70754323.6.0000.5176. Todos os voluntários que aceitaram participar da pesquisa foram esclarecidos sobre suas contribuições no estudo e quanto aos riscos e benefícios da pesquisa. Estando estes cientes, foi solicitado a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) APÊNDICE - A.

3.3 População, amostra, seleção e desenho do estudo

A população foi composta por idosos, do sexo masculino e feminino, praticantes recreacionais de atividade física, sem limitações no aparelho locomotor. a amostra de N= 36 participantes foi selecionada de maneira probalística de maneira aleatoriamente a partir de grupos de prática de atividades físicas promovidos pelo Centro Universitário de João Pessoa e por meio de convite realizado em rede social (Instagram e WhatsApp). O cálculo amostral a priori foi realizado no software G*Power (Faul *et al.,* 2007), com base no estudo proposto por Beck (2013). Utilizando os parâmetros: tamanho de efeito: 0,30; α: 0,05; β:0,80; número de grupos: 4; número de avaliações:

2; correções entre as repetições: 0,5; correção de *nonsphericity*: 1, obtendo N= 36, entretanto, foram recrutados 66,67% a mais, visando a perda amostral, após o critério inclusão foram randomizados N= 52 participantes. Os indivíduos foram aleatóriamente distribuídos em quatro grupos por meio do aplicativo *randomizer*®, sendo um G1= caminhada com restrição de fluxo sanguíneo CAM+RFS 50% PRA, G2= caminhada SHAM (0% PRA),G3= caminhada sem restrição de fluxo sanguíneo CAM, G4= CON sem exercício.

Quadro 3 - Desenho do estudo.

GRUPO	OBSERVAÇÃO	INTERVENÇÃO	OBSERVAÇÃO
R1	**O1**	**X1**	**O2**
R2	**O3**	**X2**	**O4**
R3	**O5**	**X3**	**O6**
R4	**O7**	**-**	**O8**

Legenda: R= Grupo**; X= Intervenção; O**= Avaliação; **R1**=CAM+RFS; **R2**= SHAM**;** **R3**= CAM; **R4**= CON

3.4 Critérios de inclusão

Participaram deste estudo indivíduos idosos, de ambos os sexos, praticantes recreacionais de atividades físicas, com idade entre 67,3 ± 6,39 anos. Os participantes deveriam apresentar independência funcional, caracterizada pela capacidade de realizar atividades diárias sem auxílio, bem como ausência de limitações físicas ou condições musculoesqueléticas que comprometessem a marcha.

Todos os indivíduos foram obrigatoriamente avaliados por um médico, recebendo liberação formal para a prática segura da caminhada, conforme os requisitos do protocolo de pesquisa.

3.5 Critérios de exclusão

Foram excluídos do estudo os indivíduos que apresentaram um índice tornozelo-braquial (ITB) abaixo ou acima dos valores de 0,9 e 1,3, sendo um indicativo de doença arteriais obstrutivas de membros inferiores (DAOMI). Ainda, os.sofreram lesões ou desenvolveram enfermidades ao longo do período experimental, impossibilitando a continuidade de sua participação, bem como aqueles que solicitaram desligamento voluntário da pesquisa ou não compareceram a pelo menos 75% das sessoes experimentais.

3.6 VARIÁVEIS SELECIONADAS, INSTRUMENTOS E PROTOCOLOS PARA COLETA DE DADOS

3.6.1 Variáveis antropométricas

Para mensurar a estatura dos sujeitos, foi utilizado um estadiômetro Sanny®, enquanto, a MC, IMC, MCM, MCG e %G, além das circunferências (cm), de coxa média por meio de uma fita antropométricade silicone e foi utilizada para a caracterização da amostra. (Guedes & Guedes, 2005), foram avaliados pela bioimpedância octopolar InBody 720 (Figura 2), conforme os procedimentos especificados por Gibson (2018).

Avaliação da morfológica no INBODY 720®

Figura 2

3.6.2 Determinação do pulso de insonação

O pulso de insonação para prescrição do treinamento com restrição de fluxo sanguíneo foi verificado em repouso, por meio do doppler vascular (MedPeg® DV -2001, Ribeirão Preto - SP, Brasil). O transdutor foi posicionado sobre a artéria tibial anterior, antes que haja a compressão externa e durante a fase de compressão, no qual foi utilizado um esfigmomanômetro padrão de pressão arterial (*pneumatic tourniquet komprimeter to hemostasis in extremities* – Riester®, com largura 100 mm para ambas as pernas). Estes foram fixados em torno da porção mais proximal do membro e inflados

rapidamente, de 10 mmHg em 10 mmHg, até que o som audível da artéria desapareça ou diminua, ao ponto de não ser perceptível aos ouvidos do avaliador (Laurentino *et al*., 2012).

3.6.3 Determinação da pressão de restrição arterial (PRA)

A compressão externa (mmHg) para RFS no exercício aeróbico de caminhada foi realizada segundo a orientação de Laurentino *et al.* (2008). Foi utilizado um esfigmomanômetro de pressão arterial, colocado na região inguinal da coxa e inflado até o ponto em que o pulso de insonação na artéria tibial posterior fosse interrompido. Com a ausência de pulso identificada, foi registrado o valor da pressão em (mmHg) como sendo de referência para obstrução total do fluxo de sangue. Esta medida foi realizada com os voluntários deitados em decúbito dorsal, usando um aparelho de Doppler Vascular Portátil (DV2001Medpej®, Ribeirão Preto – SP, Brasil), onde o transdutor do equipamento foi colocado sobre a pele utilizando gel de acoplamento no trajeto da artéria com uma inclinação de aproximadamente 60º (transdutor) em relação ao eixo longitudinal do vaso. Para execução do grupo experimental CAM+RFS foram usados 50% da pressão de restrição total e para a execução do grupo SHAM foram usados manguito da pressão de restrição sem pressão. Na figura 3 é uma ilustração desse procedimento.

Determinação do pulso de insonação e da pressão de restrição do fluxo sanguíneo

Figura 3

3.6.4 Medida do Índice Tornozelo-Braquial (ITB)

Foram aferidas por meio de um estetoscópio e um esfigmomanômetro a pressão arterial sistólica (PAS) nos membros superiores (artéria braquial) e inferiores (artéria tibial posterior) e o valor do índice foi calculado bilateralmente (com obtenção nos dois membros ou em apenas um, dependendo da casualidade), pela seguinte razão: ITB = PAS do tornozelo/PAS do braço. O doppler vascular portátil modelo DV2001 (Medpej, Ribeirão Preto, São Paulo) dealta frequência foi utilizado para realização do exame da seguinte forma: os sujeitos foram posicionados sobre uma maca em decúbito dorsal e permanecerão em repouso durante 10 minutos, duas medidas de cada vaso foram realizadas de maneira rotacional com intervalos de 02 minutos entre cadauma. Os voluntários não poderão ter ingerido bebida cafeinada, fumar, fazer o exame com a bexiga cheia, realizar exercícios físicos nos últimos 30 minutos queantecedam o exame, cruzar os braços ou as pernas e falar durante o procedimento.

Índice tornozelo Braquial – ITB

Figura 4

3.6.5 Adaptações Funcionais

De acordo com Rikli e Jones (1999) a bateria de teste (adaptada) foi desenvolvida para avaliar a capacidade funcional do idoso a realizar atividades básicas de forma segura, evitando uma fadiga indevida e de forma independente.O teste adaptado é aplicado por 2 atividades (Sentar e levantar e o TUG-test (ANEXO-A). Esta bateria de testes dá suporte para a avaliação das capacidades físicas:agilidade/equilíbrio dinâmico, força dos membros e inferiores.

3.6.6 Teste de 1 milha

O teste de 1 milha, foi utilizado para avaliar a capacidade cardiorrespiratória dos idosos de forma prática e segura, sendo realizado exclusivamente por meio de caminhada. Antes do início, os participantes realizaram um aquecimento supervisionado, composto por movimentos articulares e caminhada leve por aproximadamente cinco minutos. O percurso de 1.609 metros foi realizado numa pista de atletismo com piso de areai batida e cascalho. Durante o teste, os participantes foram orientados a caminhar no ritmo mais rápido possível, respeitando seus limites físicos. O tempo total para completar o percurso foi registrado, e a frequência cardíaca ao final do teste foi medida com um oxímetro da marca G-Tech®, posicionado no dedo indicador imediatamente após a conclusão. Esses dados foram utilizados para estimar o consumo máximo de oxigênio (VO_2 máx), conforme as diretrizes do protocolo Rockport (1986), amplamente validado para avaliação de capacidade aeróbica em populações idosas. O teste foi conduzido sob supervisão direta de avaliadores treinados para assegurar a segurança e a precisão dos dados.

TESTE DE CAMINHADA 1 MILHA

Figura 5

3.6.7 TIME UP AND GO - TUG TEST

O teste Timed Up and Go (TUG) da bateria de Rickli e Jones é utilizado para avaliar a mobilidade funcional, o equilíbrio dinâmico e a capacidade de locomoção em idosos. O protocolo consiste em medir o tempo que o participante leva para se levantar de um banco, caminhar uma distância de 2,44 metros, dar a volta em um cone, retornar e sentar-se novamente.

O procedimento inicia-se com o participante sentado em um banco com altura padronizada, posicionado de forma que os pés fiquem completamente apoiados no chão. Ao sinal do avaliador, o participante deve se levantar do banco, caminhar em linha reta até o marcador posicionado a 2,44 metros, contorná-lo e retornar ao ponto inicial, sentando-se novamente no banco. Todo o percurso é realizado no ritmo mais rápido e seguro possível, sem correr.

O avaliador utiliza um cronômetro para medir o tempo total desde o comando inicial até o momento em que o participante está novamente sentado no banco. O teste é amplamente reconhecido como um indicador da funcionalidade e do risco de quedas, sendo de fácil aplicação e relevante para avaliação da autonomia em atividades do dia a dia.

TIME UP AND GO TEST

Figura 6

3.6.8 *FLEXIBILIDADE (*Banco de Wells)

O teste é realizado numa caixa medindo 30,5 cmx30,5cmx30,5cm com uma escala de 26,0cm em seu prolongamento, sendo que o ponto zero se encontra na extremidade mais próxima do avaliado e o 26°cm coincide com o ponto de apoio dos pés. O avaliado retirava o calçado e na posição sentada tocava os pés na caixa com os joelhos estendidos. Com ombros flexionados, cotovelos estendidos e mãos sobrepostas executava a flexão do tronco à frente devendo este tocar o ponto máximo da escala com as mãos. Foram realizadas três tentativas sendo considerada apenas a melhor marca.

TESTE DE FLEXIBILIDADE (BANCO DE WELLS)

Figura 7

3.6.9 Força Muscular Dinâmica, Isométrica, de Resistência

A força muscular pode ser classificada em três formas principais: força dinâmica, força isométrica e resistência de força, cada uma com características distintas de contração e aplicação. De acordo com Fleck e Kraemer (2017), a força dinâmica envolve a produção de tensão durante o movimento articular e foi avaliada neste estudo por meio do teste de 10 repetições máximas (10RM). A força isométrica, caracterizada pela geração de força sem movimento, foi medida com dinamometria de membros inferiores. Já a resistência de força, que representa a capacidade de realizar contrações repetidas submáximas, foi avaliada por meio do teste de sentar e levantar da bateria de Rikli e Jones (1999). A aplicação conjunta desses instrumentos permite identificar diferentes manifestações de força muscular relacionadas à função neuromuscular de idosos.

3.6.10 Teste de Levantar e Sentar

O teste de levantar e sentar da bateria de Rickli e Jones é utilizado para avaliar a força e a resistência muscular dos membros inferiores, sendo especialmente aplicado em populações idosas. O procedimento envolve a realização do maior número possível de repetições de levantar e sentar de um banco sem apoio para os braços em um período de 30 segundos. Para a execução, utiliza-se um banco padronizado com altura aproximada de 43 cm,

posicionado contra uma parede para evitar deslizamentos. O participante deve sentar-se no meio do assento, com os pés totalmente apoiados no chão e os braços cruzados sobre o peito. Ao sinal do avaliador, o participante realiza o movimento de levantar-se completamente, atingindo a posição ereta, e retornar à posição inicial sem o uso dos braços para apoio. Apenas repetições completas, em que o participante realiza o movimento de forma correta, são contabilizadas dentro do período estipulado.

TESTE DE SENTAR E LEVANTAR

Figura 8

3.6.11 Testes de força muscular (10RM)

O protocolo do teste de 10RM foi realizado de acordo com Fleck; Kraemer, (2017), com pequenas alterações: no início das coletas, foram padronizadas instruções sobre a técnica de execução do exercício, além de serdemonstrado ao participante. Após isso, os voluntários deverão realizar uma familiarização com 10 repetições no exercício “LEG 45” da marca “*PHYSICUS®”*, usando um peso submáximo, considerado pelo participante ser “um pouco fácil” pela escala de OMNI-RES (ANEXO - E). Após a familiarização, é dado um intervalo de 5’ antesiniciar o teste de 10RM. Um máximo de seis tentativas por encontro foi utilizado para encontrar o peso

alvo no teste, com um intervalo de cinco minutosentre cada tentativa. O exercício foi realizado com orientação constante paracontrolar a velocidade das repetições, instruído a quatro segundos para cada repetição - fase excêntrica por dois segundos e fase concêntrica por dois segundos - (Colado JC. *Et al.,* 2010). O reteste para determinação deconfiabilidade dos dados foi realizada após o mesmo protocolo mencionado acima, respeitando o intervalo de 72h.

TESTE DE REPETIÇÕES MÁXIMAS - 10RM

Figura 9

3.6.12 Protocolo para Avaliação da Força Muscular – Dinamometria

Para a execução do teste foi utilizado o dinamômetro *Smedley* mecânico – *Takey* e *o* Dinamômetro *Smedley* Costas e Pernas - *Takey*. (Figura 10). Para a realização do teste de dinamometria em membros inferiores, os procedimentos de

execução foram realizados de acordo com o protocolo proposto por Johson e Nelson em 1975. Este teste teve como intuito mensurar a força dos membros inferiores.

Para a execução do teste o dinamômetro estava calibrado e zerado, logo em seguida o avaliado se posicionar sobre a base do aparelho, com as coxas e pernas levemente afastadas, os joelhos semiflexionados com um ângulo de aproximadamente 120 graus e com tronco ereto. A barra de tração permaneceu em uma posição à altura da prega inguinal do mesmo. Em seguida o individuo realizou a extensão dos joelhos sem flexionar o tronco.

Durante os testes foram tomadas algumas precauções foi verificado antes da execução do teste se o aparelho estava calibrado e zerado, se os joelhos estavam semiflexionados, e observou-se se o avaliado flexionava o tronco. O voluntário realizou duas tentativas, com intervalo de 1 minuto, e computado, o maio valor obtido. Este teste possui fidedignidade r = entre 0,86 e 0,90.

DINAMÔMETRO E TESTE DE FORÇA PARA MEMBROS INFERIORES

Figura 10

3.6.13 Escala de OMNI-IPE

Para avaliação do esforço durante a caminhada e nos testes de força muscular foi aplicada a escala de OMINI-IPE (ANEXO - D). A escala de Biodiversidade Percebida (ANEXO - E) foi aplicado nos momentos antes e após as 18 sessões experimentais, afim de obter os dados quanto a alteração na percepção do meio ambiente em que está sendo desenvolvida a atividade.

3.6.14 Escala de biodiversidade percebida

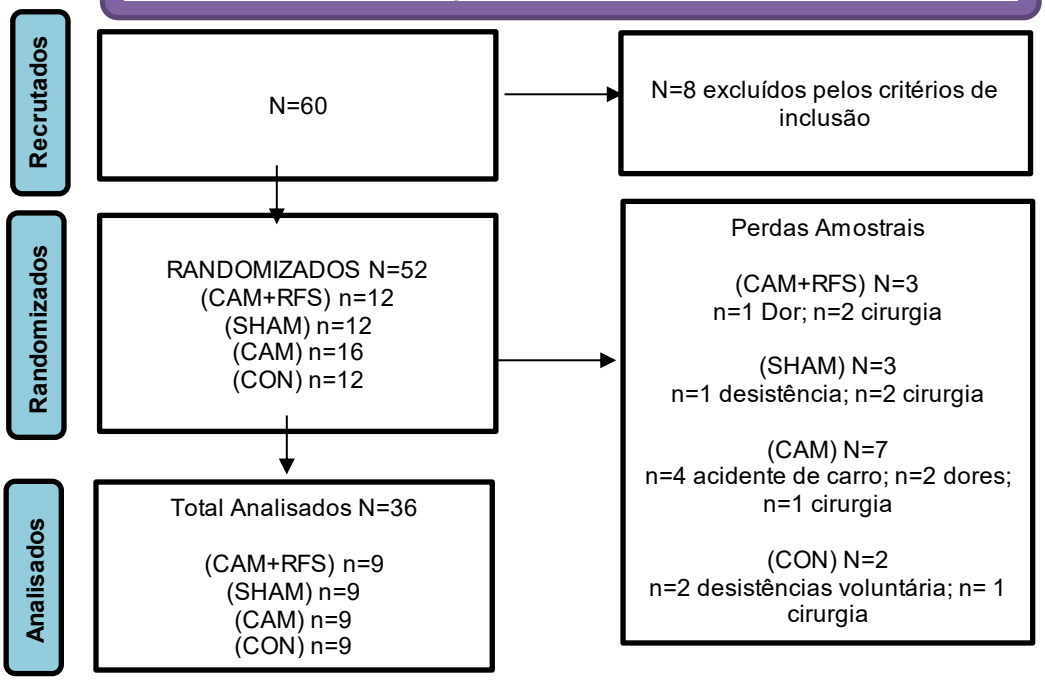
A sensopercepção ecológica foi avaliada por meio de um questionário de biodiversidade percebida, construído com base em estudos sobre qualidade ambiental percebida e bem-estar em ambientes naturais. O instrumento tem como objetivo mensurar a percepção subjetiva do participante em relação à presença de espécies de pássaros, borboletas e árvores ao longo da caminhada, sendo essas percepções associadas a experiências afetivas, cognitivas e atencionais com o ambiente, refletindo no grau de atenção e envolvimento dos idosos com o ambiente natural durante a prática da caminhada.

3.7 Procedimentos para coleta dos dados

Essa tese foi proveniente de um projeto macro denominado “Caminhada 60+”, desenvolvido no Centro Universitário de João Pessoa-UNIPÊ. Os procedimentos de coleta e mensuração das variáveis foram realizados pelo próprio pesquisador e sua equipe nas dependências do Laboratório de Cineantropometria e Desempenho Humano (LABOCINE) na Universidade Federal da Paraíba-UFPB e no Laboratório de Avaliação Física do Centro Universitário de João Pessoa- LAF UNIPÊ, nos momentos: antes (pré), intra para ajuste de carga e após 18ª sessão experimental (pós). O protocolo de anamnese para caracterizar a amostra foi constituído de um questionário de atividades físicas habituais (QAFH) (Nahas, 2013), além de ser solicitado a apresentação de um atestado médico, liberando o voluntário para a prática da caminhada. Além disso, deveriam ser fisicamente ativos, participando em pelo menos duas vezes na semana em alguma prática esportiva.

É possível observar na figura 11 o fluxograma contendo o processo de elegibilidade, recrutamento, alocação, acompanhamento e análises do estudo.

Figura 11 - Fluxograma do processo de elegibilidade, recrutamento, alocação, acompanhamento e análises do estudo.



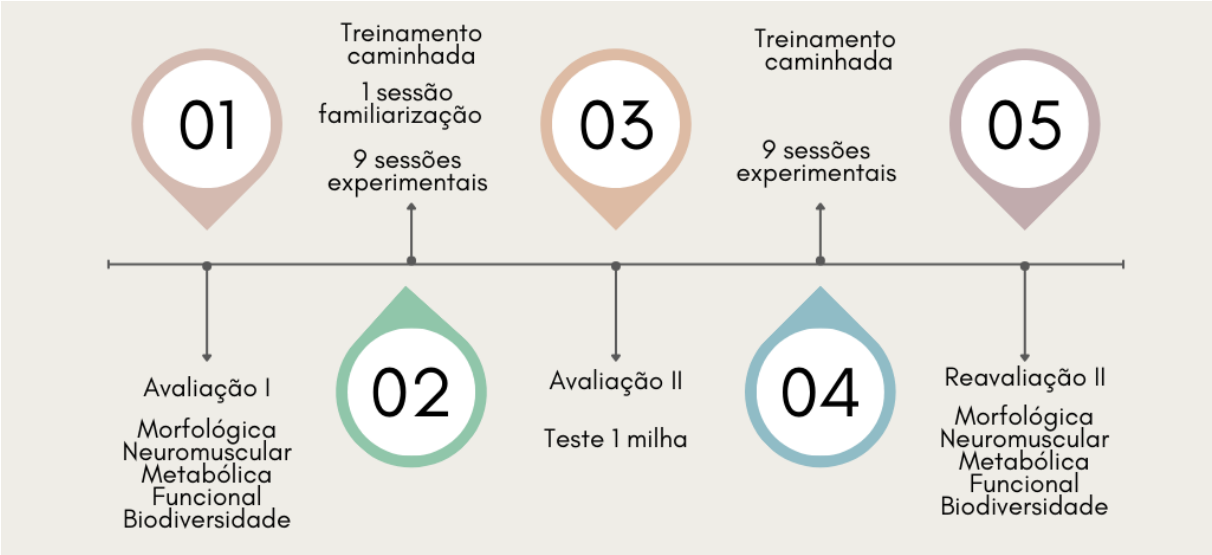
Legenda: CAM+RFS= grupo experimental caminhada com restrição de fluxo sanguíneo; SHAM= grupo experimental caminhada com restrição a 0%; CAM= grupo experimental caminhada sem restrição de fluxo sanguíneo; CON= grupo sem exercício de caminhada e sem restrição de fluxo sanguíneo; n=número amostra do grupo; N=amostra total

Antes do início das intervenções, todos os procedimentos foram explicados, destacando os riscos e desconfortos que poderiam ocorrer, e após isso, os voluntários ficaram livres para perguntar quaisquer dúvidas que ainda pudessem existir. Na primeira semana, antes do início do programa de treinamento, os voluntários assinaram o TCLE (APÊNDICE B), o Questionário de Atividades Físicas Habituais (QAFH; ANEXO C), conforme Nahas (2013), foram utilizados como critérios mínimos de avaliação pré-participação, visando de identificar a necessidade de avaliação médica prévia, conforme proposto por Shephard (1988). Iniciaram-se também as sessões de familiarização com os exercícios (testes e treinos).

3.8 Fluxograma da coleta de dados

A figura 12 a seguir o fluxograma da coleta de dados das variáveis dependentes ao longo da pesquisa.

Figura 12 - Fluxograma da pesquisa



Fonte: próprio autor

3.9 Programa de Treinamento

O protocolo de treinamento de caminhada para os quatro grupos, teve duração de 6 semanas, com três sessões semanais (totalizando 18 sessões). Os voluntários foram submetidos a uma sessão de familiarização e mais 18 sessões experimentais. As sessões de treino tiveram uma duração de aproximadamente 35 minutos e foram realizadas sempre no mesmo local (pista de atletismo do Centro UNIVERSITÁRIO DE JOÃO PESSOA - UNIPÊ). Foi dividida em três partes, como consta no quadro 4.

