



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

SIMONI TEIXEIRA BITTAR

**TREINAMENTO AERÓBIO COM RESTRIÇÃO DO FLUXO SANGUÍNEO:
EFEITOS CRÔNICOS NA SAÚDE ÓSSEA, DESEMPENHO
NEUROMUSCULAR E PERCEPÇÃO DE PRAZER EM IDOSAS**

JOÃO PESSOA
2019

SIMONI TEIXEIRA BITTAR

**TREINAMENTO AERÓBIO COM RESTRIÇÃO DO FLUXO SANGUÍNEO:
EFEITOS CRÔNICOS NA SAÚDE ÓSSEA, DESEMPENHO
NEUROMUSCULAR E PERCEPÇÃO DE PRAZER EM IDOSAS**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa
Associado de Pós-Graduação em Educação
Física UPE/UFPB (PAPGEF – UPE/UFPB),
como requisito para obtenção de título de
Doutora em Educação Física.

Área de concentração: Saúde, Desempenho e Movimento Humano
Linha de Pesquisa: Cineantropometria e Desempenho Humano

Orientação: Prof. Dra. Maria do Socorro Cirilo de Sousa
Co-orientação: Prof. Dr. Heleodório Honorato dos Santos

JOÃO PESSOA

2019

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

B624t Bittar, Simoni Teixeira.

Treinamento Aeróbio com Restrição do Fluxo Sanguíneo:
efeitos crônicos na saúde óssea, desempenho
neuromuscular e percepção de prazer em idosas / Simoni
Teixeira Bittar. - João Pessoa, 2019.

163 f. : il.

Orientação: Maria do Socorro Cirilo de Sousa.

Coorientação: Heleodório Honorato dos Santos.

Tese (Doutorado) - UFPB/CCS.

1. Envelhecimento. 2. Menopausa. 3. Terapia por
Exercícios. 4. Oclusão Terapêutica. 5. Densidade Óssea.
6. Força Muscular. 7. Afeto. I. Sousa, Maria do Socorro
Cirilo de. II. Título.

UFPB/BC

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

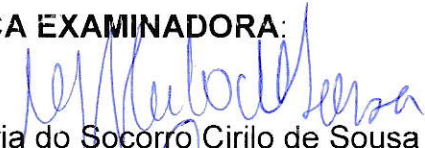
A Tese: Treinamento Aeróbio com Restrição do Fluxo Sanguíneo:
Efeitos Crônicos na Saúde Óssea, Desempenho
Neuromuscular e Percepção de Prazer em Idosas.

Elaborada por Simoni Teixeira Bittar

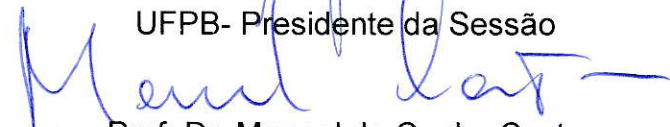
Foi julgada pelos membros da Comissão Examinadora e aprovada para
obtenção do título de DOUTORA EM EDUCAÇÃO FÍSICA na Área de
Concentração: Saúde, Desempenho e Movimento Humano.

Data: 18 de julho de 2019

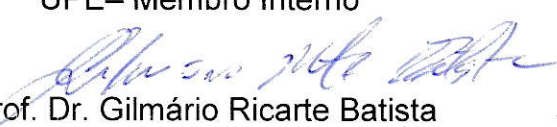
BANCA EXAMINADORA:


Profa. Dra. Maria do Socorro Cirilo de Sousa

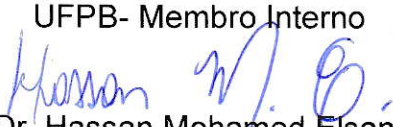
UFPB- Presidente da Sessão


Prof. Dr. Manoel da Cunha Costa

UPE- Membro Interno


Prof. Dr. Gilmário Ricarte Batista

UFPB- Membro Interno


Prof. Dr. Hassan Mohamed Elsangendy

UFRN- Membro Externo


Prof. Dr. Sergio Setsuo Maeda

UNIFESP- Membro Externo

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho **aos meus avós, Nancy (em memória) e Manoel**, por suas incansáveis dedicações aos seus filhos e netos, sobretudo a mim;

Aos meus pais Rodolfo (em memória) e Vera, pela minha existência e por sempre terem lutado por mim com todo amor e dedicação;

Dedico também, **ao meu esposo Pedro** pelo companheirismo e força em todos os momentos e, principalmente **a minha amada filha Lavínia**, que nasceu no meio do doutoramento para me dar força e luz nessa caminhada.