Quadro 4 – Sessão experimental

GRUPO	Aquecimento	Caminhada	Volta a calma	Tempo Total
RFS PRA (50%)	**10' 2 METs**	**21'**	**5' 2METs**	**36'**
SHAM PRA (0%)				
CAM PRA (0%)				
CON PRA (0%) Sem exercício				

Legenda: METs: Unidade metabólica; PSE: Percepção subjetiva de esforço; PRA: pressão de restrição arterial durante o treinamento VO2máx: Volume máximo de oxigênio;

Protocolos dos grupos caminhada com e sem restrição de fluxo

A sessão experimental com o protocolo de caminhada dos três grupos tiveram as seguintes especificações:

- **Tempo total das sessões:** considerando todo processo do treinamento,desde a chegada até o termino das sessões terão duração de 36 minutos;
- **Compressão da caminhada com restrição de fluxo sanguíneo do grupo CAM+RFS:** contínua com 50% do pulso de restrição de fluxo sanguíneo, mantida durante o exercício de caminhada. E no minuto 10 era verificado a pressão e ajustado ao nível se fosse necessário.
- **Compressão do treinamento com restrição de fluxo com baixa compressão do grupo SHAM:** contínua (0% do pulso de restrição de fluxo sanguíneo), apenas o manguito fixado e mantido durante o exercício de caminhada;
- Foi utilizado uma fita hidrofóbica na parte interna dos manguitos pneumáticos afim de evitar que caissem durante a caminhada;

- **Compressão do treinamento sem restrição de fluxo sanguíneo do grupo CAM:** esse grupo realizou a caminhada sem utilizar a técnica da restrição de fluxosanguíneo.
- **Condições do grupo GC:** Este grupo não realizará nem a técnica da restrição, nem realizará exercício;
- **Disposição dos dias de treinamento:** realizado sempre nas segundas quartas e sextas;
- **Horário do treinamento:** foram ofertados turmas para os voluntários pela manhã das 6:00 às 8:00;
- **Duração da coleta:** 6 semanas consecutivas.
- **Ajuste da pressão de oclusão durante o treinamento:** após a 10 sessão experimental foi realizado uma avaliação do pulso de insonação total e foi realizado o ajuste na pressão de restrição, evitando assim o efeito da adaptação a compressão relatada por Hunters *et al*., (2019).
- **Controle da PSE:** durante e ao término de cada sessão, de modo a monitorar a intensidade da sessão.
- Optou-se por utilizar uma intensidade espontânea durante a caminhada ecológica com objetivo de aumentar a validade extema e a aplicabilidade prática da intervenção. Essa escolha reflete melhor a realidade cotidiana dos idosos, permitindo que o ritmo de caminhada fosse adaptado individualmente, o que pode favorecer a adesão, o conforto, e reduzir o risco de sobrecarga ou lesões musculoesqueléticas.
- O estudo foi conduzido ao longo de um período de 12 meses, abrangendo as quatro estações do ano. Para minimizar a influência de possíveis variações sazonais nos resultados, especialmente nas variáveis relacionadas à sensopercepção ecológica, manteve-se constante o número de participantes em cada grupo ao longo de todo o processo de coleta.

3.10 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para o registro do banco de dados foi utilizado o software Excel, e para as estatísticas descritivas foram considerados os valores de média e desvio padrão. Os testes de Shapiro-Wilk, Levene e Mauchly foram empregados para verificar, respectivamente, a normalidade, homogeneidade e esfericidade dos dados. A análise das diferenças nas variáveis dependentes entre os grupos ao longo do tempo foi conduzida por meio de ANOVA do tipo [4x2] (protocolo: RFS x SHAM x CAM x CON × tempo: 1ª vs. 6ª semana), com pós-teste de Bonferroni para comparações múltiplas. Para essas análises, foram reportados os valores do teste F e do tamanho de efeito eta quadrado (η^2), interpretado conforme os seguintes critérios: $\eta^2 < 0,01$ (pequeno), $\eta^2 = 0,01–0,06$ (médio) e $\eta^2 > 0,14$ (grande).

Para as comparações intragrupo, foi aplicado o teste t pareado, e os resultados foram acompanhados do tamanho de efeito d de Cohen, interpretado com base nos seguintes valores: $d < 0,2$ (pequeno), $d = 0,2–0,5$ (médio) e $d > 0,8$ (grande). Além disso, foi calculado o delta percentual (Δ%) para representar a magnitude das alterações ao longo do tempo. Todas as análises estatísticas foram conduzidas no software JAMOVI (versão 2.2.5), com nível de significância adotado de $p \leq 0,05$. Os resultados foram apresentados em tabelas para melhor visualização e interpretação.

4 RESULTADOS

A Tabela 2 referente a descrição das variáveis apresentou os valores médios e desvios-padrão das variáveis iniciais da população estudada, indicando homogeneidade entre os grupos para a maioria das variáveis, o que sugere um possível baseline para as condições pré-intervenção. Observou-se, entretanto, que a variável idade demonstrou distribuição não normal pelo teste de Shapiro-Wilk ($p = 0,033$). Para essa variável, foi realizado um teste de ANOVA um fator, que não revelou diferença significativa entre os grupos ($p = 0,116$; $F = 2,27$). Além disso, a pressão diastólica não apresentou diferenças nas medidas, como já era esperado, devido à pequena variação característica desta variável. O ITB, por sua vez, não apresentou variação significativa, uma vez que se tratava de um dos critérios de inclusão no estudo, com valores entre 0,9 e 1,3.

Tabela 2 – Valores de média e desvio padrão das variáveis descritivas: idade, estatura, massa corporal, %gordura, pressão de restrição arterial média, índice tornozelo braquial médio, circunferência de coxa média e capacidade cardiopulmonar.

	Grupo	ID	EST	MC	%G	PRAm	ITBm	CXm	Vo²máx.
G1	**CAM+RFS**	71,6± 6,09	160±8,08	64,6±12,1	69,2±10,0	224±28,4	1,04±0,05	48,3±5,35	26,3±8,02
G2	**SHAM**	64,7±5,39	156±5,51	64,0±10,3	71,9±9,93	211±26,1	1,07±0,11	49,8±5,52	29,2±5,15
G3	**CAM**	67,1±7,37	159±5,08	70,9±10,1	73,1±17,5	208±23,0	1,08±0,09	50,9±5,14	24,7±8,84
G4	**CON**	65,7±5,20	156±8,29	67,1±13,0	74,2±9,93	199±24,3	1,10±0,08	52,6±6,99	25,6±6,97

Legenda:**CAM+RFS**= grupo experimental caminhada com restrição de fluxo sanguíneo; **SHAM**= grupo experimental caminhada com restrição a 0%; **CAM**= grupo experimental caminhada sem restrição de fluxo sanguíneo; **CON**= grupo sem exercício de caminhada e sem restrição de fluxo sanguíneo; **ID**= idade em anos; **EST**= estatura em centímetros; **MC**= massa corporal; **%G**= percentual de gordura total; **PRAm**= media da pressão de restrição arterial da perna direita e esquerda; **ITBm**= Valor médio do índice tornozelo braquial lado direito e esquerdo; Cxm= Valor da circunferência da coxa direita no ponto médio; **Vo²máx**.= capacidade cardiorespiratória medido em mlkgmin..

Comparação intergrupos

Os resultados deste estudo indicam que, após 18 sessões de caminhada ecológica, as alterações nas variáveis analisadas quando comparadas entre os grupos, não apresentaram diferenças estatisticamente significativas. Para todas as análises detalhada entre grupos, foram considerados os valores de p, F, df e η². Na variável de força muscular sob os testes de 10 RM (p=0,694; $F_{(35,8)}$=0,486; η²= 0.037), dinamometria de MMII (p=0,65; $F_{(35,8)}$=0,530; η²= 0.043) e o teste de sentar e levantar (p=0,351; $F_{(35,8)}$= 1,13; η²= 0.082). Em relação à capacidade cardiorrespiratória medida pelo VO_2 máx .(p=0,581; $F_{(35,8)}$=0,663; η²= 0.052), de flexibilidade (p=0,064; $F_{(35,8)}$=2,67; η²= 0.160) e agilidade (p=0,103; $F_{(35,8)}$= 2,23; η²= 0.164). Para as variáveis de biodiversidade percebida de pássaros (p=0,209; $F_{(35,8)}$= 1,60; η²= 0.072) e borboletas (p=0,219; $F_{(35,8)}$= 1,56; η²= 0.074). Foi encontrado diferença significativa apenas na variável do número de árvores (p=0,019; $F_{(35,8)}$= 3,80; η²= 0.164).

Comparação Intragrupo

Nas Tabelas 3, 4 e 5, são apresentadas as análises intra−grupo de cada variável, considerando os valores de p, t, d de Cohen e o delta percentual (Δ%) para cada grupo. Os resultados dos testes de 10RM, dinamometria de membros inferiores e “Sentar e Levantar” foram analisados, proporcionando uma visão detalhada dos efeitos da intervenção sobre a força muscular.

Observou-se que as alterações no teste de 10RM foram estatisticamente significativas no grupo CAM+RFS (p = 0,026; t = -2,714; d = 0,69; Δ% = 17,7), que apresentou o maior tamanho de efeito e variação. Os grupos CAM (p = 0,013; t = −3,197; d = 0,52; Δ% = 15,0) e CON (p = 0,032; t= -2,600; d = 0,41; Δ% = 10,0) também apresentaram diferenças significativas, porém com efeito moderado. Por outro lado, o grupo SHAM não demonstrou diferença estatisticamente significativa (p = 0,108; t = −1,808; d = 0,37; Δ% = 12,5), indicando um efeito de pequena magnitude.

No que se refere à dinamometria dos membros inferiores, apenas o

grupo CAM+RFS apresentou diferença estatisticamente significativa (p = 0,041; t = −2,433; d = 0,41; Δ% = 30,7). O grupo SHAM mostrou tendência à significância (p = 0,058; t = −2,212; d = 0,50; Δ% = 23,6), enquanto os grupos CAM (p = 1,000; t = 0,000; d = 0,00; Δ% = 0,000) e CON (p = 0,887; t = −0,147; d = 0,02; Δ% = 1,1) apresentaram menores variações e efeitos mínimos.

No teste de Sentar e Levantar, apenas o grupo CAM+RFS apresentou melhora significativa, com um efeito alto (p = 0,003; t = −4,143; d = 0,72; Δ% = 18,6). O grupo SHAM teve um aumento moderado, porém sem significância estatística (p = 0,120; t = 1,740; d = 0,40; Δ% = 9,6). Os grupos CAM (p = 0,519; t = −0,675; d = 0,00; Δ% = 5,0) e CON (p = 0,634; t = 0,494; d = 0,02; Δ% = −3,1) não apresentaram mudanças relevantes.

Tabela 3 –Valores de médio, desvio-padrão, significância, variância, tamanho de efeito e magnitude das variáveis de força muscular na comparação intra-grupo, (N=36).

Momento GRUPOS	Pré 10RM	Pós 10RM	*p*	*t*	*d*	Δ%	Pré DIN	Pós DIN	*p*	*t*	*d*	Δ%	Pré SL	Pós SL	*p*	t	*d*	Δ%
CAM + RFS gl=8	141±40,8	166±31,2	*0,026	-2,714	0,69	17,70	38,1±26,8	49,8±30,6	*0,041	-2,433	0,41	30,70	17,2±4,60	20,4±4,28	*0,003	-4,143	0,72	18,60
SHAM gl=8	136±52,2	153±39,7	0,108	-1,808	0,37	12,50	28,8±12,7	35,6±14,3	0,058	-2,212	0,50	23,60	16,6±3,71	18,2±4,21	0,120	-1,740	0,40	9,60
CAM gl=8	153±47,2	176±40,3	*0,013	-3,197	0,52	15,00	40,0±23,9	40,0±26,2	1,000	0,000	0,00	0,00	18,0±4,95	18,9±6,70	0,519	-0,675	0,00	5,00
CON gl=8	139±31,0	153±36,7	*0.032	-2.600	0,41	10,00	34,2±20,8	34,6±21,3	0,887	-0.147	0,02	1,10	15,8±2,33	15,3±3,08	0,634	0,494	0,02	-3,10

Legenda:CAM+RFS= grupo experimental caminhada com restrição de fluxo sanguíneo; SHAM= grupo experimental caminhada com restrição a 0%; CAM= grupo experimental caminhada sem restrição de fluxo sanguíneo; CON= grupo sem exercício de caminhada e sem restrição de fluxo sanguíneo; 10RM= teste de força dinâmica; DIN= dinamometria de membros inferiores; SL= teste de sentar e levantar; p= significância; *t* = variância; *d*= tamanho de efeito; Δ%= magnitude; N= amostra total; gl: grau de liberdade; * = diferença significativa.

Em relação à capacidade cardiorrespiratória, medida pelo VO_2máx, observou-se que o grupo CAM apresentou aumento significativo na variável (p = 0,003; t = -4,197; d = 0,66; Δ% = 21,46), com tamanho de efeito moderado. O grupo CAM+RFS não apresentou significância estatística (p = 0,175; t = -1,489; d = 0,39; Δ% = 11,03), porém demonstrou um tamanho de efeito moderado. O grupo SHAM também não apresentou diferença significativa (p = 0,263; t = -1,203; d = 0,23; Δ% = 3,77), porém, com um tamanho de efeito pequeno. Já o grupo CON demonstrou redução nos valores da variável analisada (p = 0,768; F = 0,100; d = -0,10; Δ% = -3,13), com tamanho de efeito pequeno e negativo, indicando uma tendência à redução nos níveis funcionais dessa capacidade.

No teste de agilidade e equilíbrio (TUG), todos os grupos que realizaram exercício apresentaram redução no tempo de execução. Embora o grupo SHAM tenha obtido significância estatística (p = 0,005; t = 3,840; d = −0,85; Δ% = −9,73), com tamanho de efeito grande, o grupo CAM+RFS demonstrou melhora consistente (p = 0,335; t = 1,027; d = −0,40; Δ% = −4,07), com tamanho de efeito moderado, evidenciando que, mesmo sem alcançar significância estatística, apresentou ganhos relevantes do ponto de vista funcional. O grupo CAM também apresentou redução (p = 0,717; t = 0,494; d = −0,24; Δ% = −4,07), com tamanho de efeito moderado. Já o grupo CON demonstrou tamanho de efeito pequeno (p = 0,565; t = 0,600; d = −0,13; Δ% = −1,82), com impacto mínimo na variável analisada.

Na variável de flexibilidade, o grupo CAM+RFS apresentou resultado estatisticamente significativo (p = 0,042; t = −2,410; d = 0,32; Δ% = 12,88), com tamanho de efeito moderado, indicando ganho funcional relevante. O grupo CAM (p = 0,431; t = −0,830; d = 0,19; Δ% = 7,22) e o grupo SHAM (p = 0,788; t = −0,278; d = 0,05; Δ% = 1,16) não apresentaram significância estatística, ambos com tamanho de efeito pequeno. Já o grupo CON registrou redução na variável (p = 0,151; t = 0,884; d = −0,02; Δ% = −0,71), com tamanho de efeito muito pequeno, sem evidências de melhora funcional.

Tabela 4 – Valores médios, desvio-padrão, significância, variância, tamanho de efeito e magnitude das adaptações funcionais intra-grupo.

Grupo	Pré VO²máx.	Pós VO²máx.	p	*t*	*d*	Δ%	Pré TUG	Pós TUG	*p*	*t*	*d*	Δ%	Pré FLEX	Pós FLEX	*p*	*t*	*d*	Δ%
CAM + RFS gl=8	26,3±8,02	29,2±6,92	0,175	-1,489	0,39	11,03	5,27±0,59	5,02±0,67	0,335	1,027	-0,40	-4,74	23,3±9,40	26,3±9,40	*0,042	-2,410	0,32	12,88
SHAM gl=8	29,2±5,15	30,3±4,51	0,263	-1,203	0,23	3,77	5,65±0,72	5,10±0,57	*0,005	3,840	-0,85	-9,73	25,9±5,,86	26,2±5,86	0,788	-0,278	0,05	1,16
CAM gl=8	24,7±8,84	30,0±7,08	*0,003	-4,197	0,66	21,46	5,40±1,01	5,18±0,80	0,717	0,494	-0,24	-4,07	18,0±6,78	19,3±6,78	0,431	-0,830	0,19	7,22
CON gl=8	25,6±6,97	24,8±8,49	0,390	0,908	0,10	-3,13	6,05±0,73	5,94±0,94	0,565	0,600	-0,13	-1,82	28,1±10,7	27,9±10,7	0,151	0,884	-0,02	-0,71

Legenda:CAM+RFS= grupo experimental caminhada com restrição de fluxo sanguíneo; SHAM= grupo experimental caminhada com restrição a 0%; CAM= grupo experimental caminhada sem restrição de fluxo sanguíneo; CON= grupo sem exercício de caminhada e sem restrição de fluxo sanguíneo; N= amostra total; n= amostra do grupo; VO²máx.=capacidade cardiopulmonar (mlkgmin); TUG= Time Up and Go test, agilidade (s); FLEX= banco de Wells flexibilidade; p=significância; *t*= variância; *d*= tamanho de efeito; Δ%= magnitude. *= diferença significativa.

Na Escala de Biodiversidade, referente à quantidade de pássaros percebidos, o grupo CAM+RFS apresentou melhora expressiva ($p = 0,128$; $t = -1,698$; $d = 0,90$; $\Delta\% = 155,32$), com tamanho de efeito grande. O grupo SHAM ($p = 0,929$; $t = -2,410$; $d = -0,04$; $\Delta\% = -4,24$) não apresentou mudanças relevantes. O grupo CAM ($p = 0,628$; $t = 0,504$; $d = -0,26$; $\Delta\% = -31,58$) demonstrou redução na percepção, com tamanho de efeito pequeno e negativo. Da mesma forma, o grupo CON apresentou queda significativa na variável ($p = 0,006$; $t = 3,736$; $d = -1,18$; $\Delta\% = -62,94$), com tamanho de efeito grande e negativo, indicando uma diminuição acentuada na percepção do número de pássaros ao longo do tempo.

Referente à percepção de borboletas, o grupo CAM+RFS apresentou um aumento na variável ($p = 0,640$; $t = -0,487$; $d = 0,20$; $\Delta\% = 44,61$), com tamanho de efeito pequeno, indicando uma tendência de melhora, ainda que sem significância estatística. Os grupos SHAM ($p = 0,271$; $t = 1,182$; $d = -0,57$; $\Delta\% = -82,00$) e CAM ($p = 0,239$; $t = 1,272$; $d = -0,55$; $\Delta\% = -82,00$) apresentaram redução na percepção, ambos com tamanho de efeito moderado e negativo. O grupo CON também demonstrou redução ($p = 0,347$; $t = 1,000$; $d = -0,47$; $\Delta\% = -100,0$), com tamanho de efeito moderado e negativo.

Na dimensão referente à percepção de árvores, o grupo CAM+RFS apresentou melhora considerável ao longo do tempo ($p = 0,133$; $t = -1,672$; $d = 0,88$; $\Delta\% = 75,08$), com tamanho de efeito grande, reforçando os benefícios da intervenção combinada na ampliação da atenção aos elementos naturais. O grupo SHAM ($p = 0,053$; $t = -2,271$; $d = 2,10$; $\Delta\% = 49,24$) também demonstrou aumento na variável, com tamanho de efeito grande. O grupo CAM ($p = 0,323$; $t = -1,054$; $d = 0,58$; $\Delta\% = 33,96$) apresentou tamanho de efeito moderado, sem significância estatística. Já o grupo CON evidenciou redução na percepção ($p = 0,339$; $t = 1,018$; $d = -1,06$; $\Delta\% = -24,84$), com tamanho de efeito grande e negativo.

Tabela 5 – Valores médios, desvio-padrão, significância, variância, tamanho de efeito e magnitude das variáveis de biodiversidade percebida intra-grupo (pré e pós).

Momento GRUPOS	Pré PSR	Pós PSR	*p*	*T*	*D*	Δ%	Pré BOR	Pós BOR	*p*	*t*	*d*	Δ%	Pré ARV	Pós ARV	*p*	*t*	*d*	Δ%
CAM + RFS	6,11±4,83	15,6±14,1	0.128	-1.698	0,90	155,32	7,33±10,9	10,6±19,8	0.640	-0.487	0,20	44,61	33,3±19,8	58,3±35,2	0.133	-1.672	0,88	75,08
SHAM	23,6±32,2	22,6±20,4	0.929	-2.410	-0,04	-4,24	8,00±16,3	1,44±1,88	0.271	1.182	-0,57	-82,00	39,4±1,88	58,8±12,9	0.053	-2.271	2,10	49,24
CAM	19,0±31,2	13,0±10,8	0.628	0.504	-0,26	-31,58	8,00±16,7	1,44±2,70	0.239	1.272	-0,55	-82,00	21,2±2,70	28,4±17,3	0.323	-1.054	0,58	33,96
CON	15,3±9,45	5,67±6,63	0.006	3.736	-1,18	-62,94	0,11±0,33	0,00±0,00	0.347	1.000	-0,47	-100,0	31±0,00	23,3±10,3	0.339	1.018	-1,06	-24,84

Legenda:CAM+RFS= grupo experimental caminhada com restrição de fluxo sanguíneo; SHAM= grupo experimental caminhada com restrição a 0%; CAM= grupo experimental caminhada sem restrição de fluxo sanguíneo; CON= grupo sem exercício de caminhada e sem restrição de fluxo sanguíneo; N= amostra total; n= amostra do grupo; PSR=número de pássaros; BOR= número de borboletas; ARV= número de árvores; p=significância; *t*= variância; *d*= tamanho de efeito; Δ%= magnitude.

5 Discussão

O presente estudo teve como objetivo analisar a eficácia da caminhada ecológica com restrição de fluxo sanguíneo nas adaptações funcionais de idosos.

Os resultados confirmaram a hipótese deste estudo, tendo em vista que o grupo experimental CAM+RFS apresentou uma melhora das aptidões funcionais dos idosos, relacionada ao aumento da força, agilidade, equilíbrio flexibilidade além de um grande percentual de melhora dos aspectos cognitivos associados à sensopercepção ecológica. Esses achados corroboram com um crescente corpo de evidências de que este tipo de treinamento realizado em pessoas idosas é capaz de promover melhorias nas capacidades funcionais e cognitivas (Clarkson; Conway; Warmington, 2017; Feitosa *et al.,* 2014; Gobbi *et al.,* 2005; Loenneke *et al.,* 2012; Oliveira *et al.,* 2016; Slysz; Stultz; Burr, 2016; Souza, 2023).

Adicionalmente, alguns estudos de revisão e meta-analíticos vêm ratificando o efeito positivo da técnica de RFS associada ao treinamento de caminhada, tanto em pessoas idosas quanto em populações clinicamente comprometidas. Esses estudos concluíram que esse tipo de abordagem intervencionista é comprovadamente uma alternativa eficaz para estimular os ganhos de força, VO_2máx e agilidade, especialmente na impossibilidade de realizar exercícios de alta carga (Patterson *et al.,* 2019; Sato *et al.,* 2005; Abe *et al.,* 2010; Cho; Lee, 2024; Lacerda Pereira *et al.,* 2022; Marzetti *et al.,* 2017; Resente-Neto; Gricoletto, 2019; Silva *et al.,* 2023; Silva *et al.,* 2024)

Força muscular

Os achados referentes à força muscular no presente estudo apontaram que o grupo CAM+RFS foi o único a apresentar melhorias estatisticamente significativas em todas as três avaliações realizadas: 10RM, dinamometria de membros inferiores e o teste de sentar e levantar. Tais resultados corroboram estudos anteriores que vêm destacando a eficácia da restrição de fluxo sanguíneo (RFS) como uma alternativa viável para promover adaptações neuromusculares mesmo em exercícios de baixa intensidade (Abe *et al.,*

2010; Sato *et al.,* 2005; Patterson *et al.,* 2019). Em especial, a melhora observada no teste de 10RM com um tamanho de efeito moderado a alto sugere que a RFS aplicada durante a caminhada foi capaz de promover um estímulo anabólico suficiente para induzir ganhos de força em idosos.

O estudo de Clarkson, Conway e Warmington (2017) já havia demonstrado efeitos positivos da caminhada com RFS sobre a capacidade funcional, embora não tenha avaliado diretamente a força muscular. Dessa forma, o presente estudo contribui para a literatura ao preencher essa lacuna e confirmar a hipótese levantada por autores de que a adição da RFS a exercícios aeróbicos pode ter implicações significativas sobre a força (Baker *et al.,* 2020). Esses resultados também corroboram as observações feitas por Ozaki *et al.* (2011a; 2011b), que indicaram que o uso de RFS em caminhadas de baixa intensidade pode induzir hipertrofia e ganhos de força comparáveis ao treinamento com cargas elevadas.

No que se refere à dinamometria dos membros inferiores, o grupo CAM+RFS obteve um aumento de mais de 30% com significância estatística e efeito moderado. Tal melhora pode ser atribuída à ativação aumentada de unidades motoras ocasionada pelo ambiente hipóxico induzido pela RFS, mecanismo já documentado por Loenneke *et al*.. (2012) e Hughes e Patterson (2020). A restrição parcial do fluxo sanguíneo promove a ativação preferencial das fibras de contração rápida e aumenta o estresse metabólico local, ambos fatores indutores de adaptações neuromusculares (Lucena *et al.,* 2024).

O teste de sentar e levantar reforça esse cenário: o grupo CAM+RFS foi o único a obter diferença estatística significativa, com tamanho de efeito alto. Esse teste é particularmente relevante por estar diretamente associado à autonomia funcional e à prevenção de quedas em idosos (ACSM, 2018). A melhora nessa variável sugere que a intervenção foi eficaz não apenas em aumentar a força bruta, mas também em aprimorar a funcionalidade aplicada ao cotidiano. Estes achados também corroboram com os encontrados nos estudos de (Queiros *et al.,* 2024)

Por outro lado, os grupos SHAM e CAM apresentaram variações menores e sem significância estatística em algumas variáveis de força, o que evidencia que a simples caminhada, mesmo em ambiente natural, não promoveu os mesmos efeitos sem a aplicação da restrição. Esses achados

reiteram que o diferencial está justamente no efeito metabólico da RFS, que potencializa os estímulos mesmo em intensidades mais baixas (Slysz; Stultz; Burr, 2016; Loenneke *et al.,* 2012). É válido destacar que a escolha por uma intensidade de caminhada ecológica próxima ao ritmo cotidiano dos participantes, embora possa ter limitado o grau de estresse mecânico, foi importante do ponto de vista da segurança e aderência ao protocolo. Mesmo com essa limitação, a associação com a RFS foi suficiente para promover adaptações superiores, indicando que esse modelo de treinamento é viável e eficaz para a população idosa.

A literatura também aponta que intervenções com RFS podem promover não apenas ganhos de força, mas também efeitos sistêmicos, como aumento do IGF-1 e da ativação da via mTOR (Loenneke; Wilson; Wilson, 2010). Esses mecanismos, aliados ao aumento do recrutamento de fibras rápidas, ajudam a explicar por que o grupo CAM+RFS obteve resultados superiores aos demais. Além disso, os resultados apresentados fortalecem a perspectiva de que a RFS pode representar uma estratégia segura e eficaz, especialmente para idosos que não podem ou não desejam realizar exercícios de alta intensidade. A aplicabilidade do método foi reforçada por Nakajima *et al.* (2006) e Centner *et al.* (2018), que destacaram a segurança da RFS em diferentes faixas etárias e contextos clínicos.

Por fim, os ganhos observados no grupo CAM+RFS reforçam a relevância de integrar estratégias de restrição de fluxo sanguíneo em programas de reabilitação e promoção da saúde voltados para idosos. A combinação de um ambiente ecológico com um estímulo fisiologicamente eficiente representa uma proposta inovadora e alinhada às diretrizes contemporâneas da gerontologia e da atividade física adaptada.

Adaptações funcionais (VO_2máx, agilidade e flexibilidade)

A capacidade funcional, compreendida pela aptidão cardiorrespiratória, agilidade e flexibilidade, é um marcador central do envelhecimento saudável. O presente estudo evidenciou que o grupo CAM+RFS apresentou avanços consistentes nessas variáveis, ainda que nem todos os indicadores tenham atingido significância estatística. Esses achados são importantes, pois

sugerem que mesmo protocolos de exercício de baixa intensidade, quando aliados à técnica de RFS, podem resultar em efeitos funcionais relevantes.

Quanto à capacidade cardiorrespiratória medida pelo VO_2máx, o presente estudo revelou resultados relevantes. Apesar do grupo CAM ter apresentado um aumento significativo nesta variável, é importante ressaltar que o grupo CAM+RFS também demonstrou uma melhoria funcional consistente, caracterizada por um efeito moderado. Esses achados encontram respaldo no estudo de Clarkson, Conway e Warmington (2017), que já haviam identificado melhorias na capacidade aeróbica em idosos após o treinamento com caminhada associada à restrição de fluxo sanguíneo. Contudo, enquanto esses autores avaliaram o VO_2máx em condições laboratoriais utilizando esteira ergométrica, o diferencial do presente estudo foi a realização dessa avaliação de maneira ecológica, mediante um teste em pista ao ar livre, muito mais próximo das condições reais de prática dos idosos.

Paralelamente os efeitos observados nesta variável podem ser atribuídos à restrição vascular parcial provocada pela RFS, no qual, gera um ambiente metabólico desafiador e estimula adaptações periféricas, especialmente no sistema muscular e vascular, como destacado por Patterson *et al.* (2019) e Slysz; Stultz; Burr (2016).

Essa escolha metodológica amplia significativamente a validade externa e a aplicabilidade prática dos resultados, aproximando-se do contexto cotidiano dos participantes e oferecendo maior relevância prática e ecológica às conclusões obtidas. Ainda, a natureza ecológica do protocolo pode ter favorecido uma melhor adesão ao exercício e uma resposta mais funcional, conforme preconizado por Pretty *et al.*. (2005) e Barton & Pretty (2010).

A variável agilidade, mensurada pelo teste TUG, também apresentou melhora funcional no grupo CAM+RFS. Embora essa melhora não tenha sido estatisticamente significativa, o tamanho de efeito identificado sugere benefícios clínicos relevantes. Por outro lado, o grupo SHAM demonstrou diferença significativa, mas com menor magnitude de efeito. Nesse sentido, observa-se que todos os grupos que realizaram caminhada apresentaram evolução perceptível, o que reforça o potencial adaptativo desse tipo de exercício.

Clarkson et al. (2017), por exemplo, observaram reduções expressivas no tempo do TUG em idosos submetidos à caminhada com restrição de fluxo sanguíneo, com magnitude de melhora duas vezes superior à do grupo controle. Os autores atribuíram esses efeitos à ativação de fibras rápidas induzida pela oclusão, o que favorece ganhos de força e agilidade mesmo em intensidades submáximas. De forma semelhante, Bigdeli et al. (2020) verificaram que um programa de treinamento funcional com RFS, embora mais complexo, também promoveu melhoras significativas na agilidade medida pelo TUG, superiores às do grupo controle. Dessa forma, ainda que os dados do presente estudo não tenham atingido significância estatística, os efeitos observados no grupo CAM+RFS indicam um potencial adaptativo com implicações funcionais importantes para a autonomia de idosos.

No domínio da flexibilidade, os resultados reforçam o potencial da intervenção com RFS. O grupo CAM+RFS apresentou melhora significativa e, com efeito moderado, alinhando-se aos achados de estudos como os de Centner *et al.* (2018) e Abe *et al*. (2010), que documentaram efeitos positivos da RFS em variáveis funcionais, mesmo em treinos aeróbicos de baixa intensidade.

Um aspecto importante a considerar é que no presente estudo o exercício foi conduzido em um ambiente ecológico e em intensidade espontânea. Essa escolha metodológica, embora limite a uniformização dos estímulos, amplia a validade externa do estudo e aproxima a intervenção da realidade cotidiana dos idosos. Tal abordagem está em consonância com a perspectiva funcional e inclusiva proposta por Oliveira e Oliveira (1995) e Costa *et al*.. (2020). Portanto, os dados obtidos demonstram que a caminhada com RFS, mesmo com intensidade moderada e realizada em ambientes naturais, pode promover adaptações significativas na capacidade funcional de idosos. Essa combinação de segurança, aplicabilidade e efetividade torna o protocolo uma alternativa promissora para programas de saúde voltados a essa população.

Ainda, os achados da revisão sistemática de Silva *et al*. (2024) se aproximam das evidências produzidas neste estudo, sobretudo ao apontarem que o exercício aeróbico com restrição de fluxo sanguíneo pode ser uma alternativa viável e segura para a melhora da funcionalidade em idosos. Ainda

que o cnúmero de estudos incluídos tenha sido pequeno, ambos os ensaios analisados apresentaram efeitos positivos após seis semanas de intervenção, destacando avanços na capacidade funcional. Por outro lado, as conclusões sobre a melhora do VO_2máx permanecem inconclusivas, uma vez que variáveis como tempo de exposição, especificidade do exercício e duração do protocolo parecem influenciar diretamente os desfechos. Apesar disso, o estudo reforça que a RFS tem potencial terapêutico em contextos em que o exercício de alta intensidade não é indicado. Tais evidências, quando contextualizadas com os resultados desta pesquisa, sugerem que a condução do protocolo em ambiente ecológico pode ter potencializado os benefícios percebidos, sobretudo pela maior aderência e engajamento dos participantes ao longo das sessões.

Sensopercepção ecológica (pássaros, borboletas e árvores)

A dimensão perceptiva da biodiversidade, embora de natureza subjetiva, tem emergido como uma variável relevante nas investigações que envolvem práticas físicas em ambientes naturais. Na presente pesquisa, foi utilizada uma escala adaptada de percepção da biodiversidade, com foco na identificação de elementos (pássaros, borboletas e árvores), considerando o potencial dessas variáveis enquanto indicadoras da atenção dirigida ao meio.

Os achados indicam que o grupo submetido à intervenção combinada de caminhada ecológica com restrição de fluxo sanguíneo (CAM+RFS) apresentou os incrementos mais expressivos em todas as categorias analisadas. Na percepção de pássaros houve um aumento acima de 150% no grupo CAM+RFS, ainda que sem significância estatística. Este dado, apresenta uma relevância funcional considerável, especialmente no contexto de intervenções voltadas ao envelhecimento ativo. Investigações anteriores, como as de Pretty *et al*. (2005) e Souza (2023), já haviam sinalizado que a imersão em ambientes naturais, aliada à prática de exercício, favorece maior envolvimento sensorial com a paisagem e eleva a percepção de elementos da biodiversidade.

Em relação à percepção de borboletas, o grupo que utilizou a técnica da restrição de fluxo também demonstrou melhora, embora de menor

magnitude. Este resultado pode estar vinculado à variação sazonal ou à baixa ocorrência efetiva desse elemento nos percursos. Ainda assim, o contraste com os grupos SHAM, CAM e CON — que apresentaram reduções marcantes nessa percepção — evidencia a superioridade do protocolo com RFS no estímulo da atenção ao ambiente.

Quanto às árvores, tanto o grupo CAM+RFS quanto o grupo SHAM apresentaram elevação na percepção, sendo que o primeiro demonstrou maior consistência e homogeneidade nos ganhos interdimensionais. Essa observação reflete o que já foi apontado na literatura relacionando o contato visual com vegetação densa à melhora do estado de humor, redução do estresse e aumento do bem-estar geral (Ulrich *et al.,* 1991; Barton; Pretty, 2010), aspectos que podem influenciar diretamente na adesão à prática de atividade física.

Além disso, alguns estudos apontaram o uso da RFS, na possibilidade induzir impactos positivos sobre a cognição. No estudo de Araújo *et al.*. (2021), foi observado que idosas submetidas ao treinamento de força com restrição de fluxo apresentaram melhora em aspectos como atenção e memória operacional. Os autores sugerem que esses efeitos podem estar ligados ao aumento da perfusão cerebral durante o exercício e à maior liberação de substâncias como o BDNF e o IGF-1, que estão diretamente relacionadas à neuroplasticidade. reforçando a idéia de que o exercício com RFS pode ser uma estratégia interessante também do ponto de vista cognitivo, especialmente em populações mais velhas.

Do mesmo modo, a percepção da biodiversidade também está associada com capacidades cognitivas e funcionais. Como indicado por Souza (2023), a atenção ao ambiente durante o exercício reflete, em parte, a capacidade de processamento cognitivo e a orientação atencional do praticante. Tal capacidade está intimamente relacionada à mobilidade funcional e à autonomia, especialmente em populações idosas. Ressalta-se também, a própria configuração metodológica do estudo, que ao utilizar pista de terra, vegetação nativa e ambientes abertos, favoreceu um ambiente multissensorial. Essa escolha aproxima-se das diretrizes de promoção da saúde voltadas ao envelhecimento ativo, com ênfase na integração entre o corpo em movimento e os estímulos do meio natural.

Dessa forma, os dados aqui apresentados sugerem que a caminhada com RFS pode promover benefícios não apenas em parâmetros fisiológicos clássicos — como força muscular, VO_2máx e agilidade funcional (Silva *et al.,* 2024; Pereira *et al.,* 2022; Araújo *et al.,* 2021) — mas também em esferas mais subjetivas, como a percepção da biodiversidade. Essa abordagem integrada contribui para uma compreensão mais ampla das interações entre exercício físico, cognição e natureza, oferecendo subsídios relevantes para intervenções voltadas à saúde pública, particularmente no contexto da atenção primária ao idoso.

6 CONCLUSÃO

De modo geral, os efeitos sobre a força muscular e sobre outras capacidades funcionais, como equilíbrio, agilidade e flexibilidade, indicam que intervenções de caminhada associado a técnica da restrição de fluxo sanguíneo, ainda que com volume e carga autosselecionadas, são capazes de gerar adaptações relevantes. Os achados da pesquisa demonstraram também que não há necessidade de mudanças drásticas na rotina, nem equipamentos sofisticados, o que amplia sua aplicabilidade tanto em ambientes clínicos quanto em ações de promoção à saúde em espaços abertos (vias públicas – Esteira de beira) comumente visto em cidades do interior.

Outro ponto observado foi o aumento na percepção da biodiversidade ao longo das sessões. Elementos como árvores, pássaros e borboletas passaram a ser notados com maior frequência pelos participantes, o que pode indicar não apenas uma melhora sensorial e atencional, mas também um vínculo mais significativo com o espaço onde o exercício acontecia. A valorização do ambiente natural e a leveza do exercício tornaram a prática mais prazerosa, o que pode ter favorecido os ganhos, mesmo com intensidade reduzida.

Assim, a caminhada ecológica com restrição de fluxo sanguíneo, controlada em 50%, mostrou-se uma alternativa segura, acessível e funcional, especialmente possibilidade eficiente para promover melhorias funcionais em pessoas idosas. Por se tratar de uma proposta simples, de fácil adesão, que

respeita o ritmo e os limites da população envolvida. Ainda, a combinação entre estímulo físico e envolvimento o ambiente reforça o potencial da proposta como estratégia de cuidado, autonomia e bem-estar no processo de envelhecer.

7 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Importante considerar a influência das estações do ano, visto que a presença de elementos naturais, como pássaros e borboletas — indicadores de percepção da biodiversidade utilizados neste estudo — pode variar substancialmente ao longo do tempo, afetando as respostas sensoriais e perceptivas dos participantes. Outro ponto a ser considerado diz respeito à ampla faixa etária dos idosos incluídos na amostra. Devido à dificuldade de recrutamento, foram incluídos todos os indivíduos acima de 60 anos. A diferença funcional entre indivíduos de 60 e 80 anos, por exemplo, pode ser expressiva e, portanto, estudos futuros devem buscar uma homogeneização maior da idade ou até mesmo estratificar os grupos por faixas etárias. Além disso, uma limitação relevante foi a ausência de controle externo da atividade física realizada fora das sessões experimentais. Apesar das orientações fornecidas aos participantes para manterem seus hábitos, não foi possível monitorar com precisão o volume, a intensidade ou a frequência das práticas físicas realizadas ao longo do protocolo, o que pode ter influenciado os resultados observados. Tais ajustes metodológicos poderão fornecer um refinamento das análises e permitir uma compreensão mais precisa das respostas individuais à caminhada com restrição de fluxo sanguíneo em contextos ecológicos.

8 SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS

Existe a necessidade de estudos futuros com uso de ultrassom para verificar a melhora da qualidade e espessura muscular, controle de variáveis bioquímicas e intervenções de longo prazo, a fim de confirmar e aprofundar a compreensão dos mecanismos de adaptação funcional associados à caminhada com restrição de fluxo sanguíneo.

REFERÊNCIAS

1. ABE, T. et al. Skeletal muscle size and strength are increased following walk training with restricted leg muscle blood flow: implications for training duration and frequency. **International Journal of KAATSU Training Research**, v. 5, n. 1, p. 9–15, 2009.
2. ABE, T.; KEARNS, C. F.; SATO, Y.. Muscle size and strength are increased following walk training with restricted venous blood flow from the leg muscle, Kaatsu-walk training. **Journal of Applied Physiology,** v. 100, n. 5, p. 1460–1466, 2006.
3. AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **ACSM's guidelines for exercise testing and prescription.** 11. ed. Editado por Gary Liguori. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2021.
4. ARAÚJO, J. P. et al. Resistance training with blood flow restriction and cognition in elderly women (project "forte-mente-ativa"): study protocol. **Motriz: Revista de Educação Física**, v. 27, p. e10210016220, 2021.
5. Araújo, J. P. et al. The effects of water-based exercise in combination with blood flow restriction on strength and functional capacity in post-menopausal women. **AGE**, v. 37, p. 110, 2015.
6. BAKER, B. S. et al. The effectiveness of low-load blood flow restricted resistance training to improve muscular strength and hypertrophy in older adults: a systematic review and meta-analysis. **Aging Clinical and Experimental Research**, v. 32, n. 10, p. 2087–2104, 2020.
7. BARTON, J.; PRETTY, J. What is the best dose of nature and green exercise for improving mental health? A multi-study analysis. **Environmental Science & Technology,** v. 44, n. 10, p. 3947-3955, 2010.
8. BARROSO, L.; CARVALHO, R. Ischemic preconditioning improves strength endurance performance. **Journal of Strength and Conditioning Research,** v. 00, n. 00, p. 3332–3337, 2019.
9. BECK, T. W. The importance of a priori sample size estimation in strength and conditioning research. **Journal of Strength and Conditioning Research,** v. 27, n. 8, p. 2323-2337, 2013.
10. BENNETT, H. et al. Effects of blood flow restriction training on aerobic capacity and performance: a systematic review. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 33, n. 2, p. 572–583, 2019.
11. BIGDELI, S. et al. Functional training with blood occlusion influences muscle quality indices in older adults. **Archives of Gerontology and Geriatrics,** v. 90, p. 104110, 2020.
12. CENTNER, C. et al. Low-load blood flow restriction and high-load resistance training induce comparable changes in patellar tendon properties. **Medicine & Science in Sports & Exercise,** v. 54, n. 4, p. 582–589, 2022.
13. CHO, C.; LEE, S. The effects of blood flow restriction aerobic exercise on body composition, muscle strength, blood biomarkers, and cardiovascular function: a narrative review. **International Journal of Molecular Sciences,** v. 25, n. 17, p. 9274, 2024.
14. CIRILO-SOUSA, M. S.; RODRIGUES NETO, M. G. Acute and chronic responses of aerobic exercise with blood flow restriction: a systematic review. **Frontiers in Physiology**, v. 10, p. 1239, 2019.
15. CIRILO-SOUSA, M. S. **Treinamento físico individualizado (personal training):** abordagem nas diferentes idades, situações especiais e avaliação física. 1. ed. João Pessoa -PB: [s. n.], 2008.

16. CIRILO-SOUSA, M. S.; RODRIGUES NETO, G. **Metodologia do treinamento físico com restrição de fluxo sanguíneo**. 1 ed. João Pessoa -PB: [s. n.], 2018.

17. CLARKSON, M. J.; CONWAY, L.; WARMINGTON, S. A. Blood flow restriction walking and physical function in older adults: a randomized control trial. **Journal of Science and Medicine in Sport,** v. 20, n. 12, p. 1041–1046, 2017.

18. COLADO, J. C. et al. A comparison of elastic tubing and isotonic resistance exercises. **International Journal of Sports Medicine**, v. 31, n. 11, p. 810-817, 2010.

19. CRENSHAW, A. G. et al. Wide tourniquet cuffs more effective at lower inflation pressures. **Acta Orthopaedica Scandinavica**, v. 59, n. 4, p. 447-451, 1988.

20. COSTA, T. C. et al. Idoso: o processo de envelhecimento na atualidade. **Revista Contemporânea,** v. 3, n. 11, p. 21214–21232, 2023.

21. RESENDE-NETO, A. G. et al. Effects of functional and traditional training in body composition and muscle strength components in older women: a randomized controlled trial. **Archives of Gerontology and Geriatrics,** v. 84, n. 2, p. 103902, 2019.

22. F*AUL,* 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.

23. FEITOSA, M. A. G. et al. **Envelhecimento em um Brasil em transformação:** atenção a aspectos sensoriais e cognitivos. In: CAMARANO, A. A. (org.). Novo regime demográfico: uma nova relação entre população e desenvolvimento? Rio de Janeiro: IPEA, 2014. p. 551–579.

24. FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. 4. ed. Porto Alegre: [s. n.], 2017.

25. FERREIRA, O. G. L. et al. Envelhecimento ativo e sua relação com a independência funcional. **Texto & Contexto Enfermagem**, v. 21, n. 3, p. 513–518, 2012.

26. FUJITA, S. et al. Blood flow restriction during low-intensity resistance exercise increases S6K1 phosphorylation and muscle protein synthesis. **Journal of Applied Physiology,** v. 103, n. 3, p. 903-910, 2007.

27. FULLER, R. A. et al. Psychological benefits of greenspace increase with biodiversity. **Biology Letters**, v. 3, n. 4, p. 390–394, 2007.

28. GIL, A. L. S. et al. Effect of strength training with blood flow restriction on muscle power and submaximal strength in eumenorrheic women. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 37, n. 2, p. 221–228, 2017.

29. GOBBI, S. et al. Atividade física e envelhecimento: aspectos epidemiológicos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte,** v. 11, n. 6, p. 338–343, 2005.

30. GOMES, A. C. **Treinamento desportivo:** estruturação e periodização. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

31. HUGHES, L. et al. Comparing the effectiveness of blood flow restriction and traditional heavy load resistance training in the post-surgery rehabilitation of anterior cruciate ligament reconstruction patients: a UK national health service randomised controlled trial. **Sports Medicine,** v. 49, n. 11, p. 1787-1805, 2019.

32. HEYWARD, V. H. **Avaliação Física e Prescrição do Exercício**. 6 ed. [S. l.: s. n.], 2013.

33. IBGE. **Projeção da População** (revisão 2018). Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br. Acesso em: 19 out. 2025.

34. JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. Generalized equations for predicting body density of men. **British Journal of Nutrition**, v. 40, n. 3, p. 497-504, 1978.

35. JEFFRIES, O. et al. Enhanced local skeletal muscle oxidative capacity and microvascular blood flow following 7-day ischemic preconditioning in healthy humans. **Frontiers in Physiology**, v. 9, p. 463, 2018.

36. JESSEE, M. B. et al. Influence of cuff width, sex, and race on arterial occlusion: implications for blood flow restriction research. **Sports Medicine**, v. 46, n. 6, p. 913-921, 2016.

37. QUEIROS, V. S. et al. Hypertrophic effects of low-load blood flow restriction training with different repetition schemes: a systematic review and meta-analysis. **PeerJ**, v. 12, p. e17195, 2024.

38. LAURENTINO, G. et al. Effects of strength training and vascular occlusion. **International Journal of Sports Medicine**, v. 29, n. 8, p. 664-667, 2008.

39. LAURENTINO, G. C. et al.. Strength training with blood flow restriction diminishes myostatin gene expression. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, [s. l.], v. 44, n. 3, p. 406–412, 2012.

40. LOENNEKE, J. P. et al. Blood flow restriction pressure recommendations: the hormesis hypothesis. **Medical Hypotheses**, v. 82, n. 5, p. 623-626, 2014.

41. LOENNEKE, J. P. et al. Blood flow restriction: the metabolite/volume threshold theory. **Medical Hypotheses**, v. 77, n. 5, p. 748–752, 2011.

42. LOENNEKE, J. P. Et al. Low intensity blood flow restriction training: a meta-analysis. **European Journal of Applied Physiology**, v. 112, n. 5, p. 1849-1859, 2012.

43. LOENNEKE, J. P. et al. Effects of cuff width on arterial occlusion: implications for blood flow restricted exercise. **European Journal of Applied Physiology,** v. 112, n. 8, p. 2903-2912, 2012.

44. LUCENA, P. H. M. et al. Effectiveness of aerobic training with blood flow restriction and ischemic preconditioning on anaerobic performance. **Contribuciones a Las Ciencias Sociales**, v. 17, n. 4, p. e5878, 2024.

45. PRETTY, J. et al. The mental and physical health outcomes of green exercise. **International Journal of Environmental Health Research**, v. 15, n. 5, p. 319-337, 2005.

46. MARZETTI, E. et al. The "sarcopenia and physical frailty in older people: multi-component treatment strategies" (SPRINTT) randomized controlled trial: case finding, screening and characteristics of eligible participants. **Experimental Gerontology**, v. 113, p. 48-57, 2018.