AGRADECIMENTOS

À Deus, que me manteve com saúde, ânimo e disposição nesse período, no mínimo cansativo, diante de diversas circunstâncias surgidas e nas atividades que desempenho. Ele me susteve, me deu equilíbrio e percepção para valorizar e saborear com alegria os resultados colhidos desse aprendizado;

À minha família, por acreditar que tudo é possível, basta lutar;

Aos meus irmãos Fernando, Samantha e Stefano pelo apoio e por sempre dizerem que sou um exemplo de perseverança;

Aos meus amigos, pela paciência com minha ausência em vários momentos;

Aos Mestres, especialmente a minha orientadora **Profa. Dr^a. Maria do Socorro Cirilo de Sousa**, pela dedicação, acompanhamento, vigilância e orientação durante todo o período. Uma verdadeira Mestre, a quem sempre terei a honra de referir-me como A Mestre;

Ao meu Co-Orientador, **Prof. Dr. Heleodório Honorato dos Santos**, um grande Mestre, amigo e fomentador do meu crescimento no conjunto ensino/pesquisa, sem cuja ajuda, estímulo e assistência técnica ao longo dessa jornada, seria muito difícil concluir esta tese;

Aos Professores Doutores: Alexandre Sérgio, Manoel Costa, Michel Brentano, Hassan Elsangedy, pelas valiosas contribuições na qualificação, pré-banca e defesa da tese. Aos suplentes Sergio Maeda (externo) e Gilmário Ricarte, por todas as valiosas contribuições na reta final do doutoramento;

À Universidade Federal da Paraíba: Centro de Ciências da Saúde, ao Hospital Lauro Wanderley e ao Programa Associado de Pós-Graduação em Educação Física UPE/UFPB, por permitirem que o estudo fosse realizado em suas dependências;

Às voluntárias, que se constituíram em rica fonte para a realização deste trabalho;

Aos colegas que executaram a coleta de dados, fisioterapeutas e educadores físicos, Thiago, Janyelinton, Elivelton, Hidayane, Jéssica, Karina, Andressa, Edilene e Ruth de cuja ajuda dependeu a concretização deste trabalho, profissional e pessoalmente tão significativo para mim;

Aos companheiros de jornada do laboratório: Pietra, Hidayane, Adeilma, Emily, Joamira, Rodrigo, Gabriel, Eduardo, Leandro, Júlio, Elísio, Patrick, Bruno, Janyelinton, Pedro Lucena, Pedro Luz, Alisson, Marlon, Leonardo e Renato por todos os momentos de apoio, descontração, parcerias e contribuições ao meu projeto;

Aos colegas doutorandos: Leonardo Oliveira (UEL) e Valéria Mayaly (UPE) por estarem sempre estudando comigo e incentivando o aprendizado na estatística da tese;

Ao endocrinologista Prof. Dr. João Modesto Filho, pela parceria nas realizações dos exames de densitometria óssea de corpo inteiro na sua clínica privada;

Ao laboratório de análises clínicas Hermes Pardini (MG), que aceitou o cadastro de pessoa física da pesquisadora, realizando as análises sanguíneas da osteocalcina;

Aos Professores do Programa Associado de Pós-Graduação em Educação Física UPE/UFPB (PAPGEF UPE/UFPB), por todos os ensinamentos concedidos;

Ao secretário local do PAPGEF UPE/UFPB, Ricardo, pelo bom humor e disponibilidade em atender minhas solicitações e dúvidas da melhor maneira possível;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo financiamento da bolsa de doutorado;

MUITO OBRIGADA.

EPÍGRAFE

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor,
mas lutei para que o melhor fosse feito. Não
sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não
sou o que era antes” (Marthin Luther King)