47. MARSELLE, M. R. et al. Moving beyond green: exploring the relationship of environment type and indicators of perceived environmental quality on emotional well-being following group walks. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 12, n. 1, p. 106–130, 2015.

48. MAZINI FILHO, M. L. et al. Atividade física e envelhecimento humano: a busca pelo envelhecimento saudável. **Revista Brasileira de Ciências do Envelhecimento Humano**, v. 7, n. 1, 2011.

49. MCDONNELL, A. S.; STRAYER, D. L. Immersion in nature enhances neural indices of executive attention. **Scientific Reports**, v. 14, n. 1845, 2024.

50. NAHAS, M. V. **Atividade física, saúde e qualidade de vida:** conceitos e sugestões para um estilo de vida ativo. 7. ed. Florianópolis: Edição do Autor, 2017.

51. NAKAJIMA, T. et al. Use and safety of KAATSU training: results of a national survey. **International Journal of KAATSU Training Research**, v. 2, n. 1, p. 5–13, 2006.

52. RODRIGUES NETO, G. R. et al. Effects of resistance training with blood flow restriction on haemodynamics: a systematic review. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 37, n. 6, p. 567–574, 2017.

53. NIEDERMEIER, M. et al. Is the effect of physical activity on quality of life in older adults mediated by social support? **Gerontology,** v. 65, n. 4, p. 375-382, 2019.

54. NYAKAYIRU, J. et al. Blood flow restriction only increases myofibrillar protein synthesis with exercise. [S. l.]: [s. n.], 2019.

55. OHTA, H. et al. Low-load resistance muscular training with moderate restriction of blood flow after anterior cruciate ligament reconstruction. **Acta Orthopaedica Scandinavica**, v. 74, n. 1, p. 62–68, 2003.

56. OLIVEIRA, D. V. et al. Capacidade funcional e qualidade de vida em mulheres idosas. **Revista Kairós: Gerontologia,** v. 17, n. 2, p. 65–82, 2014.

57. OMS. **Relatório mundial de envelhecimento e saúde**. 20. ed. Genebra: [s. n.], 2015.

58. OZAKI, H. et al. Effects of low-intensity walk training with restricted leg blood flow on muscle strength and aerobic capacity in older adults. **Journal of Geriatric Physical Therapy**, v. 34, n. 1, p. 50–55, 2011.

59. PAGE, W.; SWAN, R.; PATTERSON, S. D. The effect of intermittent lower limb occlusion on recovery following exercise-induced muscle damage: a randomized controlled trial. **Journal of Science and Medicine in Sport,** v. 20, n. 8, p. 729-733, 2017.

60. PATTERSON, S. D. et al. Blood flow restriction exercise position stand: considerations of methodology, application, and safety. **Frontiers in Physiology**, v. 10, p. 1–15, 2019.

61. PATTERSON, S. D. et al. **Exercício de restrição do fluxo sanguíneo**: considerações de metodologia, aplicação e segurança. [S. l.]: [s. n.], 2019.

62. PEARSON, S. J.; HUSSAIN, S. R. A review on the mechanisms of blood-flow restriction resistance training-induced muscle hypertrophy. **Sports Medicine**, v. 45, n. 2, p. 187-200, 2015.

63. POPE, Z. K.; WILLARDSON, J. M.; SCHOENFELD, B. J. Exercise and blood flow restriction. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 27, n. 10, p. 2914–2926, 2013.

64. RIKLI, R.; JONES, C. Development and validation of a functional fitness test for community residing older adults. **Journal of Aging and Physical Activity,** v. 7, n. 2, p. 129-161, 1999.

65. RODRIGUES, A. L.; SANTOS, M. C.; OLIVEIRA, C. M. Capacidade funcional e atividades da vida diária no envelhecimento. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 5, n. 10, p. 98–113, 2020.

66. Reference-Rockport Walking Institute. **Rockport fitness walking test**. Malboro, MA: Rockport Walking Institute, 1986.

67. SALE, D. G. **Neural adaptations to resistance exercise**. [S. l.]: [s. n.], 1988.

68. SATO, Y. et al. The acute and chronic effects of “kaatsu” resistance training: a short review. **Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science**, v. 24, n. 3, p. 259–266, 2005.

69. SILVA, E. A. et al. Effects of aerobic exercise with blood flow restriction on cardiorespiratory and functional capacity in the elderly: a systematic review. **Acta Scientiarum. Health Sciences**, v. 46, e64876, 2024.

70. SILVA, J. C. G. et al. Efeito do exercício aeróbio intervalado e contínuo com e sem restrição de fluxo sanguíneo sobre a pressão arterial pós-exercício. **Motricidade**, v. 14, n. 1S, p. 89–96, 2018.

71. SIQUEIRA, P. T. et al. Movimento ecológico e cognição corporal: uma revisão sobre a relação entre ambiente e aprendizagem motora. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 31, n. 3, p. 120–131, 2023.

72. SLYSZ, J.; STULTZ, J.; BURR, J. F. The efficacy of blood flow restricted exercise: A systematic review & meta-analysis. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 19, n. 8, p. 669-675, 2016.

73. SOUSA, M. S. C.; REIS, V. M. **Cineantropometria:** aplicabilidade prática no contexto morfológico, metabólico e neuromuscular. Vila Real-PT: SASUTAD, 2011.

74. TAKARADA, Y.; SATO, Y.; ISHII, N. Effects of resistance exercise combined with vascular occlusion on muscle function in athletes. **European Journal of Applied Physiology,** v. 86, n. 4, p. 308-314, 2002.

75. THOMAS, J. R.; NELSON, J. K.; SILVERMAN, S. J. **Métodos de pesquisa em atividade física**. Artmed, 6. ed., 2012.

76. THOMPSON, C. J. et al. Does participating in physical activity in outdoor natural environments have a greater effect on physical and mental wellbeing than physical activity indoors? A systematic review. **Environmental Science & Technology,** v. 45, n. 5, p. 1761-1772, 2011.

77. WILSON, J. M.; WILSON, G. J. A hypothesis: the mechanisms and application of occlusion training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 1, p. 256–261, 2010.

78. YASUDA, T. et al. Effects of low-intensity, elastic band resistance exercise combined with blood flow restriction on muscle size and arterial stiffness in older adults. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences,** v. 63, n. 3, p. 618–625, 2008.

79. ZENG, Z. et al. Effects of aerobic training with blood flow restriction on muscular and cardiorespiratory adaptations in older adults. **Journal of Aging and Physical Activity**, v. 29, n. 3, p. 416–423, 2021.

ANEXOS

ANEXO – A

Protocolo dos Testes de Aptidão Física Funcional da Bateria de Testes deRikli & Jones (1999) (ADAPTADO)

1. Levantar e Sentar na Cadeira

Objetivo: avaliar a força e resistência dos membros inferiores (número de execuções em 30'' sem a utilização dos membros superiores).

Equipamento: cronômetro, cadeira com encosto (sem braços), com altura do assento aproximadamente 43 cm. Por razões de segurança, a cadeira deve ser colocada contra uma parede, ou estabilizada de qualquer outro modo, evitando que se mova durante o teste.

Protocolo: o teste inicia-se com o participante sentado no meio da cadeira, comas costas direitas e os pés afastados à largura dos ombros e totalmente apoiados no solo. Um dos pés deve estar ligeiramente avançado em relação ao outro paraa ajudar a manter o equilíbrio. Os membros superiores estão cruzados ao nível dos pulsos e contra o peito. Ao sinal de "partida" o participante eleva-se até à extensão máxima (posição vertical) e regressa à posição inicial sentado. O participante é encorajado a completar o máximo de repetições num intervalo detempo de 30''. Enquanto controla o desempenho do participante para assegura o maior rigor, o avaliador conta as elevações corretas. Chamadas de atenção verbais (ou gestuais) podem ser realizadas para corrigir um desempenho deficiente.

Prática/ ensaio: após uma demonstração realizada pelo avaliador, um dos dois ensaios pode ser efetuado pelo participante visando uma execução correta. De imediato segue-se a aplicação do teste.

Pontuação: a pontuação obtida pelo número total de execuções corretas num intervalo de 30''. Se o participante estiver a meio da elevação no final dos 30'', esta deve contar como uma elevação.

2. Sentar e Alcançar

Objetivo: avaliar a flexibilidade dos membros inferiores (distância atingida na direção dos dedos dos pés)

Equipamento: cadeira com encosto (aproximadamente 43 cm de altura até ao assento) e uma régua de 45 cm. Por razões de segurança, a cadeira deve ser colocada contra uma parede de forma a que se mantenha estável (não deslize para a frente) quando o participante se sentar na respectiva extremidade.

Protocolo: começando numa posição sentado, o participante avança o seu corpo para a frente, até se encontrar sentado na extremidade do assento da cadeira. A dobra entre o topo da perna e as nádegas deve estar ao nível da extremidade do assento. Com uma perna fletida e o pé totalmente assente no solo, a outra perna (a perna de preferência) é estendida na direção da coxa, como calcanhar no chão e o pé flectido (aprox. 90º). O participante deve ser encorajado a expirar à medida que flecte para afrente, evitando movimentos bruscos, rápidos e fortes, nunca atingindo o limite da dor.Com a perna estendida(mas não hiperestendida), o participante flecte lentamente para a frente até à articulação da coxo femoral (a coluna deve manter-se o mais direita possível, coma cabeça no prolongamento da coluna, portanto não fletida), deslizando as mãos (uma sobre a outra, com as pontas dos dedos sobrepostas) ao longo da perna estendida, tentando tocar os dedos dos pés. Deve tocar nos dedos dos pés durante 2''. Se o joelho da perna estendida começar a fletir, solicitar ao participante que se sente lentamente até que o joelho fica na posição estendidaantes de iniciar a medição.

Prática/ensaio: após demonstração realizada pelo avaliador, o participante é questionado sobre a sua perna preferencial. O participante deve ensaiar duas vezes, seguindo-se a aplicação do teste.

Pontuação: usando uma régua de 45 cm, o avaliador regista a distância (cm) até aos dedos dos pés (resultado mínimo) ou a distância (cm) que consegue alcançar para além dos dedos dos pés (resultado máximo). O

meio do dedo grande do pé, na extremidade do sapato, representa o ponto zero. Registar ambos os valores encontrados com a aproximação de 1 cm, e fazer um círculo sobre o melhor resultado. O melhor resultado é usado para avaliar o desempenho. Assegure-se de que regista os sinais –ou + na folha de registo.

Atenção: o avaliador deve ter em atenção as pessoas que apresentam problemas de equilíbrio, quando sentadas na extremidade da cadeira.

A perna preferida é definida pelo melhor resultado. É importante trabalhar os doislados do corpo ao nível da flexibilidade, mas por questões de tempo apenas o lado hábil tem sido usado para a definição de padrões.

3. **Sentado, Caminhar 2,44m e Voltar a Sentar (TUG)**

Objetivo: avaliar a mobilidade física –velocidade, agilidade e equilíbrio dinâmico.

Equipamento: cronômetro, fita métrica, cone (ou outro marcador) e cadeira comencosto (aproximadamente 43 cm de altura).

Montagem: a cadeira deve ser posicionada contra a parede ou de outra forma que garanta a posição estática durante o teste. A cadeira deve também estar numa zona desobstruída, em frente a um cone à distância de 2,44 m (medição desde a ponta da cadeira até à parte anterior do marcador). Deverá haver pelo menos 1,22 m de distância livre à volta do cone, permitindo ao participante contornar livremente o cone.

Protocolo: o teste é iniciado com o participante totalmente sentado na cadeira (postura ereta), mãos nas coxas, e pés totalmente assentes no solo (um pé ligeiramente avançado em relação ao outro). Ao sinal de "partida" o participante eleva-se da cadeira, caminha o mais rápido possível à volta do cone (por qualquer dos lados) e regressa à cadeira. O participante deve ser informado deque se trata de um teste "por tempo", sendo o objetivo caminhar o mais depressapossível (sem correr) à volta do cone e regressar à cadeira. O avaliador deve funcionar como assistente, mantendo-se a meia distância entre a cadeira e o cone, de maneira a poder dar assistência em caso de desequilíbrio. O avaliador

deve iniciar o cronómetro ao sinal de “partida” quer a pessoa tenha ou não iniciado o movimento, e pará-lo no momento exato em que a pessoa se senta.

Prática / ensaio: após demonstração, o participante deve experimentar uma vez, realizando duas vezes o exercício. Deve chamar-se a atenção do participante de que o tempo é contabilizado até este estar completamente sentado na cadeira.

Pontuação: o resultado corresponde ao tempo decorrido entre o sinal de “partida” até ao momento em que o participante está sentado na cadeira. Registam-se os dois valores até ao 0,01’. O melhor resultado é utilizado para medir o desempenho. Devem ser encorajados verbalmente no sentido de obterem o desempenho máximo.

Pontuação: o resultado representa o número total de metros caminhados durante os seis minutos.

Precauções: qualquer participante deve interromper o teste caso tenha tonturas,dor, náuseas ou fadiga.

ANEXO – B

QAFH- Questionário de Atividade Física Habitual

1) Qual a sua ocupação principal? _____

2) No trabalho, eu fico sentado:

( ) Nunca ( ) Raramente ( ) Às vezes ( ) Frequentemente ( ) Sempre

3) No trabalho, eu fico em pé:

( ) Nunca ( ) Raramente ( ) Às vezes ( ) Frequentemente ( ) Sempre

4) No trabalho, eu ando:

( ) Nunca ( ) Raramente ( ) Às vezes ( ) Frequentemente ( ) Sempre

5) No trabalho, eu levanto objetos pesados:

( ) Nunca ( ) Raramente ( ) Às vezes ( ) Frequentemente ( ) Sempre ( ) Muitofrequentemente

6) Depois do trabalho, eu me sinto cansado:

( ) Muito frequentemente ( ) Frequentemente ( ) Às vezes ( ) Raramente ( ) Nunca

7) No trabalho, eu suo:

( ) Muito frequentemente ( ) Frequentemente ( ) Às vezes ( ) Raramente ( ) Nunca

8) Em comparação com o trabalho de outras pessoas da minha idade, o meutrabalho é fisicamente:

( ) Muito mais pesado ( ) Mais pesado ( ) Igualmente pesado ( ) Mais leve ( ) Muitomais leve

9) Você pratica exercício físico? ( ) Sim ( ) Não

Se sim:

Qual exercício você pratica mais frequentemente?

_____

Quantas horas por semana você pratica este exercício? _____

Quantos meses por ano? _____

Se você pratica um segundo exercício físico:

Qual exercício? _____

Quantas horas por semana você pratica este exercício?_____

Quantos meses por ano? _____

10) Em comparação com outras pessoas da minha idade, minha atividade física durante os momentos de lazer é:

( ) Muito maior ( ) Maior ( ) Igual ( ) Menor ( ) Muito menor

11) Durante os momentos de lazer, eu suo:

( ) Muito frequentemente ( ) Frequentemente ( ) Às vezes ( ) Raramente ( ) Nunca

12) Durante os momentos de lazer, eu pratico exercícios físicos:

( ) Nunca ( ) Raramente ( ) Às vezes ( ) Frequentemente ( ) Sempre

13) Durante os momentos de lazer, eu assisto à televisão:

( ) Nunca ( ) Raramente ( ) Às vezes ( ) Frequentemente ( ) Sempre

14) Durante os momentos de lazer, eu ando:

( ) Nunca ( ) Raramente ( ) Às vezes ( ) Frequentemente ( ) Sempre

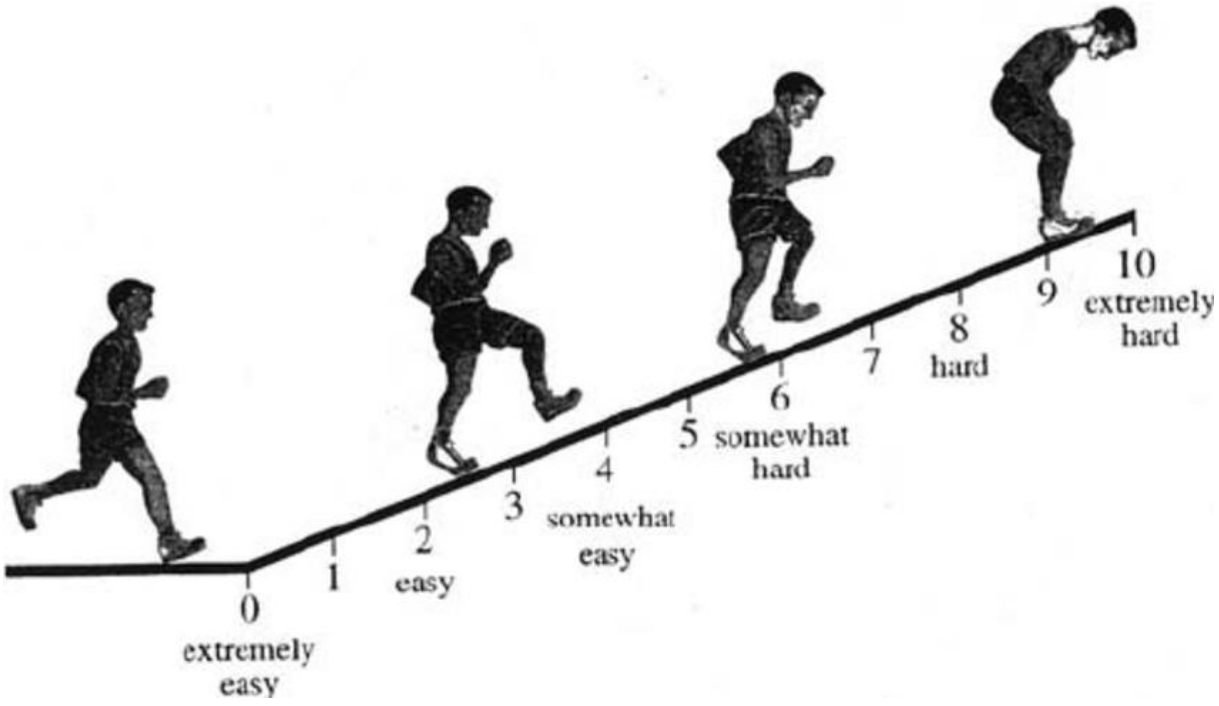
15) Durante os momentos de lazer, eu ando de bicicleta:

( ) Nunca ( ) Raramente ( ) Às vezes ( ) Frequentemente ( ) Sempre ( ) Muitofrequentemente

16) Quantos minutos você caminha e/ou anda de bicicleta por dia para ir ouvoltar do trabalho, escola e shopping? _____

ANEXO – C

Escala de OMINI DE IPE



ANEXO - D

Escala de Biodiversidade Percebida

Quantos diferentes tipos de **pássaros** você acredita que existe nesse ambiente?

□ 0
□ 1 – 4 tipos
□ 5 – 14 tipos
□ 15 – 30 tipos
□ Mais de 30 tipos diferentes

Quantos diferentes tipos de **borboletas** você acredita que existe nesse ambiente?

□ 0
□ 1 – 4 tipos
□ 5 – 9 tipos
□ 10 – 20 tipos
□ Mais de 20 tipos diferentes
□

Quantos diferentes tipos de **plantas/árvores** você acredita que existe nesse ambiente?

□ 0
□ 1 – 9 tipos
□ 10 – 99 tipos
□ 100 – 300 tipos
□ Mais de 300 tipos diferentes

ANEXO – E

BRAZILIAN MULTIDIMENSIONAL FUNCTIONAL ASSESSMENTQUESTIONNAIRE – BOMFAQ

Agora eu gostaria de perguntar sobre algumas atividades e tarefas do seu dia a dia. Estamos interessados em saber se o(a) Sr(a) consegue fazer estas atividades sem nenhuma necessidade de auxílio ou se precisa de alguma ajuda, ou se não consegue fazer tais atividades de forma nenhuma.

	SEM DIFICULDADE	**COM DIFICULDADE**		**NÃO**	**NÃO RESPONDE**
		POUCA	**MUITA**		
Deitar/Levantar– cama	(1)	(2)	(3)	(9)	(0)
Comer	(1)	(2)	(3)	(9)	(0)
Pentear cabelo	(1)	(2)	(3)	(9)	(0)
Andar no plano	(1)	(2)	(3)	(9)	(0)
Tomar banho	(1)	(2)	(3)	(9)	(0)
Vestir-se	(1)	(2)	(3)	(9)	(0)
Ir ao banheiro em tempo	(1)	(2)	(3)	(9)	(0)
Subir escadas (1 lance)	(1)	(2)	(3)	(9)	(0)
Medicar-se na hora	(1)	(2)	(3)	(9)	(0)
Andar perto de casa	(1)	(2)	(3)	(9)	(0)
Fazer compras	(1)	(2)	(3)	(9)	(0)
Preparar refeições	(1)	(2)	(3)	(9)	(0)
Cortar a unha dos pés	(1)	(2)	(3)	(9)	(0)
Sair de condução	(1)	(2)	(3)	(9)	(0)
Fazer limpeza de casa	(1)	(2)	(3)	(9)	(0)
TOTAL					

ANEXO – F
FOLHA DE ROSTO

UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
PROGRAMA ASSOCIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA UPE-UFPB
CURSO DE DOUTORADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

A Tese **Eficácia da caminhada ecológica com restrição do fluxo sanguíneo nas adaptações funcionais de indivíduos idosos.**

Elaborada por Pedro Henrique Marques de Lucena

Foi julgada pelos membros da Comissão Examinadora e aprovada para obtenção do título de DOUTOR EM EDUCAÇÃO FÍSICA na Área de Concentração: SAÚDE, DESEMPENHO E MOVIMENTO HUMANO.

João Pessoa, 30 de maio de 2025.

BANCA EXAMINADORA:

Profª. Drª. Maria do Socorro Cirilo de Sousa
(UFPB) - Presidente da Sessão

Prof. Dr. Eric de Lucena Barbosa
(UNIPÊ) - Membro Externo

Prof. Dr. Adenilson Targino de Araújo Júnior
(IFPB) – Membro Externo

Prof. Dr. Thiago Siqueira Paiva de Souza
(UFPB) – Membro Externo

Prof. Dr. Jefferson da Silva Novaes
(UFRJ) – Membro Externo

ANEXO – G

ARTIGO I

CUADERNOS DE EDUCACIÓN Y DESARROLLO
Europub European Publications
ISSN: 1989-4155

DOI: 10.55905/cuadv17n5-010

Receipt of originals: 4/2/2025
Acceptance for publication: 4/25/2025

Efeito Crônico do treinamento de caminhada ecológica com restrição de fluxo sanguíneo nos diferentes tipos de força muscular em idosos

Chronic Effects of Ecological Walking Training with Blood Flow Restriction on Different Types of Muscle Strength in Older

Efectos Crónicos del Entrenamiento de Caminata Ecológica con Restricción del Flujo Sanguíneo sobre los Diferentes Tipos de Fuerza Muscular en Adultos Mayores

Pedro Henrique Marques de Lucena
Mestre em Educação Física
Instituição: Universidade Federal da Paraíba (UFPB)
Endereço: Cidade Universitária, s/n - Castelo Branco, João Pessoa - PB, CEP: 58051-900, Brasil
E-mail: profpedrolucena@gmail.com

Jefferson da Silva Novaes
Doutor em Educação Física
Instituição: Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)
Endereço: Rua José Lourenço Kelmer, s/n - São Pedro, Juiz de Fora - MG, CEP: 36036-900, Brasil
E-mail: jeffsnovaes@gmail.com

Adenilson Targino de Araújo Júnior
Doutor em Ciências do Desporto
Instituição: Universidade de Trás−os−Montes e Alto Douro (UTAD)
Endereço: Quinta de Prados, CEP: 5000-801 Vila Real, Portugal
E-mail: adenilsonjunior@yahoo.com.br

Eric de Lucena Barbosa
Doutor em Ciências do Movimento Humano
Instituição: Universidad Autónoma de Aaunción (UAA)
Endereço: Jejuí 667 c/ 15 de Agosto, Asunción, Paraguai
E-mail: Eric.luba@hotmail.com

Thiago Siqueira Paiva de Souza
Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente
Instituição: Universidade Federal da Paraíba (UFPB)
Endereço: Cidade Universitária, s/n - Castelo Branco, João Pessoa - PB, CEP: 58051-900, Brasil
E-mail: tsps@academico.ufpb.br

CUADERNOS DE EDUCACIÓN Y DESARROLLO
Europub European Publications
ISSN: 1989-4155

Clizaldo Luiz Maroja Di Pace França
Mestre em Educação
Instituição: Universidade Federal da Paraíba (UFPB)
Endereço: Cidade Universitária, s/n - Castelo Branco, João Pessoa - PB, CEP: 58051-900, Brasil
E-mail: clizaldo@gmail.com

Camila Fernandes Pontes dos Santos
Mestre em Fisioterapia
Instituição: Universidade Federal da Paraíba (UFPB)
Endereço: Cidade Universitária, s/n - Castelo Branco, João Pessoa - PB, CEP: 58051-900, Brasil
E-mail: pontescamila6@gmail.com

Natália Herculano Paz
Mestre em Modelos de Decisão e Saúde
Instituição: Universidade Federal da Paraíba (UFPB)
Endereço: Cidade Universitária, s/n - Castelo Branco, João Pessoa - PB, CEP: 58051-900, Brasil
E-mail: natalia.herculano@hotmail.com

Pedro Augusto Mariz Dantas
Mestre em Educação Física
Instituição: Universidade Federal da Paraíba (UFPB)
Endereço: Cidade Universitária, s/n - Castelo Branco, João Pessoa - PB, CEP: 58051-900, Brasil
E-mail: pedroamdantas@gmail.com

Carlos Renato Paz
Doutor em Educação Física
Instituição: Universidade Federal da Paraíba (UFPB)
Endereço: Cidade Universitária, s/n - Castelo Branco, João Pessoa - PB, CEP: 58051-900, Brasil
E-mail: renatopaz@hotmail.com

Humberto Lameira Miranda
Doutor em Engenharia Biomédica
Instituição: Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)
Endereço: Av. Carlos Chagas Filho, 540 - Bloco G - Cidade Universitária, Rio de Janeiro - RJ, CEP: 21941-599, Brasil
E-mail: humbertomiranda@eefd.ufrj.br

CUADERNOS DE EDUCACIÓN Y DESARROLLO
Europub European Publications
ISSN: 1989-4155

Maria do Socorro Cirilo−Sousa
Doutora em Educação Física
Instituição: Universidade Federal da Paraíba (UFPB)
Endereço: Cidade Universitária, s/n - Castelo Branco, João Pessoa - PB, CEP: 58051-900, Brasil
E-mail: helpcirilo@yahoo.com.br

RESUMO
O objetivo foi analisar o efeito crônico do treinamento de caminhada ecológica com restrição de fluxo sanguíneo nos diferentes tipos de força muscular em idosos. Participaram 36 idosos fisicamente ativos (66,7±6,2 anos), randomizados em quatro grupos: G1=caminhada com RFS a 50% (CAM+RFS), G2=caminhada SHAM (0%), G3=caminhada sem RFS (CAM) e G4=controle sem exercício (CON). O protocolo consistiu em 18 sessões de 36 minutos (10' aquecimento, 21' caminhada, 5' volta à calma). Foram mensuradas a força dinâmica (teste de 10RM), isométrica (Dinamometria de MMII) e de resistência (Teste de levantar e sentar) respectivamente. O software utilizado para as análises foi JAMOVI (v2.2.5), com ANOVA para comparações entre grupos e teste t pareado para comparações intragrupos. Adotou−se o nível de significância p≤0,05, com cálculo de tamanho de efeito (η^2), d de Cohen e variação percentual (Δ%). A análise intergrupos não apresentou diferença significativa (p= 0.694; F= 0.486). Nas análises intragrupo pré vs pós, o grupo CAM+RFS apresentou as melhorias na força dinâmica (10RM: p=0,026; Δ%=17,7; d=0,69), força isométrica (dinamometria: p= 0,041; Δ%= 30,7; d= 0,41), resistência de membros inferiores (levantar e sentar: p=0,003; Δ%=18,6; d=0,72). Conclui-se que a caminhada ecológica associada a técnica RFS é uma estratégia eficaz e viável para otimizar os diferentes tipos de força muscular em idosos, mesmo utilizando baixas cargas. Ainda, se apresenta como alternativa ao treinamento de altas cargas demonstrando menor risco articular e elevado potencial de adesão por parte da população idosa.

Palavras-chave: treinamento aeróbico, restrição de fluxo sanguíneo, força muscular, idoso.

ABSTRACT
The objective was to analyze the chronic effects of ecological walking training with blood flow restriction (BFR) on different types of muscle strength in older adults. A total of 36 physically active older adults (66.7±6.2 years) participated in the study, randomly assigned to four groups: G1 = walking with BFR at 50% (CAM+BFR), G2 = SHAM walking (0%), G3 = walking without BFR (CAM), and G4 = control without exercise (CON). The protocol consisted of 18 sessions of 36 minutes (10' warm-up, 21' walking, 5' cool-down). Dynamic strength (10RM test), isometric strength (lower limb dynamometry), and muscular endurance (sit-to-stand test) were assessed. Data were analyzed using JAMOVI software (v2.2.5), with ANOVA for between-group comparisons and paired t-tests for within-group comparisons. A significance level of p≤0.05 was adopted, along with effect size (η^2), Cohen's d, and percentage change (Δ%). The intergroup analysis showed

CUADERNOS DE EDUCACIÓN Y DESARROLLO
Europub European Publications
ISSN: 1989-4155

no statistically significant differences (p=0.694; F=0.486). However, the CAM+BFR group showed significant pre–post improvements in dynamic strength (10RM: p=0.026; Δ%=17.7; d=0.69), isometric strength (dynamometry: p=0.041; Δ%=30.7; d=0.41), and lower limb endurance (sit-to-stand: p=0.003; Δ%=18.6; d=0.72). It is concluded that ecological walking combined with BFR is an effective and feasible strategy to enhance different types of muscle strength in older adults, even under low-load conditions. Moreover, it appears to be a safe alternative to high-load training, with lower joint stress and greater adherence potential among the elderly population.

Keywords: aerobic training, blood flow restriction, muscle strength, older adults.

RESUMEN

El objetivo fue analizar los efectos crónicos del entrenamiento de caminata ecológica con restricción del flujo sanguíneo (RFS) sobre los diferentes tipos de fuerza muscular en adultos mayores. Participaron 36 adultos mayores físicamente activos (66,7±6,2 años), asignados aleatoriamente a cuatro grupos: G1 = caminata con RFS al 50% (CAM+RFS), G2 = caminata SHAM (0%), G3 = caminata sin RFS (CAM) y G4 = grupo control sin ejercicio (CON). El protocolo consistió en 18 sesiones de 36 minutos (10’ de calentamiento, 21’ de caminata y 5’ de vuelta a la calma). Se evaluó la fuerza dinámica (prueba de 10RM), la fuerza isométrica (dinamometría de miembros inferiores) y la resistencia muscular (prueba de sentarse y levantarse). Para los análisis se utilizó el software JAMOVI (v2.2.5), aplicando ANOVA para comparaciones entre grupos y la prueba t pareada para comparaciones intragrupo. Se adoptó un nivel de significancia de p≤0,05, junto con el cálculo del tamaño del efecto (η^2), d de Cohen y el cambio porcentual (Δ%). El análisis intergrupal no mostró diferencias estadísticamente significativas (p=0,694; F=0,486). Sin embargo, el grupo CAM+RFS presentó mejoras significativas pre y post en fuerza dinámica (10RM: p=0,026; Δ%=17,7; d=0,69), fuerza isométrica (dinamometría: p=0,041; Δ%=30,7; d=0,41) y resistencia de miembros inferiores (sentarse y levantarse: p=0,003; Δ%=18,6; d=0,72). Se concluye que la caminata ecológica asociada a la técnica de RFS es una estrategia eficaz y viable para optimizar distintos tipos de fuerza muscular en adultos mayores, incluso con cargas reducidas. Además, se presenta como una alternativa segura al entrenamiento con altas cargas, con menor riesgo articular y alto potencial de adherencia en esta población.

Palabras clave: entrenamiento aeróbico, restricción del flujo sanguíneo, fuerza muscular, adulto mayor.

1 INTRODUÇÃO

A melhoria do desempenho, na força muscular, dependem não somente

CUADERNOS DE EDUCACIÓN Y DESARROLLO
Europub European Publications
ISSN: 1989-4155

da quantidade e da qualidade dos músculos envolvidos, mas também da capacidade do sistema nervoso de ativá-los de maneira apropriada. Sendo assim, se faz necessário um treinamento que seja eficaz para causar mudanças adaptativas no sistema nervoso, permitindo uma maior ativação dos músculos motores primários em movimentos específicos, além de coordenar um melhor recrutamento das unidades motoras, gerando maior torque resultante e aumentando, consequentemente, os níveis de força da pessoa idosa (Fleck; Kraemer, 2017; Sale, 1988).

Para promover ganhos de força e hipertrofia, a recomendação do Colégio Americano de Medicina Esportiva (ACSM) é de realizar exercícios de força com intensidades superiores ou iguais a 65% de uma repetição máxima (1RM) ou exercícios aeróbicos (EA) de alta intensidade, como o HIIT, Fartlek e a Pliometria (Heyward, 2013; ACSM, 2018). No entanto, esses tipos de treinamentos, para grande parte da população idosa, podem ser inadequadas devido à utilização de cargas elevadas. Além disso, os treinamentos de alta intensidade podem representar uma maior exposição ao risco de lesão e quedas (Araújo *et al*., 2015).

Nesse contexto, o treinamento físico (anaeróbio e aeróbio) com baixas cargas associado à técnica da restrição do fluxo sanguíneo (RFS), tem demonstrado ser um recurso para ganhos de força e hipertrofia em populações que apresentam limitações quanto ao uso de cargas mais elevadas (Abe *et al*., 2009; Loenneke *et al*., 2011; Pope *et al*., 2013). Desse modo, Revendo a literatura pertinente, observam-se variações de aplicação do método que combina diferentes tipos de exercícios físicos com a RFS. Sua aplicação consiste no uso de torniquetes ou faixas elásticas, fixados na região proximal do esqueleto apendicular, promovendo uma compressão superficial do tecido conjuntivo do segmento e controlada por percentuais obtidos, individualmente, pelo pulso de insonação, mensurado de forma direta, por níveis de pressão arterial ou equações de predição.

Esse tipo de treinamento promove, por meio da hiperemia causada pela redução do fluxo sanguíneo periférico, gerando estresse metabólico e induzindo

CUADERNOS DE EDUCACIÓN Y DESARROLLO
Europub European Publications
ISSN: 1989-4155

a fadiga precoce das fibras do tipo i e uma antecipação da ativação das fibras musculares de tipo II - ordem do recrutamento e princípio do tamanho - (Fleck; Kraemer, 2017), além de aumentar os níveis de influxo de água na célula muscular, o que pode provocar um estímulo capaz de melhorar a sinalização do mTOR, resultando em ganhos de força, hipertrofia (Cirilo-sousa; Rodrigues Neto, 2018;Loenneke *et al*., 2012; Nyakayiru *et al*., 2019; Patterson *et al*., 2019).

A técnica de restrição do fluxo sanguíneo (RFS) pode ser aplicada tanto em exercícios de força quanto em exercícios aeróbicos. No caso da caminhada associada à RFS, utiliza-se uma intensidade, equivalente a 30–50% do (VO_2máx.). Este método tem demonstrado ser seguro, não invasivo e eficaz para promover ganhos de força e hipertrofia (Barroso; Carvalho, 2019; Gil *et al*., 2017; Neto *et al*., 2017; Ohta *et al*., 2003), incluindo com a população idosa (Abe; Kearns; Sato, 2006; Clarkson; Conway; Warmington, 2017).

Ao integrar a restrição de fluxo sanguíneo (RFS) à caminhada em ambientes naturais, amplia-se o potencial do exercício físico ao combinar estímulos fisiológicos com benefícios psicológicos oriundos da exposição ao meio. O termo “ecológico” não se limita à presença de natureza, mas refere-se à qualidade da interação entre o corpo em movimento e os elementos que compõem o ambiente. Práticas corporais ecológicas são caracterizadas por movimentos mediados por estímulos que se assemelham às ações motoras do cotidiano, como irregularidades do terreno, variações climáticas, texturas, sons e cheiros naturais, conferindo realismo, variabilidade e funcionalidade à experiência motora. Assim, perspectiva, o ambiente deixa de ser um cenário passivo e passa a atuar como componente ativo do processo adaptativo, modulando respostas fisiológicas, perceptivas, cognitivas e afetivas. (Siqueira Paiva *et al*., 2023).

A combinação de estímulos ambientais e fisiológicos pode aumentar a eficácia do treinamento, facilitando o engajamento dos praticantes e ampliando a adesão à prática. Além disso, ambientes externos, podem reduzir o estresse, otimizar as funções cognitivas e contribuir para uma abordagem sustentável e abrangente. A inclusão de idosos em atividades físicas que integram RFS e a

CUADERNOS DE EDUCACIÓN Y DESARROLLO
Europub European Publications
ISSN: 1989-4155

prática em ambientes externos pode atender tanto às necessidades funcionais quanto às emocionais, promovendo um envelhecimento ativo e saudável (McDonnell; Strayer, 2024).

Embora a literatura já tenha bem estabelecido os benefícios do treinamento de força associado à técnica da restrição de fluxo sanguíneo (RFS), com revisões destacando ganhos em força muscular e hipertrofia (Patterson *et al*., 2019; Cho C. *et.* al. 2024), os estudos envolvendo exercícios aeróbicos com RFS, frequentemente utilizam ergômetros, do tipo esteiras, bicicletas, steps, entre outros, para a realização dos protocolos, em situações laboratorias e programadas, que, quase sempre, se distanciam das respostas físicas mais próximas do desempenho analisado (Sato *et al*., 2005; Yasuda *et al*., 2008; Silva *et al*., 2018. Além disso poucas pesquisas foram realizadas verificando a aplicabilidade do método de forma mais ampla, ecológica, respeitando o hábito comum do público de idosos, incorporada ao cotidiano que ocorrem em um ambiente ao ar livre, externo, em uma "esteira de beira", termo esse que se refere as margens de ruas ou espaços urbanos, com um cenário mais próximo da realidade vivida por idosos (Silva *et al*., 2024).

Portanto o objetivo do presente estudo foi analisar o efeito crônico do treinamento de caminhada ecológica com restrição de fluxo sanguíneo nos diferentes tipos de força muscular em idosos.

2 METODOLOGIA

2.1 CARACTERÍSTICAS DO ESTUDO

Pesquisa, longitudinal, quantitativa, comparativa, do tipo quase experimental, randomizada (Thomas Jr., Nelson Jk., Silverman Sj. 2007).

CUADERNOS DE EDUCACIÓN Y DESARROLLO
Europub European Publications
ISSN: 1989-4155

2.2 PROCEDIMENTOS ÉTICOS

O presente estudo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos do Centro Universitário de João Pessoa (UNIPÊ), atendendo os requisitos da Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (CNS). N.º do CAEE: 70754323.6.0000.5176.

2.3 POPULAÇÃO E AMOSTRA

A população foi composta por idosos, a amostra de N= 36 participantes. Os indivíduos foram randomizados em quatro grupos por meio do aplicativo *randomizer*®, sendo um G1= caminhada com restrição de fluxo sanguíneo CAM+RFS 50%, G2= caminhada SHAM (0%), G3= caminhada sem restrição de fluxo sanguíneo CAM, G4= CON sem exercício.

2.4 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Participaram deste estudo indivíduos idosos, de ambos os sexos, praticantes recreacionais de atividades físicas, com idade (66,7±6,2 anos). Apresentar índice tornozelo-braquial (ITB) fora dos valores de referência (0,9 - 1,3). Ser independente funcional, ausência de limitações físicas ou condições musculoesqueléticas que comprometessem a marcha. Apresentar liberação médica para a prática da caminhada.

2.5 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

Sofrer lesões ou desenvolver enfermidades ao longo do período experimental, impossibilitando a continuidade de sua participação, bem como aqueles que solicitaram desligamento voluntário da pesquisa.

CUADERNOS DE EDUCACIÓN Y DESARROLLO
Europub European Publications
ISSN: 1989-4155

2.6 INSTRUMENTOS E PROTOCOLOS PARA COLETA DE DADOS

2.6.1 Variáveis antropométricas

Para a caracterização da amostra, foi mensurada a estatura dos sujeitos (estadiômetro Sanny®), além das circunferências (cm), de coxa, cintura, panturrilha e quadril por meio de uma fita antropométrica de silicone Sanny®. Para avaliação da composição corporal, foi realizada a bioimpedância (octopolar InBody 720®), conforme os procedimentos especificados por Gibson (2018).

2.6.2 Determinação do pulso de insonação

O pulso de insonação para prescrição do treinamento com restrição de fluxo sanguíneo foi verificado em repouso, por meio do doppler vascular (DV −2001, Ribeirão Preto–SP, Brasil). O transdutor foi posicionado sobre a artéria tibial anterior, o torniquete foi fixado em torno da porção mais proximal do membro e inflado, de 10 mmHgem 10 mmHg, até que o som audível da artéria diminuísse, ao ponto de não ser perceptível aos ouvidos do avaliador (LAURENTINO *et al.*, 2012).

2.6.3 Determinação da pressão de restrição arterial (PRA)

Trata-se de um percentual do pulso de insonação total. Para execução do grupo experimental CAM+RFS foi utilizado 50% do valor total de restrição e para a execução do grupo SHAM foram usados manguito da pressão de restrição sem pressão.

2.6.4 Medida do Índice Tornozelo-Braquial (ITB)

O valor do índice foi calculado bilateralmente, pela seguinte razão: ITB = pressão arterial sistólica (PAS) do tornozelo / PAS do braço, verificado por meio do Monitor De Pressão Arterial De Braço Hem-7144T2-Br | Omron®.

CUADERNOS DE EDUCACIÓN Y DESARROLLO
Europub European Publications
ISSN: 1989-4155

2.6.5 Avaliação capacidade Teste de 1 milha

O teste de caminhada de 1 milha, foi utilizado para avaliar e estimar a capacidade cardiorrespiratória (VO_2máx.) dos idosos, conforme as diretrizes do protocolo Rockport (1986).

2.6.6 Avaliação da força muscular de resistência - Teste de levantar e sentar

O teste de levantar e sentar foi utilizado para avaliar a força e a resistência muscular dos membros inferiores, conforme as diretrizes da bateria de testes funcionais de (Rikli; Jones, 1999).

2.6.7 Avaliação da força muscular dinâmica − Teste de 10RM

O protocolo do teste de 10RM seguiu as orientações do protocolo de Fleck; Kraemer, (2017). O equipamento utilizado para execução foi o “LEG 45” da marca “*PHYSICUS*®” O exercício foi realizado com orientação constante para controlar a velocidade das repetições, instruído a realizar quatro segundos para cada repetição - fase excêntrica por dois segundos e fase concêntrica por dois segundos - (Colado JC. *et al.,* 2010). O reteste para determinação de confiabilidade dos dados foi realizada após o mesmo protocolo mencionado acima, respeitando o intervalo de 72h.

2.6.8 Avaliação da Força Muscular Isométrica – Dinamometria

Para a execução do teste, foi utilizado o dinamômetro Smedley mecânico – Takey e o Dinamômetro Smedley Costas e Pernas − Takey. Para a realização do teste de dinamometria em membros inferiores, os procedimentos de execução foram realizados segundo o protocolo proposto por Johson e Nelson em 1975. Este teste teve como intuito mensurar a força isométrica dos membros inferiores.

CUADERNOS DE EDUCACIÓN Y DESARROLLO
Europub European Publications
ISSN: 1989-4155

2.7 PROGRAMA DE-TREINAMENTO

2.7.1 Protocolos dos grupos caminhada com e sem restrição de fluxo

O protocolo de treinamento de caminhada para os quatro grupos, teve duração de 6 semanas, com três sessões semanal acrescido de uma sessão de familiarização totalizando 19 sessões experimentais sempre com duração de 36 minutos realizadas sempre no mesmo horário (06:00am) e local pista de atletismo com piso de cascalho e brita misturada com terra batida.

No grupo CAM+RFS, a caminhada foi realizada com restrição de fluxo sanguíneo contínua, ajustada a 50% do pulso de oclusão, mantida durante todo o exercício. Já no grupo SHAM, o manguito foi igualmente fixado, porém, sem compressão efetiva (0%), simulando a técnica sem gerar oclusão vascular. O grupo CAM realizou a caminhada livremente, sem qualquer tipo de compressão, enquanto o grupo controle (GC) permaneceu em inatividade, sem prática de exercício físico e sem aplicação da técnica de RFS.

Para minimizar os efeitos de adaptação à compressão, conforme apontado por Hunters *et al*. (2019), foi realizada uma nova aferição do pulso de oclusão após a décima sessão experimental, promovendo o reajuste da pressão de restrição no grupo CAM+RFS. Por fim, optou-se por adotar uma intensidade espontânea durante a caminhada ecológica, respeitando o ritmo natural de cada participante. Essa escolha buscou maximizar a validade ecológica da intervenção, favorecendo a aderência e o conforto dos idosos, além de reduzir potenciais riscos de sobrecarga ou lesões musculoesqueléticas. Para avaliação do esforço durante a caminhada e nos testes de força muscular foi aplicada a escala de OMINI−RES (Heyward, 2013).

2.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram registrados no software Excel e analisados estatisticamente no JAMOVI (v.2.2.5), adotando-se um nível de significância de $p \leq 0,05$. As estatísticas descritivas incluíram média e desvio padrão. A

CUADERNOS DE EDUCACIÓN Y DESARROLLO
Europub European Publications
ISSN: 1989-4155

normalidade, homogeneidade e esfericidade dos dados foram verificadas pelos testes de Shapiro−Wilk, Levene e Mauchly, respectivamente. A comparação intergrupos foi realizada por meio de ANOVA [4×2] (grupos: CAM+RFS, SHAM, CAM, CON × tempo: 1ª vs. 6ª semana), com post hoc de Bonferroni. Foram reportados os valores de F, *p,* o tamanho de efeito eta quadrado (η^2), interpretado como pequeno (< 0,01), médio (0,01–0,06) ou grande (> 0,14). Para comparações intragrupo, aplicou-se o teste t pareado com cálculo do d de Cohen (pequeno < 0,2; médio = 0,2–0,5; grande > 0,8). As variações ao longo do tempo também foram expressas em delta percentual (Δ%). Os resultados foram organizados em tabelas para facilitar a visualização.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 01 referente a descrição das variáveis apresentou os valores médios e desvios-padrão das variáveis iniciais da população estudada, indicando homogeneidade entre os grupos para a maioria das variáveis, o que sugere um possível baseline para as condições pré-intervenção. Observou-se, entretanto, que a variável idade demonstrou distribuição não normal pelo teste de Shapiro-Wilk (p = 0,033). Para essa variável, foi realizado um teste de ANOVA um fator, que não revelou diferença significativa entre os grupos (p = 0,116; F = 2,27). Além disso, a pressão diastólica não apresentou diferenças nas medidas, como já era esperado, devido à pequena variação característica desta variável. O ITB, por sua vez, não apresentou variação significativa, uma vez que se tratava de um dos critérios de inclusão no estudo, com valores entre 0,9 e 1,3.

Após 18 sessões de caminhada ecológica, as alterações na força muscular, quando comparadas entre os grupos, não apresentaram diferenças estatisticamente significativas. Para todas as análises detalhadas entre grupos, foram considerados os valores de p, F, df e η^2. Na variável de força muscular sob os testes de 10 RM (p=0,694; $F_{(35,8)}$= 0,486; η^2= 0.037), dinamometria de MMII (p=0,65; $F_{(35,8)}$ = 0,530; η^2= 0.043) e o teste de sentar e levantar (p=0,351; $F_{(35,8)}$= 1,13; η^2= 0.082).