RESUMO

Introdução: a preservação da massa óssea, aumento da força muscular e equilíbrio de mulheres idosas estão associados aos melhores níveis de prática de exercícios físicos sistematizados. O treinamento aeróbio combinado com restrição de fluxo sanguíneo parece ser uma nova alternativa determinante nesse processo, porém lacunas de conhecimento ainda são observadas quando se refere ao exercício associado à RFS e as adaptações sobre variáveis ósseas, desempenho neuromuscular e percepção de prazer realizadas por mulheres idosas. **Objetivo:** analisar os efeitos crônicos do treinamento aeróbio com restrição do fluxo sanguíneo (RFS) na saúde óssea, desempenho neuromuscular e percepção de prazer em idosas. **Materiais e Métodos:** a amostra foi composta por n=30 mulheres com osteopenia e/ou osteoporose, que foram agrupadas em 3 situações: a) caminhada na esteira com RFS à 40% do VO₂ pico (CAM+RFS: n=10; 64,1±2,5 anos; 64,7±10,5 kg; 1,52±0,04 m; 28,0 ± 4,1 kg/m²); b) caminhada na esteira com 60% do VO₂ pico (CAM: n=9; 65,2±5,3 anos; 69,4 ± 8,2 kg; 1,53±0,05 m; 29,7±3,3 kg/m²) e c) grupo controle: realizaram a RFS (RFS: n=11; 68,4±4,8 anos; 64,9±12,8 kg; 1,50±0,03 m; 28,6±5,7 kg/m²). Os protocolos foram: treinamento aeróbio com e sem RFS, e aplicação da técnica de RFS sem exercício, todos por 24 sem, 20 minutos cada sessão, 3x/semana, dias alternados. Antes foram avaliados à saúde óssea por meio do exame DXA e coleta sanguínea de OC; desempenho neuromuscular (EMG, força muscular, TUGT, SL, equilíbrio estático e dinâmico), durante o treinamento verificou-se a percepção de prazer pela escala de afetividade e após a intervenção, todas as variáveis foram reavaliadas. Os dados foram analisados no software (SPSS, 20.0). Aplicou-se o teste de normalidade dos dados (*Shaphiro-Wilk*). A análise de comparações por meio de Equações Estimadas Generalizadas (EEG) com função *gamma log*, *post hoc* de *Bonferroni* e $P \leq 0,05$; correlação ρ de *Spearman* foi utilizado para verificar as dependências entre as variáveis e o treinamento, e o tamanho do efeito (*d* de Cohen). **Resultados:** encontrou-se na saúde óssea: aumento da osteocalcina após 12 semanas e se acentuou com 24 semanas de treinamento ($W_{(2)}=10,95$; $P=0,004$), não houve alteração no DXA (CL, CF e FT); no desempenho neuromuscular: aumento no EMG dos flexores ($W_{(2)}=27,09$; $P<0,01$); e extensores ($W_{(2)}=57,32$; $P<0,01$); força dos flexores ($W_{(2)}=75,37$; $P<0,01$); e extensores do joelho ($W_{(2)}=79,87$; $P<0,01$); no desempenho funcional: diminuição do tempo no TUGT ($W_{(2)}=140,10$; $P<0,01$); e aumento das repetições no SL ($W_{(2)}=269,99$; $P<0,01$); melhora no equilíbrio dinâmico no grupo CAM+RFS ($W_{(2)}=7,04$; $P=0,03$) e correlação moderada e positiva ($\rho=0,69$; $P=0,03$) entre PRFS x Escala de Afetividade, no grupo CAM+RFS. **Conclusão:** o treinamento aeróbio associado à RFS é uma alternativa eficaz para a saúde óssea, manutenção da densidade mineral óssea, no desempenho neuromuscular e na afetividade induzida pelo exercício de idosas.

Palavras-chave: envelhecimento, menopausa, terapia por exercícios, oclusão terapêutica, densidade óssea, força muscular, afeto.