CUADERNOS DE EDUCACIÓN Y DESARROLLO
Europub European Publications
ISSN: 1989-4155

Tabela 1. Valores de média e desvio padrão das variáveis descritivas: idade, estatura, massa corporal, %gordura, pressão de restrição arterial média, Ìndice tornozelo braquial médio, circunferência de coxa média e capacidade cardiopulmonar (N=36).

rupo	L	ID	ST	C	M G	RAm	F TBm	I Xm	C	V o²máx.
1=CAM+RFS		1,6± 6,09	60± 8,08	4,6± 12,1	9,2± 10,0	24± 28,4	,04± 0,05	8,3± 5,35	6,3±8, 02	
2=SHAM		4,7± 5,39	56± 5,51	4,0± 10,3	1,9± 9,93	11± 26,1	,07± 0,11	9,8± 5,52	9,2±5, 15	
3=CAM		7,1± 7,37	59± 5,08	0,9± 10,1	3,1± 17,5	08± 23,0	,08± 0,09	0,9± 5,14	4,7±8, 84	
G4=CON	9	65,7 ±5,2 0	156 ±8,2 9	67,1 ±13, 0	74,2 ±9,9 3	199 ±24, 3	1,10 ±0,0 8	52,6 ±6,9 9	25,6± 6,97	

Legenda:**CAM+RFS**= grupo experimental caminhada com restrição de fluxo sanguíneo; **SHAM**= grupo experimental caminhada com restrição a 0%; **CAM**= grupo experimental caminhada sem restrição de fluxo sanguíneo; **CON**= grupo sem exercício de caminhada e sem restrição de fluxo sanguíneo; **ID**= idade em anos; **EST**= estatura em centímetros; **MC**= massa corporal; **%G**= percentual de gordura total; **PRAm**= media da pressão de restrição arterial da perna direita e esquerda; **ITBm**= Valor médio do índice tornozelo braquial lado direito e esquerdo; **Vo²máx**.= capacidade cardiorespiratória medido em mlkgmin; *sem diferença significativa entre os grupos.
Fonte: próprio autor

Na Tabela 2, são apresentadas as análises intragrupo dos testes de 10RM, dinamometria de membros inferiores e “Sentar e Levantar”, considerando os valores de p, t, d de Cohen e o delta percentual (Δ%) para cada grupo.

Observou-se que as alterações no teste de 10RM foram estatisticamente significativas no grupo CAM+RFS (p = 0,026; t = −2,714; d = 0,69; Δ% = 17,7), que apresentou o maior tamanho de efeito e variação. Os grupos CAM (p = 0,013; t = −3,197; d = 0,52; Δ% = 15,0) e CON (p = 0,032; t= −2,600; d = 0,41; Δ% = 10,0) também apresentaram diferenças significativas, porém com efeito moderado. Por outro lado, o grupo SHAM não demonstrou diferença estatisticamente significativa (p = 0,108; t = −1,808; d = 0,37; Δ% = 12,5), indicando um efeito de pequena magnitude.

No que se refere à dinamometria dos membros inferiores, apenas o grupo CAM+RFS apresentou diferença estatisticamente significativa (p = 0,041; t = −2,433; d = 0,41; Δ% = 30,7). O grupo SHAM mostrou tendência à significância

CUADERNOS DE EDUCACIÓN Y DESARROLLO
Europub European Publications
ISSN: 1989-4155

(p = 0,058; t = −2,212; d = 0,50; Δ% = 23,6), enquanto os grupos CAM (p = 1,000; t = 0,000; d = 0,00; Δ% = 0,000) e CON (p = 0,887; t = −0,147; d = 0,02; Δ% =1,1) apresentaram menores variações e efeitos mínimos.

No teste de Sentar e Levantar, apenas o grupo CAM+RFS apresentou melhora significativa, com um efeito alto (p = 0,003; t = −4,143; d = 0,72; Δ% = 18,6). O grupo SHAM teve um aumento moderado, porém sem significância estatística (p = 0,120; t = 1,740; d = 0,40; Δ% = 9,6). Os grupos CAM (p = 0,519; t = −0,675; d = 0,00; Δ% = 5,0) e CON (p = 0,634; t = 0,494; d = 0,02; Δ% = −3,1) não apresentaram mudanças relevantes.

Tabela 2. Valores de médio, desvio−padrão, significância, variância, tamanho de efeito e magnitude das variáveis de força muscular na comparação intragrupo, (N=36).

Momento GRUPOS	Pré 10RM	Pós 10RM	*p*	*t*	*d*	Δ%	Pré DIN	Pós DIN	*p*	*t*	*d*	Δ%	Pré SL	Pós SL	*p*	t	*d*	Δ%
CAM+RFS gl=8	141±40,8	166±31,2	*0,026	−2,7140	0,69	17,70	38,1±26,8	49,8±30,6	*0,041	−2,433	0,41	30,70	17,2±4,60	20,4±4,28	*0,003	−4,143	0,72	18,60
SHAM gl=8	136±52,2	153±39,7	0,108	−1,8080	0,37	12,50	28,8±12,7	35,6±14,3	0,058	−2,212	0,50	23,60	16,6±3,71	18,2±4,21	0,120	−1,7400	0,40	9,60
CAM gl=8	153±47,2	176±40,3	*0,013	−3,1970	0,52	15,00	40,0±23,9	40,0±26,2	1,000	0,000	0,00	0,00	18,0±4,95	18,9±6,70	0,519	−0,675	0,00	5,00
CON gl=8	139±31,0	153±36,7	*0.032	−2.6000	0,41	10,00	34,2±20,8	34,6±21,3	0,887	−0.147	0,02	1,10	15,8±2,33	15,3±3,08	0,634	0,494	0,02	−3,10

Legenda:CAM+RFS= grupo experimental caminhada com restrição de fluxo sanguíneo; SHAM= grupo experimental caminhada com restrição a 0%; CAM= grupo experimental caminhada sem restrição de fluxo sanguíneo; CON= grupo sem exercício de caminhada e sem restrição de fluxo sanguíneo; 10RM= teste de força dinâmica; DIN= dinamometria de membros inferiores; SL= teste de sentar e levantar; p= significância; *t* = variância; *d*= tamanho de efeito; Δ%= magnitude; N= amostra total; gl: grau de liberdade; * = diferença significativa.
Fonte: próprio autor

Os achados referentes à força muscular no presente estudo apontaram que o grupo CAM+RFS foi o único a apresentar melhorias estatisticamente significativas em todas as três avaliações realizadas na comparação intragrupo pré vs pós: 10RM, dinamometria de membros inferiores e o teste de sentar e levantar. Tais resultados corroboram estudos anteriores que vêm destacando a

CUADERNOS DE EDUCACIÓN Y DESARROLLO
Europub European Publications
ISSN: 1989-4155

eficácia da restrição de fluxo sanguíneo (RFS) como uma alternativa viável para promover adaptações neuromusculares mesmo em exercícios de baixa intensidade (Abe *et al*., 2010; Sato *et al*., 2005; Patterson *et al*., 2019). Em especial, a melhora observada no teste de 10RM com um tamanho de efeito moderado a alto sugere que a RFS aplicada durante a caminhada foi capaz de promover um estímulo anabólico suficiente para induzir ganhos de força em idosos.

O estudo de Clarkson, Conway e Warmington (2017) já havia demonstrado efeitos positivos da caminhada com RFS sobre a capacidade funcional, embora não tenha avaliado diretamente a força muscular. Dessa forma, o presente estudo contribui para a literatura ao preencher essa lacuna e confirmar a hipótese levantada por autores de que a adição da RFS a exercícios aeróbicos pode ter implicações significativas sobre a força (Baker *et al*., 2020). Esses resultados também corroboram as observações feitas por Ozaki *et al*. (2011a; 2011b), que indicaram que o uso de RFS em caminhadas de baixa intensidade pode induzir hipertrofia e ganhos de força comparáveis ao treinamento com cargas elevadas.

No que se refere à dinamometria dos membros inferiores, o grupo CAM+RFS obteve um aumento de mais de 30% com significância estatística e efeito moderado. Tal melhora pode ser atribuída à ativação aumentada de unidades motoras ocasionada pelo ambiente hipóxico induzido pela RFS, mecanismo já documentado por Loenneke *et al*. (2012) e Hughes e Patterson (2020). A restrição parcial do fluxo sanguíneo promove a ativação preferencial das fibras de contração rápida e aumenta o estresse metabólico local, ambos fatores indutores de adaptações neuromusculares (Lucena *et al*., 2024).

O teste de sentar e levantar reforça esse cenário: o grupo CAM+RFS foi o único a obter diferença estatística significativa, com tamanho de efeito alto. Esse teste é particularmente relevante por estar diretamente associado à autonomia funcional e à prevenção de quedas em idosos (ACSM, 2018). A melhora nessa variável sugere que a intervenção foi eficaz não apenas em aumentar a força bruta, mas também em aprimorar a funcionalidade aplicada ao

CUADERNOS DE EDUCACIÓN Y DESARROLLO
Europub European Publications
ISSN: 1989-4155

cotidiano. Estes achados também corroboram com os encontrados nos estudos de (Clévia da Silva *et.* al 2018).

Por outro lado, os grupos SHAM e CAM apresentaram variações menores e sem significância estatística em algumas variáveis de força, o que evidencia que a simples caminhada, mesmo em ambiente natural, não promoveu os mesmos efeitos sem a aplicação da restrição. Esses achados reiteram que o diferencial está justamente no efeito metabólico da RFS, que potencializa os estímulos mesmo em intensidades mais baixas (Slysz; Stultz; Burr, 2016; Loenneke *et al*., 2012). É válido destacar que a escolha por uma intensidade de caminhada ecológica próxima ao ritmo cotidiano dos participantes, embora possa ter limitado o grau de estresse mecânico, foi importante do ponto de vista da segurança e aderência ao protocolo. Mesmo com essa limitação, a associação com a RFS foi suficiente para promover adaptações superiores, indicando que esse modelo de treinamento é viável e eficaz para a população idosa.

A literatura também aponta que intervenções com RFS podem promover não apenas ganhos de força, mas também efeitos sistêmicos, como aumento do IGF−1 e da ativação da via mTOR (Loenneke; Wilson; Wilson, 2010). Esses mecanismos, aliados ao aumento do recrutamento de fibras rápidas, ajudam a explicar por que o grupo CAM+RFS obteve resultados superiores aos demais. Além disso, os resultados apresentados fortalecem a perspectiva de que a RFS pode representar uma estratégia segura e eficaz, especialmente para idosos que não podem ou não desejam realizar exercícios de alta intensidade. A aplicabilidade do método foi reforçada por Nakajima *et al*. (2006) e Centner *et al*. (2018), que destacaram a segurança da RFS em diferentes faixas etárias e contextos clínicos.

Por fim, os ganhos observados no grupo CAM+RFS reforçam a relevância de integrar estratégias de restrição de fluxo sanguíneo em programas de reabilitação e promoção da saúde voltados para idosos. A combinação de um ambiente ecológico com um estímulo fisiologicamente eficiente representa uma

CUADERNOS DE EDUCACIÓN Y DESARROLLO
Europub European Publications
ISSN: 1989-4155

proposta inovadora e alinhada às diretrizes contemporâneas da gerontologia e da atividade física adaptada.

4 CONCLUSÃO

A combinação da caminhada ecológica com a técnica de RFS não apenas potencializou as adaptações neuromusculares, mas também demonstrou ser uma alternativa segura e prática para a população idosa, reduzindo os possíveis riscos associados ao treinamento convencional com cargas elevadas. Além disso, por ocorrer em ambiente ecológico, favoreceu uma maior adesão e bem−estar geral dos participantes. Futuras investigações são sugeridas para avaliar os benefícios da caminhada ecológica associada a técnica da RFS na cognição e percepção da biodiversidade de pessoas idosas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal da Paraíba (UFPB), à Universidade Regional do Cariri (URCA) e ao Centro Universitário de João Pessoa (UNIPÊ), em especial ao curso de Educação Física, pelo apoio institucional e acadêmico. Agradecem também ao Programa Associado de Pós−Graduação em Educação Física UPE/UFPB (PAPGEF) pelo suporte científico e à Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo fomento à pesquisa. Estendem ainda seu reconhecimento a todos os integrantes do LABOCINE/UFPB pela colaboração técnica e intelectual, bem como aos voluntários que participaram do estudo, cuja disposição e compromisso foram fundamentais para a realização deste trabalho.

CUADERNOS DE EDUCACIÓN Y DESARROLLO
Europub European Publications
ISSN: 1989-4155

REFERÊNCIAS

1. ABE, T. *et al*. Low-intensity resistance training with vascular occlusion increases muscle strength in older men. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, v. 32, n. 4, p. 192–198, 2009.

2. ABE, Takashi; KEARNS, Charles F.; SATO, Yoshiaki. Muscle size and strength are increased following walk training with restricted venous blood flow from the leg muscle, Kaatsu-walk training. *Journal of Applied Physiology*, v. 100, n. 5, p. 1460–1466, 2006. https://doi.org/10.1152/japplphysiol.01267.2005.

3. AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM). *Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição*. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018.

4. ARAUJO, Carolina *et al*. Chronic effects of resistance training with blood flow restriction on maximal dynamic strength and flexibility at different phases of the menstrual cycle. *Journal of Exercise Physiology Online*, v. 20, n. 6, p. 117–128, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/321362050.

5. ARAÚJO, Joamira P. *et al*. The effects of water-based exercise in combination with blood flow restriction on strength and functional capacity in post-menopausal women. *AGE*, v. 37, p. 110, 2015. https://doi.org/10.1007/s11357-015-9851-4.

6. BAKER, B. S. *et al*. The effectiveness of low-load blood flow restricted resistance training to improve muscular strength and hypertrophy in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Aging Clinical and Experimental Research*, v. 32, n. 10, p. 2087–2104, 2020. https://doi.org/10.1007/s40520-019-01347-2.

7. CARVALHO, Leonardo; BARROSO, Renato. Ischemic preconditioning improves strength endurance performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 33, n. 12, p. 3332–3337, 2019. https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002880.

8. CENTNER, C. *et al*. Effects of blood flow restriction training on muscular strength and hypertrophy in older individuals: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, v. 49, n. 1, p. 95–108, 2019.

9. CHO, Chaeeun; LEE, Sewon. The effects of blood flow restriction aerobic exercise on body composition, muscle strength, blood biomarkers, and cardiovascular function: a narrative review. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 25, n. 17, p. 9274, 2024. https://doi.org/10.3390/ijms25179274.

CUADERNOS DE EDUCACIÓN Y DESARROLLO
Europub European Publications
ISSN: 1989-4155

10. CHO, Hyojin; LEE, Seung Jin. The effects of blood flow restriction aerobic exercise on body composition and function. *Healthcare*, v. 12, n. 2, p. 102, 2024.

11. CIRILO-SOUSA, M. S.; RODRIGUES NETO, M. G. Acute and chronic responses of aerobic exercise with blood flow restriction: a systematic review. *Frontiers in Physiology*, v. 10, p. 1239, 2019.

12. CLARKSON, M. J.; CONWAY, L.; WARMINGTON, S. A. Blood flow restriction walking and physical function in older adults: a randomized control trial. *Journal of Science and Medicine in Sport*, v. 20, n. 12, p. 1041–1046, 2017.

13. COLADO, J. C. *et al*. A comparison of elastic tubing and isotonic resistance exercises. *International Journal of Sports Medicine*, v. 31, n. 11, p. 810–817, 2010.

14. FERREIRA, D. L. S. *et al*. Low-load resistance muscular training with moderate restriction of blood flow after anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, v. 36, n. 12, p. 1485–1496, 2022. https://doi.org/10.1177/02692155221107941.

15. FERREIRA DA SILVA, Clévia; OLIVEIRA, Natália Cristina de; ALFIERI, Fábio Marcon. Mobilidade funcional, força, medo de cair, estilo e qualidade de vida em idosos praticantes de caminhada. *Acta Fisiátrica*, v. 25, n. 1, p. 22–26, 2018. https://doi.org/10.11606/issn.2317-0190.v25i1a158829.

16. FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. *Fundamentos do treinamento de força muscular*. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

17. GIBSON, A. L. *Advanced fitness assessment and exercise prescription*. 8. ed. Champaign: Human Kinetics, 2018.

18. GIL, A. L. S. *et al*. Strength training with blood flow restriction diminishes myostatin gene expression. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 44, n. 3, p. 406–412, 2012.

19. GIL, Ana L. S. *et al*. Effect of strength training with blood flow restriction on muscle power and submaximal strength in eumenorrheic women. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, v. 37, n. 6, p. 634–642, 2017. https://doi.org/10.1111/cpf.12291.

20. HEYWARD, V. H. *Avaliação física e prescrição de exercício: técnicas avançadas*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

21. HUNTER, G. R. *et al*. Resistance exercise for muscular strength in older adults: a meta-analysis. *Ageing Research Reviews*, v. 9, n. 3, p. 226–237, 2010.

22. JOHNSON, B. L.; NELSON, J. K. *Practical measurements for evaluation in physical education*. 3. ed. Minneapolis: Burgess Publishing Company, 1979.

23. LAURENTINO, G. C. *et al*. Strength training with blood flow restriction diminishes myostatin gene expression. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 44, n. 3, p. 406–412, 2012.

24. LOENNEKE, J. P. *et al*. Blood flow restriction: the metabolite/volume threshold theory. *Medical Hypotheses*, v. 77, n. 5, p. 748–752, 2011.

25. LOENNEKE, J. P.; PUJOL, T. J. The use of occlusion training to produce muscle hypertrophy. *Strength and Conditioning Journal*, v. 31, n. 3, p. 77–84, 2009.

26. McDONNELL, Amy S.; STRAYER, David L. Immersion in nature enhances neural indices of executive attention. *Scientific Reports*, v. 14, n. 1845, 2024. https://doi.org/10.1038/s41598-024-52205-1.

27. NAKAJIMA, T. *et al*. Use and safety of KAATSU training: results of a national survey. *International Journal of KAATSU Training Research*, v. 2, n. 1, p. 5–13, 2006.

28. NYAKAYIRU, J. *et al*. Blood flow restriction combined with low-intensity aerobic training alters muscle fiber composition in humans. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 51, n. 2, p. 357–365, 2019. https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001793.

29. NYAKAYIRU, Jean *et al*. Blood flow restriction only increases myofibrillar protein synthesis with exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 51, n. 6, p. 1137–1145, 2019. https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001899.

30. OHTA, H. *et al*. Low-load resistance muscular training with moderate restriction of blood flow after anterior cruciate ligament reconstruction. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, v. 74, n. 1, p. 62–68, 2003. https://doi.org/10.1080/00016470310013680.

31. OZAKI, H. *et al*. Effects of low-intensity walk training with restricted leg blood flow on muscle strength and aerobic capacity in older adults. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, v. 34, n. 1, p. 50–55, 2011.

32. PATERSON, S. D. *et al*. Blood flow restriction exercise: considerations of methodology, application, and safety. *Frontiers in Physiology*, v. 10, p. 533, 2019.

33. POPE, Z. K.; WILLARDSON, J. M.; SCHOENFELD, B. J. Exercise and blood flow restriction. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 27, n. 10, p. 2914–2926, 2013. https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182874721.

34. PEREIRA NETO, Elísio Alves *et al*. Caminhada com restrição de fluxo sanguíneo melhora a força dinâmica de mulheres com osteoporose. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 24, n. 2, p. 135–140, 2018. https://doi.org/10.1590/1517-869220182402175290.

35. RIKLI, R.; JONES, C. Development and validation of a functional fitness test for community residing older adults. *Journal of Aging and Physical Activity*, v. 7, n. 2, p. 129–161, 1999.

36. ROCKPORT WALKING INSTITUTE. *Rockport fitness walking test*. Malboro, MA: Rockport Walking Institute, 1986.

37. SALE, D. G. Neural adaptation to resistance training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 20, n. 5 Suppl, p. S135–S145, 1988.

38. SATO, Y. The history and future of KAATSU training. *International Journal of KAATSU Training Research*, v. 1, n. 1, p. 1–5, 2005.

39. SILVA, Edgleisson Almeida da *et al*. Effects of aerobic exercise with blood flow restriction on cardiorespiratory and functional capacity in the elderly: a systematic review. *Acta Scientiarum. Health Sciences*, v. 46, e64876, 2024. https://doi.org/10.4025/actascihealthsci.v46i1.64876.

40. SIQUEIRA PAIVA, T. *et al*. Movimento ecológico e cognição corporal: uma revisão sobre a relação entre ambiente e aprendizagem motora. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, v. 31, n. 3, p. 120–131, 2023.

41. SLYSZ, J.; STULTZ, J.; BURR, J. F. The efficacy of blood flow restricted exercise: A systematic review & meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, v. 19, n. 8, p. 669–675, 2016. https://doi.org/10.1016/j.jsams.2015.09.005.

42. THOMAS, J. R.; NELSON, J. K.; SILVERMAN, S. J. *Métodos de pesquisa em atividade física*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012.

43. WILSON, J. M.; WILSON, G. J. A hypothesis: the mechanisms and application of occlusion training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 24, n. 1, p. 256–261, 2010.

CUADERNOS DE EDUCACIÓN Y DESARROLLO
Europub European Publications
ISSN: 1989-4155

44. YASUDA, T. *et al*. Effects of low-intensity, elastic band resistance exercise combined with blood flow restriction on muscle size and arterial stiffness in older adults. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, v. 63, n. 3, p. 618–625, 2008.

45. ZENG, Z. *et al*. Effects of aerobic training with blood flow restriction on muscular and cardiorespiratory adaptations in older adults. *Journal of Aging and Physical Activity*, v. 29, n. 3, p. 416–423, 2021.

ANEXO – H

ARTIGO II

DOI: 10.55905/rdelosv18.n66-147
ISSN: 1988-5245

Originals received: 3/28/2025
Acceptance for publication: 4/23/2025

Eficácia da caminhada ecológica com restrição de fluxo sanguíneo nas adaptações funcionais de indivíduos idosos

Effectiveness of nature−based walking combined with blood flow restriction on functional adaptations in older adults

Eficacia de la caminata basada en la naturaleza combinada con restricción del flujo sanguíneo sobre las adaptaciones funcionales en adultos mayores

Pedro Henrique Marques de Lucena
Mestre em Educação Física
Instituição: Universidade Federal da Paraíba (UFPB)
Endereço: João Pessoa – Paraíba, Brasil
E-mail: profpedrolucena@gmail.com

Jefferson da Silva Novaes
Doutor em Educação Física
Instituição: Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)
Endereço: Rio de Janeiro – Rio de Janeiro, Brasil
E-mail: jeffsnovaes@gmail.com

Adenilson Targino de Araújo Júnior
Doutor em Ciências do Desporto
Instituição: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD)
Endereço: Vila Real – Portugal
E-mail: adenilsonjunior@yahoo.com.br

Eric de Lucena Barbosa
Doutor em Ciências do Movimento Humano
Instituição: Universidad Autónoma de Asunción (UAA)
Endereço: João Pessoa – Paraíba, Brasil
E-mail: Eric.luba@hotmail.com

Thiago Siqueira Paiva de Souza
Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente
Instituição: Universidade Federal da Paraíba (UFPB)
Endereço: João Pessoa – Paraíba, Brasil
E-mail: tsps@academico.ufpb.br

Humberto Lameira Miranda
Doutor em Engenharia Biomédica
Instituição: Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)
Endereço: Rio de Janeiro – Rio de Janeiro, Brasil
E-mail: humbertomiranda@eefd.ufrj.br

Clizaldo Luiz Maroja Di Pace França
Mestre em Educação
Instituição: Universidade Federal da Paraíba (UFPB)
Endereço: João Pessoa – Paraíba, Brasil
E-mail: clizaldo@gmail.com

Natália Herculano Paz
Mestre em Modelos de Decisão e Saúde
Instituição: Universidade Federal da Paraíba (UFPB)
Endereço: João Pessoa – Paraíba, Brasil
E-mail: natalia.herculano@hotmail.com

Pedro Augusto Mariz Dantas
Mestre em Educação Física
Instituição: Universidade Federal da Paraíba (UFPB)
Endereço: João Pessoa – Paraíba, Brasil
E-mail: pedroamdantas@gmail.com

Carlos Renato Paz
Doutor em Educação Física
Instituição: Universidade Federal da Paraíba (UFPB)
Endereço: João Pessoa – Paraíba, Brasil
E-mail: renatopaz@hotmail.com

Camila Fernandes Pontes dos Santos
Mestre em Fisioterapia
Instituição: Universidade Federal da Paraíba (UFPB)
Endereço: João Pessoa – Paraíba, Brasil
E-mail: pontescamila6@gmail.com

Maria do Socorro Cirilo-Sousa
Doutora em Educação Física
Instituição: Universidade Federal da Paraíba (UFPB)
Endereço: João Pessoa – Paraíba, Brasil
E-mail: helpcirilo@yahoo.com.br

RESUMO
O objetivo foi analisar a eficácia da caminhada ecológica com restrição de fluxo sanguíneo (RFS) nas adaptações funcionais de idosos. Participaram 36 idosos fisicamente ativos (66,7 ± 6,2 anos), randomizados em quatro grupos: G1=caminhada com RFS a 50% (CAM+RFS), G2=caminhada SHAM (0%), G3=caminhada sem RFS (CAM) e G4=controle sem exercício (CON). O protocolo consistiu em 18 sessões de 36 minutos (10' aquecimento, 21' caminhada, 5' volta à calma). Foram mensuradas flexibilidade (banco de Wells), agilidade/equilíbrio dinâmico (TUG) e capacidade cardiorrespiratória (teste da milha). As análises foram realizadas no JAMOVI (v2.2.5), com ANOVA para comparações entre grupos e teste t pareado para comparações intragrupos. Adotou−se $p \leq 0,05$, com cálculo de tamanho de efeito (η^2), d de Cohen e variação percentual (Δ%). A análise intergrupos não apresentou diferença significativa ($p = 0,581$; $F =$

0,663). Quanto à comparação intragrupo, o grupo CAM+RFS apresentou os seguintes resultados: VO_2máx (p = 0,175; t = −1,489; d = 0,39; Δ% = 11,03), agilidade (p = 0,335; t = 1,027; d = −0,40; Δ% = −4,74) e flexibilidade (p = 0,042; t = −2,410; d = 0,32; Δ% = 12,88). Conclui−se que a caminhada ecológica com RFS é uma estratégia eficaz e viável para otimizar componentes funcionais em idosos, com baixo risco articular e elevado potencial de adesão.