ABSTRACT

Introduction: the preservation of bone mass, increased muscle strength and balance of older women are associated with better levels of practice of systematized exercises. Combined aerobic training with restriction of blood flow seems to be a new decisive alternative in this process, but knowledge gaps are still observed when referring to the exercise associated with RFS and the adaptations on bone variables, neuromuscular performance and perception of pleasure performed by elderly women. **Objective:** to analyze the chronic effects of aerobic training with restriction of blood flow (RFS) on bone health, neuromuscular performance and perception of pleasure in the elderly. **Materials and Methods:** the sample consisted of $n=30$ women with osteopenia and / or osteoporosis, who were grouped into 3 situations: a) walking on the treadmill with RFS at 40% of the peak VO_2 (CAM+RFS: $n=10$; 64.1 ± 2.5 years; 64.7 ± 10.5 kg; 1.52 ± 0.04 m; 28.0 ± 4.1 kg/m²); b) walking on the treadmill with 60% of peak VO_2 (CAM: $n=9$; 65.2 ± 5.3 years; 69.4 ± 8.2 kg; 1.53 ± 0.05 m; 29.7 ± 3.3 kg/m²), and c) control group: RFS ($n=11$; 68.4 ± 4.8 years; 64.9 ± 12.8 kg; 1.50 ± 0.03 m; 28.6 ± 5.7 kg/m²). The protocols were: aerobic training with and without RFS, and application of the RFS technique without exercise, all for 24 without, 20 minutes each session, 3x / week, alternate days. Before, they were evaluated for bone health through the DXA examination and OC blood collection; (EMG, muscle strength, TUGT, SL, static and dynamic balance), during the training the perception of pleasure was verified by the affectivity scale and after the intervention all variables were reevaluated. The data were analyzed in the software (SPSS, 20.0). The data normality test (Shaphiro-Wilk) was applied. The analysis of comparisons using Generalized Estimated Equations (EEG) with gamma log function, Bonferroni post hoc and $P\leq0.05$; Spearman correlation ρ was used to verify the dependencies between variables and training, and the effect size (Cohen's d). **Results:** Osteocalcin increased after 12 weeks and increased with 24 weeks of training ($W(2)=10.95$; $P=0.004$), there was no change in DXA (CL, CF and FT); in neuromuscular performance: increase in the EMG of the flexors ($W(2)=27.09$; $P<0.01$); and extensors ($W(2)=57.32$; $P<0.01$); strength of the flexors ($W(2)=75.37$; $P<0.01$); and knee extensors ($W(2)=79.87$; $P<0.01$); in functional performance: decrease in TUGT time ($W(2)=140.10$; $P<0.01$); and increase of SL repetitions ($W(2)=269.99$; $P<0.01$); ($\rho=0.69$; $P=0.03$) between PRFS and the Affectivity Scale, and a positive correlation ($\rho=0.69$, $P=0.03$) in the CAM + RFS group. Conclusion: the aerobic training associated to RFS is an effective alternative for bone health, maintenance of bone mineral density, neuromuscular performance and the affectivity induced by the exercise of elderly women.

Key words: aging, menopause, exercise therapy, therapeutic occlusion, bone density, muscle strength, affection.

RESUMEN

Introducción: la preservación de la masa ósea, el aumento de la fuerza muscular y el equilibrio de las mujeres mayores se asocian con mejores niveles de ejercicio sistematizado. El entrenamiento aeróbico combinado con restricción del flujo sanguíneo parece ser una nueva alternativa decisiva en este proceso, pero aún se observan lagunas en los conocimientos cuando se hace referencia al ejercicio asociado con la RFS y las adaptaciones en las variables óseas, el rendimiento neuromuscular y la percepción del placer que realizan las mujeres de edad avanzada. **Objetivo:** Analizar los efectos crónicos del entrenamiento aeróbico con restricción del flujo sanguíneo (RFS) en la salud ósea, el rendimiento neuromuscular y la percepción de placer en los ancianos. **Materiales y métodos:** La muestra consistió en $n = 30$ mujeres con osteopenia y/u osteoporosis, que se agruparon en 3 situaciones: a) caminando en la cinta con RFS al 40% del pico de VO_2 (CAM + RFS: $n=10$, 64.1 ± 2.5 años, 64.7 ± 10.5 kg, 1.52 ± 0.04 m, 28.0 ± 4.1 kg/m²); b) caminar en la máquina para correr con 60% del pico de VO_2 (CAM: $n=9$, 65.2 ± 5.3 años, 69.4 ± 8.2 kg, 1.53 ± 0.05 m, 29.7 ± 3.3 kg/m²) y c) grupo de control: RFS ($n=11$, 68.4 ± 4.8 años, 64.9 ± 12.8 kg, 1.50 ± 0.03 m, 28.6 ± 5.7 kg/m²). Los protocolos fueron: entrenamiento aeróbico con y sin RFS, y la aplicación de la técnica RFS sin ejercicio, todo por 24 días, 20 minutos cada sesión, 3 veces por semana, días alternos. Anteriormente, se evaluaron para determinar la salud ósea a través del examen DXA y la recolección de sangre OC; (EMG, fuerza muscular, TUGT, SL, equilibrio estático y dinámico), durante el entrenamiento se verificó la percepción de placer mediante la escala de afectividad y, después de la intervención, se reevaluaron todas las variables. Los datos fueron analizados en el software (SPSS, 20.0). Se aplicó la prueba de normalidad de datos (Shaphiro-Wilk). El análisis de las comparaciones utilizando ecuaciones estimadas generalizadas (EEG) con la función de registro gamma, Bonferroni post hoc y $P \leq 0.05$; Se utilizó la correlación de Spearman ρ para verificar las dependencias entre las variables y el entrenamiento, y el tamaño del efecto (d de Cohen). **Resultados:** La osteocalcina aumentó después de 12 semanas y aumentó con 24 semanas de entrenamiento ($W_{(2)}=10.95$, $P=0.004$), no hubo cambios en DXA (CL, CF y FT); en el desempeño neuromuscular: aumento en la EMG de los flexores ($W_{(2)}=27.09$; $P<0.01$); y extensores ($W_{(2)}=57.32$, $P<0.01$); resistencia de los flexores ($W_{(2)}=75.37$, $P<0.01$); y extensores de rodilla ($W_{(2)}=79.87$, $P<0.01$); en el desempeño funcional: disminución del tiempo TUGT ($W_{(2)}=140.10$; $P<0.01$); y aumento de las repeticiones de SL ($W_{(2)}=269.99$; $P<0.01$); ($\rho=0.69$, $P=0.03$) entre PRFS y la Escala de Afectividad, y correlación moderada y positiva ($\rho=0.69$, $P=0.03$) en el grupo CAM + RFS. **Conclusión:** el entrenamiento aeróbico asociado con la RFS es una alternativa eficaz para la salud ósea, el mantenimiento de la densidad mineral ósea, el rendimiento neuromuscular y la afectividad inducida por el ejercicio en los ancianos.