Palavras−chave: treinamento aeróbico, restrição de fluxo sanguíneo, capacidade funcional, idoso.

ABSTRACT

The main objective of this study was to analyze the effectiveness of nature−based walking with blood flow restriction (BFR) on functional adaptations in older adults. Thirty−six physically active older adults (66.7 ± 6.2 years) participated, randomized into four groups: G1=walking with BFR at 50% (CAM+BFR), G2=SHAM walking (0%), G3=walking without BFR (CAM), and G4=control group without exercise (CON). The protocol consisted of 18 sessions of 36 minutes (10' warm−up, 21' walking, 5' cooldown). Flexibility (Wells bench), agility/dynamic balance (TUG), and cardiorespiratory capacity (1−mile walk test) were measured. Analyses were performed using JAMOVI (v2.2.5), with ANOVA for intergroup comparisons and paired t−test for intragroup comparisons. A significance level of $p \leq 0.05$ was adopted, along with effect size calculations (η^2), Cohen's d, and percentage change (Δ%). Intergroup analysis showed no significant difference (p = 0.581; F = 0.663). In the intragroup comparison, the CAM+BFR group showed the following results: VO_2max (p = 0.175; t = −1.489; d = 0.39; Δ% = 11.03), agility (p = 0.335; t = 1.027; d = −0.40; Δ% = −4.74), and flexibility (p = 0.042; t = −2.410; d = 0.32; Δ% = 12.88). It is concluded that ecological walking with BFR is an effective and feasible strategy to optimize functional components in older adults, with low joint risk and high adherence potential.

Keywords: aerobic training, blood flow restriction, functional capacity, older adult.

RESUMEN

El objetivo fue analizar la eficacia de la caminata ecológica con restricción del flujo sanguíneo (RFS) en las adaptaciones funcionales de adultos mayores. Participaron 36 adultos mayores físicamente activos (66,7 ± 6,2 años), distribuidos aleatoriamente en cuatro grupos: G1=caminata con RFS al 50% (CAM+RFS), G2=caminata SHAM (0%), G3=caminata sin RFS (CAM) y G4=grupo control sin ejercicio (CON). El protocolo consistió en 18 sesiones de 36 minutos (10' calentamiento, 21' caminata, 5' vuelta a la calma). Se midieron la flexibilidad (banco de Wells), la agilidad/equilibrio dinámico (TUG) y la capacidad cardiorrespiratoria (prueba de la milla). Los análisis se realizaron en JAMOVI (v2.2.5), con ANOVA para comparaciones entre grupos y prueba t pareada para comparaciones intragrupales. Se adoptó $p \leq 0,05$, con cálculo del tamaño del efecto (η^2), d de Cohen y variación porcentual (Δ%). El análisis intergrupal no presentó diferencia significativa (p = 0,581; F = 0,663). En la comparación intragrupal, el grupo CAM+RFS presentó los siguientes resultados: VO_2máx (p = 0,175; t = −1,489; d = 0,39; Δ% = 11,03), agilidad (p = 0,335; t = 1,027; d = −0,40; Δ% = −4,74) y flexibilidad (p = 0,042; t = −2,410; d = 0,32; Δ% = 12,88). Se concluye que la caminata ecológica con RFS es una estrategia eficaz y viable para optimizar componentes funcionales en adultos mayores, con bajo riesgo articular y alto potencial de adherencia.

Palabras clave: entrenamiento aeróbico, restricción del flujo sanguíneo, capacidad funcional, adulto mayor.

1 INTRODUÇÃO

A diminuição das taxas de mortalidade e fecundidade, associada ao aumento da expectativa média de vida, tem impulsionado o envelhecimento populacional em escala global. No Brasil, a pirâmide etária tem se transformado progressivamente: enquanto na década de 1980 predominava uma população jovem, atualmente o país é caracterizado por um perfil adulto, com projeção de se tornar predominantemente idoso até 2050 (IBGE, 2018).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2015), a idade cronológica não define, isoladamente, a condição de envelhecimento, uma vez que muitos idosos (>60 anos) mantêm níveis físicos e mentais semelhantes aos de jovens adultos. No entanto, grande parte dessa população apresenta declínios funcionais significativos, sobretudo em capacidades como flexibilidade, agilidade e função cardiorrespiratória — componentes determinantes para a autonomia e qualidade de vida (Cirilo−Sousa, 2008). Esses declínios, , comprometem a eficiência na execução de tarefas cotidianas, aumentando o risco de quedas, hospitalizações e perda de funcionalidade.

A manutenção da funcionalidade em idosos depende de estratégias que preservem ou restabeleçam capacidades físicas essenciais, como a mobilidade articular (flexibilidade), a capacidade de reagir a estímulos e manter o equilíbrio (agilidade) e a eficiência do transporte de oxigênio (aptidão cardiorrespiratória). Essas dimensões, amplamente discutidas pela literatura da cineantropometria (Gomes, 2009; ACSM, 2018; Sousa; Reis, 2011), constituem marcadores clínicos e preditores da saúde funcional em populações envelhecidas.

Embora o exercício físico seja amplamente reconhecido como estratégia preventiva e terapêutica, sua adesão por parte dos idosos ainda enfrenta desafios. Programas com intensidades elevadas, como treinos de força a ≥65% de 1RM ou aeróbicos vigorosos (HIIT, pliometria), podem ser pouco toleráveis para essa população, aumentando o risco de lesões e abandono (Heyward, 2013; Araújo *et al*., 2015). Dessa forma, métodos alternativos, como o treinamento com restrição de fluxo sanguíneo (RFS), surgem como intervenções seguras, eficazes e com menor sobrecarga mecânica. Além disso, ao integrar a técnica da RFS à caminhada em ambientes

naturais, amplia−se o potencial adaptativo do exercício. A prática ecológica, além de fisiologicamente desafiadora, envolve estímulos sensoriais e motores que favorecem a variabilidade do movimento, contribuindo para a coordenação, propriocepção, equilíbrio e mobilidade (Siqueira Paiva *et al*., 2023). Elementos como superfícies irregulares, sons, texturas e alterações ambientais tornam o ambiente um coadjuvante ativo no processo de adaptação funcional. Essa abordagem amplia os efeitos do treinamento, favorecendo tanto o desempenho físico quanto o engajamento emocional e cognitivo dos praticantes (McDonnell; Strayer, 2024).

Apesar do crescente corpo de evidências sobre a caminhada associada à RFS, muitos estudos ainda se concentram em protocolos laboratoriais, com utilização de ergômetros em ambientes controlados (Silva *et al*., 2024; Cho; Lee, 2024). Assim, pouco se sabe sobre os efeitos funcionais da aplicação da RFS em ambientes externos, cotidianos, especialmente em práticas como a caminhada urbana ao ar livre — em calçadas, margens de ruas ou praças, espaços frequentemente utilizados por idosos.

Diante disso, este estudo tem o objetivo de analisar os efeitos de um programa de treinamento de caminhada ecológica com RFS sobre variáveis funcionais específicas — flexibilidade, agilidade e capacidade cardiorrespiratória — em idosos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 BENEFÍCIOS FUNCIONAIS E CARDIOVASCULARES DO TREINAMENTO CARDIOPULMONAR EM IDOSOS

A restrição de fluxo sanguíneo (RFS) associada ao exercício aeróbio tem ganhado atenção recente como estratégia para melhorar capacidades físicas em idosos, especialmente quanto à capacidade cardiorrespiratória e funcional. Estudos prévios sugerem que esta combinação pode proporcionar benefícios mesmo em intensidades baixas, ampliando potencialmente a acessibilidade para indivíduos com limitações físicas ou saúde frágil (Silva *et al*., 2024). Clarkson, Conway e Warmington (2017) conduziram um estudo com idosos (60−80 anos), divididos em dois grupos: caminhada com RFS e caminhada sem restrição. Os autores relataram melhora significativa na capacidade funcional, especificamente em testes como o Timed Up and Go (TUG) e o teste de sentar e levantar em 30 segundos, destacando ganhos relevantes associados

à caminhada com RFS.

Abe *et al*. (2010) realizaram pesquisa semelhante e identificaram aumentos significativos na capacidade funcional no grupo com RFS, embora não tenham encontrado diferenças significativas no VO_2 máximo entre os grupos com e sem RFS. Esses achados são sumarizados claramente na tabela 1 apresentada por Silva *et al*. (2024), reproduzida abaixo como citação direta:

Tabela 1. Resumo dos resultados dos estudos avaliando os efeitos do exercício aeróbio com restrição de fluxo sanguíneo na capacidade cardiorrespiratória e funcional de idosos.

Autor (ano)	**amostra**	**Variável**	**Duração frequência**	**Intensidade**	**PRA (mmHg)**	**Tipo de RFS**	**Largura do manguito**	**Resultados**
Clarkson Conway e Warmington (2017)	11H 9 M	CC (6MWT QCST) CF (STS30 e TUG)	6 semanas 4x/ semana	45% FCres máx.	134 ± 4	Contínua (10 min)	10,5 (cm)	↑ CF em ambos os grupos; sem diferenças significativas, ↑ VO_2máx
Abe *et al*. (2010)	19H e M	CC (VO_2pico e FC) e CF (TUG e sentar e levantar)	6 semanas 5x / semana	45% FCres máx.	160−200	Contínua (23 min)	5,0 (cm)	↑ CF no grupo com RFS; sem diferenças significativas em CC entre grupos

Legenda: RFS = Restrição de fluxo sanguíneo; FC = Frequência cardíaca; CC = Capacidade cardiorrespiratória; CF = Capacidade funcional; 6MWT = Teste de caminhada de 6 minutos; QCST = Versão modificada do Queen's College Step Test; STS30 = Sentar e levantar em 30 segundos; TUG = Timed Up and Go" (Silva *et al*., 2024).
Fonte: próprio autor

Esses resultados indicam claramente que o exercício aeróbio associado à RFS pode ser uma intervenção segura e eficaz para melhorar capacidades funcionais em idosos, mesmo em protocolos de curta duração.

3 METODOLOGIA

3.1 CARACTERÍSTICAS DO ESTUDO

Pesquisa, longitudinal, quantitativa, comparativa, do tipo quase−experimental, randomizada (Thomas Jr., Nelson Jk., Silverman Sj. 2007).

3.2 PROCEDIMENTOS ÉTICOS

O presente estudo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos do Centro Universitário de João Pessoa (UNIPÊ), atendendo os requisitos da Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (CNS). N.º do CAEE: 70754323.6.0000.5176. Todos os voluntários que aceitaram participar da pesquisa foram esclarecidos sobre suas contribuições no estudo e quanto aos riscos e benefícios da pesquisa. Estando estes cientes, foi solicitado a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

3.3 POPULAÇÃO, AMOSTRA, SELEÇÃO E DESENHO DO ESTUDO

A população foi composta por idosos, N= 52 participantes foram selecionados aleatoriamente a partir de grupos de prática de atividades físicas promovidos pelo Centro Universitário de João Pessoa–PB e por meio de convite realizado em rede social (Instagram e Whatsapp). O cálculo amostral a priori foi realizado no software G*Power (FAUL *et al*., 2007), com base no estudo proposto por BECK, (2013). Utilizando os parâmetros: tamanho de efeito: 0,30; α: 0,05; β:0,80; número de grupos: 4; número de avaliações: 2; correções entre as repetições: 0,5; correção de *nonsphericity*: 1, obtendo N= 36, entretanto, foram recrutados 44% a mais visando a perda amostral, resultando em N= 52 participantes. Os indivíduos foram randomizados em quatro grupos por meio do aplicativo *randomizer*®, sendo um G1= caminhada com restrição de fluxo sanguíneo CAM+RFS 50%, G2= caminhada SHAM (0%), G3= caminhada sem restrição de fluxo sanguíneo CAM, G4= CON sem exercício.

3.4 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Participaram deste estudo indivíduos idosos, de ambos os sexos, praticantes recreacionais de atividades físicas, com idade entre 60 e 81 anos. Os participantes deveriam apresentar independência funcional, caracterizada pela capacidade de realizar atividades diárias sem auxílio, bem como ausência de limitações físicas ou condições musculoesqueléticas que comprometessem a marcha. Todos os indivíduos foram obrigatoriamente avaliados por um médico, recebendo liberação formal para a prática segura da caminhada, conforme os requisitos do protocolo de pesquisa.

3.5 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

Foram excluídos do estudo os indivíduos que apresentaram um índice tornozelo−braquial (ITB) abaixo ou acima dos valores de 0,9 e 1,3, sendo um indicativo de doença arteriais obstrutivas de membros inferiores (DAOMI). Ainda, os que sofreram lesões ou desenvolveram enfermidades ao longo do período experimental, impossibilitando a continuidade de sua participação, bem como aqueles que solicitaram desligamento voluntário da pesquisa.

3.6 PROGRAMA DE TREINAMENTO

O protocolo teve duração de 6 semanas, com 3 sessões semanais (total: 18 sessões) e uma sessão inicial de familiarização. Cada sessão teve duração de 36 min, sendo 10 min de aquecimento (~2 METs), 21 min de caminhada contínua em ritmo autosselecionado, ou seja, espontâneo e 5 min de volta à calma. Aos 10 min da caminhada contínua, houve controle da pressão de restrição arterial (PRA), assegurando segurança e eficácia.

4 VARIÁVEIS SELECIONADAS, INSTRUMENTOS E PROTOCOLOS PARA COLETA DE DADOS

4.1 VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS

Para mensurar a estatura dos sujeitos, foi utilizado um estadiômetro Sanny®, enquanto, a MC, IMC, MCM, MCG e %G foram avaliados pela bioimpedância octopolar InBody 720 (Foto 01), conforme os procedimentos especificados por Gibson (2018). Foram mensurados também circunferências (cm), de coxa, cintura, panturrilha e quadril por meio de uma fita antropométricade silicone e foi utilizada para a caracterização da amostra.

4.2 DETERMINAÇÃO DO PULSO DE INSONAÇÃO

O pulso de insonação foi identificado em repouso com o auxílio de um doppler vascular portátil (MedPej® DV−2001), posicionado sobre a artéria tibial anterior. Após posicionamento do esfigmomanômetro na porção proximal da coxa, a pressão foi aumentada gradualmente (incrementos de 10 mmHg) até o desaparecimento do som arterial. Esse procedimento seguiu o protocolo proposto por Laurentino *et al*. (2012).

4.3 DETERMINAÇÃO DA PRESSÃO DE RESTRIÇÃO ARTERIAL (PRA)

A PRA foi obtida com os participantes em decúbito dorsal, utilizando doppler vascular e esfigmomanômetro na região proximal da coxa. A pressão foi elevada até cessar o pulso da artéria tibial posterior, sendo este valor registrado como referência para oclusão total. O grupo CAM+RFS utilizou 40% desse valor, enquanto o grupo SHAM recebeu compressão simulada, sem pressão efetiva (Laurentino *et al*., 2008).

4.4 MEDIDA DO ÍNDICE TORNOZELO−BRAQUIAL (ITB)

O ITB foi calculado pela razão entre a pressão sistólica no tornozelo (artéria tibial posterior) e no braço (artéria braquial), com auxílio de doppler portátil (DV−2001) e esfigmomanômetro. As aferições foram feitas em decúbito dorsal, após 10 minutos de repouso. Foram realizadas duas medidas por artéria, com intervalo de dois minutos. Situações que pudessem interferir nos resultados (exercício, cafeína, bexiga cheia, fala ou movimentação) foram controladas.

4.5 APTIDÃO FUNCIONAL

A aptidão funcional foi avaliada por meio de três testes adaptados da bateria de Rikli e Jones (1999): caminhada de 1 milha (capacidade aeróbica), Timed Up and Go – TUG (agilidade/equilíbrio) e Sentar e Alcançar (flexibilidade). Esses testes foram escolhidos por sua aplicabilidade em idosos, segurança e validade na detecção de alterações funcionais.

4.5.1 Teste de 1 Milha

A capacidade cardiorrespiratória foi estimada com o teste de caminhada de 1 milha (1.609 m), realizado em pista plana de areia batida e cascalho. Os participantes caminharam no ritmo mais rápido possível, após breve aquecimento supervisionado. Ao final, o tempo total e a frequência cardíaca (obtida via oxímetro G−Tech®) foram registrados para estimativa do $VO_2máx$, conforme protocolo Rockport (1986).

4.5.2 Time Up and Go (TUG)

O TUG test avaliou agilidade e mobilidade funcional. O participante levantava−se de uma cadeira, caminhava 2,44 metros, contornava um cone e retornava à posição inicial, sentando−se novamente. O tempo foi cronometrado desde o comando até o retorno ao assento. O teste é reconhecido como indicador de risco de quedas e funcionalidade em idosos.

4.5.3 Teste de Sentar e Alcançar (Banco de Wells)

Para avaliar a flexibilidade, foi utilizado o teste de Sentar e Alcançar com caixa padronizada (30,5 cm³) e escala milimetrada. O avaliado, descalço e com joelhos estendidos, realizava flexão do tronco com as mãos sobrepostas, tentando alcançar a maior distância possível. Três tentativas foram realizadas, sendo considerada a melhor marca.

4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram organizados no Excel e analisados no JAMOVI (v2.2.5). Utilizou−se ANOVA [4x2] (grupo x tempo) para comparações entre grupos e momentos, com pós−teste de Bonferroni. Para comparações intragrupo, foi aplicado o teste t pareado. Foram calculados os tamanhos de efeito (η^2 e d de Cohen) e a variação percentual (Δ%). A normalidade, homogeneidade e esfericidade dos dados foram avaliadas pelos testes de Shapiro−Wilk, Levene e Mauchly. O nível de significância adotado foi $p \leq 0,05$.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As variáveis descritivas apresentaram os valores médios e desvios−padrão das variáveis iniciais da população estudada, indicando homogeneidade entre os grupos para a maioria das variáveis, o que sugere um possível baseline para as condições pré−intervenção. Observou−se, entretanto, que a variável idade demonstrou distribuição não normal pelo teste de Shapiro−Wilk ($p = 0,033$). Para essa variável, foi realizado um teste de ANOVA um fator, que não revelou diferença significativa entre os grupos ($p = 0,116$; $F = 2,27$).

5.1 COMPARAÇÃO INTERGRUPOS

Os resultados deste estudo indicam que, após 18 sessões de caminhada ecológica, as alterações nas variáveis analisadas, quando comparadas entre os grupos, não apresentaram diferenças estatisticamente significativas. Para todas as análises detalhadas entre grupos, foram considerados os valores de p, F, df e η^2. Em relação à capacidade cardiorrespiratória medida pelo VO_2 máx. (p=0,581; $F_{(35,8)}$=0,663; η^2=0.052), de flexibilidade (p=0,064; $F_{(35,8)}$=2,67; η^2= 0.160) e agilidade (p=0,103; $F_{(35,8)}$= 2,23; η^2= 0.164).

5.2 COMPARAÇÃO INTRAGRUPO

Em relação à capacidade cardiorrespiratória, medida pelo VO_2máx, observou−se que o grupo CAM apresentou aumento significativo na variável (p=0,003; t= −4,197; d= 0,66; Δ% = 21,46), com tamanho de efeito moderado. O grupo CAM+RFS não apresentou significância estatística (p = 0,175; t = −1,489; d = 0,39; Δ% = 11,03), porém demonstrou um tamanho de efeito moderado. O grupo SHAM também não apresentou diferença significativa (p = 0,263; t = −1,203; d = 0,23; Δ% = 3,77), porém, com um tamanho de efeito pequeno. Já o grupo CON demonstrou redução nos valores da variável analisada (p = 0,768; F = 0,100; d = −0,10; Δ% = −3,13), com tamanho de efeito pequeno e negativo, indicando uma tendência à redução nos níveis funcionais dessa capacidade.

No teste de agilidade e equilíbrio (TUG), todos os grupos que realizaram exercício apresentaram redução no tempo de execução. Embora o grupo SHAM tenha obtido significância estatística (p = 0,005; t = 3,840; d = −0,85; Δ% = −9,73), com tamanho de efeito grande, o grupo CAM+RFS demonstrou melhora consistente (p = 0,335; t = 1,027; d = −0,40; Δ% = −4,07), com tamanho de efeito moderado, evidenciando que, mesmo sem alcançar significância estatística, apresentou ganhos relevantes do ponto de vista funcional. O grupo CAM também apresentou redução (p = 0,717; t = 0,494; d = −0,24; Δ% = −4,07), com tamanho de efeito moderado. Já o grupo CON demonstrou tamanho de efeito pequeno (p = 0,565; t = 0,600; d = −0,13; Δ% = −1,82), com impacto mínimo na variável analisada.

Na variável de flexibilidade, o grupo CAM+RFS apresentou resultado estatisticamente significativo (p = 0,042; t = −2,410; d = 0,32; Δ% = 12,88), com tamanho de efeito moderado,

indicando ganho funcional relevante. O grupo CAM ($p = 0,431$; $t = -0,830$; $d = 0,19$; $\Delta\% = 7,22$) e o grupo SHAM ($p = 0,788$; $t = -0,278$; $d = 0,05$; $\Delta\% = 1,16$) não apresentaram significância estatística, ambos com tamanho de efeito pequeno. Já o grupo CON registrou redução na variável ($p = 0,151$; $t = 0,884$; $d = -0,02$; $\Delta\% = -0,71$), com tamanho de efeito muito pequeno, sem evidências de melhora funcional. A capacidade funcional, compreendida pela aptidão cardiorrespiratória, agilidade e flexibilidade, é um marcador central do envelhecimento saudável. O presente estudo evidenciou que o grupo CAM+RFS apresentou avanços consistentes nessas variáveis, ainda que nem todos os indicadores tenham atingido significância estatística. Esses achados são importantes, pois sugerem que mesmo protocolos de exercício de baixa intensidade, quando aliados à técnica de RFS, podem resultar em efeitos funcionais relevantes.

Quanto à capacidade cardiorrespiratória medida pelo VO_2máx, o presente estudo revelou resultados relevantes. Apesar do grupo CAM ter apresentado um aumento significativo nesta variável, é importante ressaltar que o grupo CAM+RFS também demonstrou uma melhoria funcional consistente, caracterizada por um efeito moderado. Esses achados encontram respaldo no estudo de Clarkson, Conway e Warmington (2017), que já haviam identificado melhorias na capacidade aeróbica em idosos após o treinamento com caminhada associada à restrição de fluxo sanguíneo.

Contudo, enquanto esses autores avaliaram o VO_2máx em condições laboratoriais utilizando esteira ergométrica, o diferencial do presente estudo foi a realização dessa avaliação de maneira ecológica, por meio de um teste em pista ao ar livre, muito mais próximo das condições reais de prática dos idosos. Paralelamente os efeitos observados nesta variável podem ser atribuídos à restrição vascular parcial provocada pela RFS, no qual, gera um ambiente metabólico desafiador e estimula adaptações periféricas, especialmente no sistema muscular e vascular, como destacado por Patterson *et al*. (2019) e Slysz; Stultz; Burr (2016).

Essa escolha metodológica amplia significativamente a validade externa e a aplicabilidade prática dos resultados, aproximando−se do contexto cotidiano dos participantes e oferecendo maior relevância prática e ecológica às conclusões obtidas. Ainda, a natureza ecológica do protocolo pode ter favorecido uma melhor adesão ao exercício e uma resposta mais funcional, conforme preconizado por Pretty *et al*. (2005) e Barton & Pretty (2010).

A variável agilidade, avaliada por meio do teste TUG, também demonstrou melhora relevante no grupo CAM+RFS. Embora o grupo SHAM tenha obtido significância estatística, o

tamanho de efeito observado no grupo com RFS, mesmo sem significância, aponta para um benefício funcional notável. A literatura aponta que ganhos de agilidade estão diretamente relacionados à prevenção de quedas e à autonomia dos idosos (Morais; Guabiroba, 2023).

No domínio da flexibilidade, os resultados reforçam o potencial da intervenção com RFS. O grupo CAM+RFS apresentou melhora significativa e, com efeito moderado, alinhando−se aos achados de estudos como os de Centner *et al*. (2018) e Abe *et al*. (2010), que documentaram efeitos positivos da RFS em variáveis funcionais, mesmo em treinos aeróbicos de baixa intensidade.

Um aspecto importante a considerar é que no presente estudo o exercício foi conduzido em um ambiente ecológico e em intensidade espontânea. Essa escolha metodológica, embora limite a uniformização dos estímulos, amplia a validade externa do estudo e aproxima a intervenção da realidade cotidiana dos idosos. Tal abordagem está em consonância com a perspectiva funcional e inclusiva proposta por Oliveira e Oliveira (1995) e Costa *et al*. (2020). Portanto, os dados obtidos demonstram que a caminhada com RFS, mesmo com intensidade moderada e realizada em ambientes naturais, pode promover adaptações significativas na capacidade funcional de idosos. Essa combinação de segurança, aplicabilidade e efetividade torna o protocolo uma alternativa promissora para programas de saúde voltados a essa população.

Ainda, os achados da revisão sistemática de Silva *et al*. (2024) se aproximam das evidências produzidas neste estudo, sobretudo ao apontarem que o exercício aeróbico com restrição de fluxo sanguíneo pode ser uma alternativa viável e segura para a melhora da funcionalidade em idosos. Ainda que o número de estudos incluídos tenha sido pequeno, ambos os ensaios analisados apresentaram efeitos positivos após seis semanas de intervenção, destacando avanços na capacidade funcional. Por outro lado, as conclusões sobre a melhora do VO_2máx permanecem inconclusivas, uma vez que variáveis como tempo de exposição, especificidade do exercício e duração do protocolo parecem influenciar diretamente os desfechos. Apesar disso, o estudo reforça que a RFS tem potencial terapêutico em contextos em que o exercício de alta intensidade não é indicado. Tais evidências, quando contextualizadas com os resultados desta pesquisa, sugerem que a condução do protocolo em ambiente ecológico pode ter potencializado os benefícios percebidos, sobretudo pela maior aderência e engajamento dos participantes ao longo das sessões.

Tabela 2 –Valores médios, desvio−padrão, significância, variância, tamanho de efeito e magnitude das variáveis de capacidade cardiopulmonar, agilidade e flexibilidade intra−grupo.

Legenda:CAM+RFS= grupo experimental caminhada com restrição de fluxo sanguíneo; SHAM= grupo experimental caminhada com restrição a 0%; CAM=

Grupo	Pré VO²máx.	Pós VO²máx.	p	*t*	*d*	Δ%	Pré TUG	Pós TUG	*p*	*t*	*d*	Δ%	Pré FLEX	Pós FLEX	*p*	*t*	*d*	Δ%
CAMRFS gl=8	26,3±8,02	29,2±6,92	0,175	−1,489	0,39	11,03	5,27±0,59	5,02±0,67	0,335	1,027	−0,40	−4,74	23,3±9,40	26,3±9,40	*0,042	−2,410	0,32	12,88
SHAM gl=8	29,2±5,15	30,3±4,51	0,263	−1,203	0,23	3,77	5,65±0,72	5,10±0,57	*0,005	3,840	−0,85	−9,73	25,9±5,86	26,2±5,86	0,788	−0,278	0,05	1,16
CAM gl=8	24,7±8,84	30,0±7,08	*0,003	−4,197	0,66	21,46	5,40±1,01	5,18±0,80	0,717	0,494	−0,24	−4,07	18,0±6,78	19,3±6,78	0,431	−0,830	0,19	7,22
CON gl=8	25,6±6,97	24,8±8,49	0,390	0,908	0,10	−3,13	6,05±0,73	5,94±0,94	0,565	0,600	−0,13	−1,82	28,1±10,7	27,9±10,7	0,151	0,884	−0,02	−0,71

grupo experimental caminhada sem restrição de fluxo sanguíneo; CON= grupo sem exercício de caminhada e sem restrição de fluxo sanguíneo; N= amostra total; n= amostra do grupo; VO²máx.=capacidade cardiopulmonar (mlkgmin); TUG= Time Up and Go test, agilidade (s); FLEX= banco de Wells flexibilidade; p=significância; *t*= variância; *d*= tamanho de efeito; Δ%= magnitude. *= diferença significativa

Fonte: próprio autor

DOI: 10.55905/rdelosv18.n66-
ISSN: 1988-5245

Originals received: 3/28/2025
Acceptance for publication: 4/23/2025

6 CONCLUSÃO

A prática de caminhada em ambiente natural combinada à restrição do fluxo sanguíneo pode ser uma alternativa útil para melhorar funções físicas importantes em idosos, principalmente quanto à flexibilidade, agilidade e resistência cardiorrespiratória. Embora alguns resultados não tenham apresentado diferenças estatísticas claras, é possível perceber melhorias práticas relevantes, sugerindo que esse tipo de atividade leve e segura pode trazer ganhos reais para a qualidade de vida dos participantes. Além disso, realizar as sessões em locais ao ar livre parece ter estimulado ainda mais o envolvimento e motivação do grupo estudado. Futuros estudos com grupos maiores, diferentes níveis de pressão durante a restrição e períodos mais extensos seriam importantes para ampliar esses resultados.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal da Paraíba (UFPB), à Universidade Regional do Cariri (URCA) e ao Centro Universitário de João Pessoa (UNIPÊ), em especial ao curso de Educação Física, pelo apoio institucional e acadêmico. Agradecem também ao Programa Associado de Pós−Graduação em Educação Física UPE/UFPB (PAPGEF) pelo suporte científico e à Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo fomento à pesquisa. Estendem ainda seu reconhecimento a todos os integrantes do LABOCINE/UFPB pela colaboração técnica e intelectual, bem como aos voluntários que participaram do estudo, cuja disposição e compromisso foram fundamentais para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ABE, Takashi; **KEARNS, Charles F.**; **SATO, Yoshiaki**. Muscle size and strength are increased following walk training with restricted venous blood flow from the leg muscle, Kaatsu-walk training. **Journal of Applied Physiology**, v. 100, n. 5, p. 1460–1466, 2006. Disponível em: https://doi.org/10.1152/japplphysiol.01267.2005. Acesso em: 23 abr. 2025.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM). *Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição*. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018.

ARAÚJO, Joamira P. *et al*. Resistance training with blood flow restriction and cognition in elderly women (project "forte-mente-ativa"): study protocol. **Motriz: Revista de Educação Física**, v. 27, 2021. e10210016220. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1980-657420210016220. Acesso em: 23 abr. 2025.

ARAÚJO, Joamira P. *et al*. The effects of water-based exercise in combination with blood flow restriction on strength and functional capacity in post-menopausal women. **Age**, v. 37, n. 6, p. 110, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s11357-015-9851-4. Acesso em: 23 abr. 2025.

BARTON, Jo; **PRETTY, Jules**. What is the best dose of nature and green exercise for improving mental health? A multi-study analysis. **Environmental Science and Technology**, v. 44, n. 10, p. 3947–3955, 2010. Disponível em: https://doi.org/10.1021/es903183r. Acesso em: 23 abr. 2025.

BECK, Travis W. The importance of a priori sample size estimation in strength and conditioning research. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 27, n. 8, p. 2323–2337, 2013. Disponível em: https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318278eea0. Acesso em: 23 abr. 2025.

CARNEIRO, Janaina A. O. *et al*. Avaliação da capacidade funcional e cognitiva em idosos institucionalizados. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, v. 19, n. 6, p. 1004–1012, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1981-22562016019.160043. Acesso em: 23 abr. 2025.

CENTNER, Christoph *et al*. Low-load blood flow restriction and high-load resistance training induce comparable changes in patellar tendon properties. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 54, n. 4, p. 582–589, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002824. Acesso em: 23 abr. 2025.

CHO, Chaeeun; **LEE, Sewon**. The effects of blood flow restriction aerobic exercise on body composition, muscle strength, blood biomarkers, and cardiovascular function: a narrative review. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 25, n. 17, 9274, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.3390/ijms25179274. Acesso em: 23 abr. 2025.

CIRILO-SOUSA, Maria do Socorro. *Treinamento físico individualizado: personal training – abordagem nas diferentes idades, situações especiais e avaliação física*. João Pessoa: Editora da UFPB, 2008.

FAUL, Franz *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. Disponível em: https://doi.org/10.3758/BF03193146. Acesso em: 23 abr. 2025.

GIBSON, Ann L.; **WAGNER, Dale R.**; **HEYWARD, Vivian H.** *Advanced fitness assessment and exercise prescription*. 8. ed. Champaign: Human Kinetics, 2018.

GOMES, Ana Raquel S. Avaliação da aptidão física e funcional em idosos. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, v. 14, n. 2, p. 129–137, 2009. Disponível em: https://rbafs.org.br/RBAFS/article/view/1009. Acesso em: 9 abr. 2025.

HEYWARD, Vivian H. *Avaliação física e prescrição de exercício: técnicas avançadas*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Indicadores sociais municipais: uma análise dos resultados do universo do Censo Demográfico 2010*. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv54598.pdf. Acesso em: 9 abr. 2025.

LAURENTINO, Gustavo C. *et al*. Acute and chronic effects of resistance training with blood-flow restriction. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 26, n. 6, p. 1558–1569, 2012. Disponível em: https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318231a5a7. Acesso em: 23 abr. 2025.

MACIEL, Marcos Gonçalves. Atividade física e funcionalidade do idoso. **Motriz: Revista de Educação Física**, v. 16, n. 4, p. 1024–1032, 2010. Disponível em: https://doi.org/10.5016/1980-6574.2010v16n4p1024. Acesso em: 23 abr. 2025.

McDONNELL, Ashley S.; **STRAYER, David L.** Nature and human attention: an updated review. **Current Directions in Psychological Science**, v. 33, n. 1, p. 20–29, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1177/09637214211070358. Acesso em: 23 abr. 2025.

MORAIS, Vitória de Jesus; **GUABIROBA, Juliana Silva**. A relação entre a funcionalidade e a ocorrência de quedas em idosos. **Connectionline**, v. 30, p. 9–23, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.18312/connectionline.v30i30.2392. Acesso em: 23 abr. 2025.

PATTERSON, Stephen D. *et al*. Blood flow restriction exercise: considerations of methodology, application, and safety. **Frontiers in Physiology**, v. 10, p. 533, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00533. Acesso em: 23 abr. 2025.

RODRIGUES, Leidjane Florentino; **RODRIGUES, Giane Florentino**; **RODRIGUES, Cae**. Os benefícios do exercício verde para adultos acima de 60 anos. In: **COLÓQUIO DE PESQUISA QUALITATIVA EM MOTRICIDADE HUMANA**, 7., 2017, Aracaju/São Cristóvão. *Anais...* São Carlos: SPQMH, 2017. p. 417–427. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/331832351. Acesso em: 10 abr. 2025.

THOMAS JR., Jerry R.; **NELSON, Jack K.**; **SILVERMAN, Stephen J.** *Métodos de pesquisa em atividade física*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

APÊNDICE

APÊNDICE - A

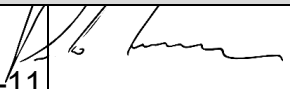
Termo de Compromisso de Utilização de Dados (TCUD)

Eu, Pedro Henrique Marques de Lucena, portador do RG: 2476194 SSP/PB, CPF: 061.920.364-11, Docente do Curso de Educação Física do Centro Universitário de João Pessoa – UNIPÊ, discente efetivamente matriculado nº:**20171020705,** no programa de pós graduação UFPB/UPE no curso de Doutorado em Educação Física, sob orientação da professora do programa Drª Maria do Socorro Cirilo de Sousa CPF: 272.317.984-20, nº matrícula: 0338275, abaixo assinado(s), pesquisadores envolvidos no projeto de título **"EFEITOS CRÔNICOS DA CAMINHADA COM RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO NA CAPACIDADE FÍSICA E FUNCIONAL DE IDOSOS",** me comprometo a manter a confidencialidade sobre os dados coletados, bem como a privacidade de seusconteúdos, como preconizam os Documentos Internacionais e as Resoluções 466/12 e 510/16, do Conselho Nacional de Saúde.

Informo que os dados a serem coletados dizem respeito a análise do desempenho aeróbico e anaeróbico induzidos por treinamento com restrição de fluxo sanguíneo precondicionante e durante o exercício nas variáveisbioquímicas, ocorrido entre as datas de: Abril de 2022 à Junho de 2025.

João Pessoa, 04 de março de 2022.

Envolvidos na manipulação e coleta dos dados:

Nome completo	CPF	Assinatura
Pedro Henrique Marques de Lucena	061.920.364-11	

APENDICE - B
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO -TCLE

Prezados,

Você está sendo **convidado** a participar de pesquisa intitulada **"EFEITOS CRÔNICOS DA CAMINHADA COM RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO NA CAPACIDADE FÍSICA E FUNCIONAL DE IDOSOS"**, que está sendo desenvolvida sob a responsabilidade do doutorando Pedro Henrique Marques de Lucena em conjunto com a orientadora Maria Do Socorro Cirilo Sousa, ambos do Programa Associado de Pós-gradução em Educação Física UFPB/UPE. Antes de decidir sobre sua participação é importante que entenda o motivo desta pesquisa estar sendo realizada e como ela se realizará, portanto, leia atentamente asinformações que seguem e se tiver alguma dúvida, consulte o pesquisador responsável ou o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).

O **objetivo** Analisar as alterações crônicas induzidas pela utilização sistematizada da caminhada, com e sem RFS na capacidade funcional de idosos e tem como **justificativa** o fato que O Método de RFS tem se mostradoeficiente em várias partes do mundo, sendo ele amplamente estudado no meio acadêmico e aplicado em centros de treinamento esportivo e academias de ginástica.Nesta perspectiva, se faz necessário investigar se este método é capaz de estimular de forma mais eficiente as fibras do tipo II melhorando a capacidadefuncional dos idosos mesmo utilizando uma baixa carga durante os treinamentos. Gerando benefícios em relação à composição corporal, hipertrofia e força muscular da população estudada.

Este estudo realizado com indivíduos idosos com diferentes provenientes da cidade de João Pessoa – PB, que aceitem participar voluntariamente. **Sua participação neste trabalho consiste** em responder aum questionário que versa sobre seu estado de prontidão

para prática de exercícios físicos e sobre a realização ou participação em programas de exercício físico; um questionário sobre biodiversidade, além de ser submetido a uma bateria de avaliações físicas inerentes a sua composição corporal, nívelfuncional; exame de capacidade cardiopulmonar (ergoespirometria), e a realização de vinte e quatro sessões experimentais de caminhada com e semRFS, que dependerá do processo de randomização que ordenará a realizaçãodas condições experimentais.

No decorrer da excussão do presente estudo estão previstos **riscos mínimos** como o constrangimento e a exposição da identidade. Para minimizar o supracitado fator de risco, a aplicação do questionário serárealizada em uma sala reservada, confortável, com temperatura agradável, para garantir o sigilo e evitar constrangimentos, se ainda assim ocorrer, e o mesmo se sentir constrangido, poderá a qualquer momento, relatar o desejo de não continuidade e será removido da amostra, sem prejuízos. E se mesmo assim persistir o dano, será oferecido ao participante acompanhamento psicológico. Os voluntários também podem ter riscos de queda, lesão, síncopeou mal-estar durante a execução das condições experimentais. Para minimizar estes riscos, serão orientados a alongar e antes da sessão experimental, e a qualquer sinal ou sintoma será dado um intervalo; caso ele se sinta confortávelserá retomado, e se mesmo assim não conseguir, marcará outro dia, e se porventura a situação agravar receberá todo atendimento pré-hospitalar necessário, e será encaminhado a um serviço de saúde especializado. Neste caso, persistindo o dano, o pesquisador responsável irá encaminhar o participante ao serviço de saúde especializado (fisioterapia). O pesquisadorcumprirá todas as orientações de segurança, onde o pesquisador estará portando todos os Equipamentos de Proteção Individual (EPI's) necessários, e tomando todas as precauções necessárias como a utilização de álcool emgel a 70% antes e após o procedimento. A execução individual de todos osprocedimentos de coleta será realizado na pista de atletismo, com mínimocontato físico necessário. Além disso, o participante deverá realizar ahigienização

das mãos com álcool em gel a 70% antes e após a participação.Apesar da existência de riscos mínimos na coleta de dados, os **benefícios** oferecidos serão superiores. Os resultados da pesquisa irão ajudaros profissionais da área de saúde que poderão prescrever treinamentos ou tratamentos de saúde baseados nos resultados do presente estudo.

Como **acompanhamento posterior**, a equipe da pesquisa ficará permanentemente à sua disposição para quaisquer esclarecimentos ou orientações que você julgar necessários em relação ao tema abordado.

Informamos que a sua participação é **voluntária** e, portanto, você não é obrigado a fornecer as informações e/ou colaborar com os pesquisadores, nem tampouco receberá nenhuma remuneração por isso. **Você tem o direitode decidir não participar do estudo**, ou de resolver desistir da participação no mesmo a qualquer momento, **sem nenhum dano, prejuízo ouconstrangimento**.

Todas as informações obtidas em relação a esse estudo permanecerãoem **absoluto sigilo**, assegurando proteção da imagem e da privacidade dos envolvidos, e respeitando valores morais, culturais, religiosos, sociais e éticos.Os resultados dessa pesquisa poderão ser apresentados em congressos ou publicações científicas, porém sua identidade não será divulgada nestas apresentações, nem serão utilizadas quaisquer imagens ou informações que permitam a sua identificação.

Este documento foi elaborado em duas vias iguais, que deverão ser rubricadas em todas as suas páginas e assinadas, ao final, por você, pelo alunopesquisador e pela professora responsável. **Você receberá uma das vias** e aoutra ficará guardada com os responsáveis pela pesquisa.

Não é previsto que você tenha nenhum gasto na participação nesta pesquisa ou por causa dela, mas, caso você venha a ter qualquer despesa emdecorrência de sua contribuição neste estudo, você será plenamente **ressarcido(a)**. Ressaltamos ainda que, no caso de eventuais danos acarretados pela participação no presente estudo, você será **indenizado(a)** namedida do dano sofrido.

Declaramos que o desenvolvimento desta pesquisa seguirá rigorosamente todas as exigências preconizadas pela Resolução nº 466/12 do CNS/MS, especialmente aquelas contidas no item IV.3. Em caso de dúvidas quanto aos seus direitos ou sobre o desenvolvimento deste estudo você pode entrar em contato com o pesquisador responsável ou com o Comitê de Ética em Humanos do Centro Universitário de João Pessoa (UNIPÊ)

CONSENTIMENTO

Após ter sido informado sobre a finalidade da pesquisa **"EFEITOS CRÔNICOS DA CAMINHADA COM RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO NA CAPACIDADE FÍSICA E FUNCIONAL DE IDOSOS",** e
após ter lido os esclarecimentos prestados anteriormente no presente Termode Consentimento Livre e Esclarecido, eu _____estou plenamente de acordo em participar do presente estudo, permitindo que osdados obtidos sejam utilizados para os fins da pesquisa, estando ciente que osresultados serão publicados para difusão e progresso do conhecimentocientífico e que minha identidade será preservada. Estou ciente também quereceberei uma via deste documento. Por ser verdade, firmo o presente.

João Pessoa,_____/____/_____.

_____
Assinatura do Participante da Pesquisa

_____
Assinatura do Pesquisador Responsável

_____
Assinatura da testemunha

Impressão digital

O Comitê de Ética em Pesquisa é um órgão criado para defender os interesses dos sujeitos da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos, além disso é responsável pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos. Então, SE VOCÊ QUISER OUTRAS INFORMAÇÕES, PROCURE o Comitê de Ética que aprovou a pesquisa e que está identificado nesse documento. Se necessário, você também pode fazer contato com a CONEP (http://www.conselho.saude.gov.br/Web_comissoes/conep/index.html).

Contato do pesquisador responsável:

Doutorando Pedro Henrique Marques de Lucena

Endereço:Rua: josé Vitorino de Araújo, resitencial Belo Monte, n. 89, apto 203, Bancários,João Pessoa - PB Telefone: (83) 986109570 E-mail: profpedrolucena@gmail.com /

Contato do Comité de Ética em Humanos – CEP/UNIPÊ:

De segunda-feira a quinta-feira das 7h às 11h e das 12h às 17h | Sexta-feira das 7h às 11h edas 12h às 16h. Fone: 83 2106 9266 / E-mail: cep@unipe.edu.br

Endereço: Campus do UNIPÊ, BR 230, Km 22 | Bloco da Reitoria, sala 401 | Água Fria, JoãoPessoa-PB.

APÊNDICE – C

UNIPÊ
Centro Universitário
de João Pessoa

TERMO DE ANUÊNCIA

O Laboratório de Avaliação Física – LAF do Centro Universitário de João Pessoa – UNIPÊ está de acordo com a execução do projeto **"EFEITOS CRÔNICOS DA CAMINHADA COM RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO NACAPACIDADE FÍSICA E FUNCIONAL DE IDOSOS",** coordenado pelo pesquisador **Pedro Henrique Marques de Lucena**, desenvolvido em conjunto com os alunos do **Centro Universitário de João Pessoa – UNIPÊ**, e assume ocompromisso de apoiar o desenvolvimento da referida pesquisa nesta instituiçãodurante a realização da mesma. Declaramos conhecer e cumprir as Resoluções Éticas Brasileiras, em especial aResolução 466/2012 do CNS. Esta instituição está ciente de suas corresponsabilidades como instituição coparticipante do presente projeto de pesquisa, e de seu compromisso no resguardo da segurança e bem-estar dos sujeitos de pesquisa nela recrutados, dispondo da infraestrutura necessária paraa garantia de tal segurança e bem-estar.

João Pessoa, 07 de Junho de 2023

Eric de Lucena Barbosa
Coordenador do Laboratório de Avaliação Física - LAF

Prof. Dr. Eric de Lucena Barbosa
CREF: 01940-G/PB.

UNIPÊ
Centro Universitário
de João Pessoa

TERMO DE ANUÊNCIA

O curso de **Educação Física** do **Centro Universitário de João Pessoa – UNIPÊ** está de acordo com a execução do projeto **“ EFEITOS CRÔNICOS DA CAMINHADA COM RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO NA CAPACIDADE FÍSICA E FUNCIONAL DE IDOSOS”,** coordenado pelo pesquisador **Pedro Henrique Marques de Lucena,** desenvolvido em conjunto com os alunos do **Centro Universitário de João Pessoa – UNIPÊ**, e assume o compromisso de apoiar o desenvolvimento da referida pesquisa nesta instituição durante a realização da mesma. Declaramos conhecer e cumprir as Resoluções Éticas Brasileiras, em especial aResolução 466/2012 do CNS. Esta instituição está ciente de suas corresponsabilidades como instituição coparticipante do presente projeto de pesquisa, e de seu compromisso no resguardo da segurança e bem-estar dos sujeitos de pesquisa nela recrutados, dispondo da infraestrutura necessária paraa garantia de tal segurança e bem-estar.

João Pessoa, 07 de junho de 2023

Silvana Nóbrega Gomes
Coordenadora do Curso de Educação Física