Palabras clave: envejecimiento, menopausia, terapia de ejercicios, oclusión terapéutica, densidad ósea, fuerza muscular, afecto.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACSM - Colégio Americano de Medicina do Esporte
AST - Área de Secção Transversa
AP – Deslocamento Ântero-Posterior
BBS – *Biodex Balance System*
BF – Bíceps Femoral
Bip - Bipodal
CAM - Caminhada
CAM+RFS - Caminhada e Restrição de Fluxo Sanguíneo
CG – Centro de Gravidade
CIVM – Contração Isométrica Voluntária Máxima
CL – Coluna Lombar
CF – Colo do Fêmur
CM – Centro de Massa
CP - Controle Postural
CK - Creatina Quinase
DAOMI - Doença Arterial Obstrutiva do Membro Inferiore
DMO - Densidade Mineral Óssea
DXA - Densitometria Óssea (Dual energy X-ray Absortimetry)
EEG – Equações Estimadas Generalizadas
EIAS – Espinha Ilíaca Ântero-Superior
EMG - Eletromiografia
EMG_EJ – Ativação Muscular dos Flexores do Joelho
EMG_FJ – Ativação Muscular dos Flexores do Joelho
EP- Erro Padrão
FA – Fosfatase Alcalina Total
FAO - Fosfatase Alcalina Óssea
FCmáx. - Frequência Cardíaca Máxima
For_EJ – Força dos Extensores do Joelho
For_FJ – Força dos Flexores do Joelho
FT – Fêmur Total
HIF - Fator Transcricional Induzido por Hipóxia
IGF-1 - Fator de Crescimento Semelhante à Insulina Tipo 1

IL-6 - Fator Inflamatório Interleucina 6
IMC – Índice de Massa Corporal
IPAQ – Questionário Internacional de Atividade Física
ITB - Índice Tornozelo Braquial
MD – Membro Dominante
ML - Deslocamento Médio Lateral
MND – Membro Não Dominante
OC - Osteocalcina
OMS - Organização Mundial da Saúde
PF – Pico de Força
PRFS- Pressão de Restrição de Fluxo Sanguíneo
PSE - Percepção Subjetiva de Esforço
RFS - Restrição de Fluxo Sanguíneo
SL - Sentar e Levantar da Cadeira
ST - Semitendíneo
TA - Treinamento Aeróbio
TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TE – Tamanho de Efeito
TF – Treinamento de Força
TNF- α - Fator de Necrose Tumoral- α
TUGT – Timed Up and Go Test
VEGF - Fator de Crescimento Endotelial Vascular
VL – Vasto Lateral
VM – Vasto Medial
VO₂máx. - Consumo Máximo de Oxigênio
1RM - Teste de 1 Repetição Máxima

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO II

REVISÃO DA LITERATURA

Quadro 1: Estudos que analisaram o efeito da caminhada sobre a saúde óssea em mulheres após a menopausa.....	27
Figura 1: Esquema representativo do mecanismo fisiológico da RFS sobre a força muscular e hipertrofia.....	34
Figura 2: Esquema representativo do mecanismo fisiológico da RFS sobre a formação óssea.....	35
Quadro 2: Estudos que analisaram RFS e biomarcadores ósseos.....	37

CAPÍTULO III

MATERIAIS e MÉTODOS

Figura 3. Fluxograma da amostra.....	42
Quadro 3. Condições experimentais.....	43
Figura 4. Desenho do estudo.....	44
Tabela 4. Classificação do ITB.....	45
Quadro 4. Protocolo da pressão de RFS.....	47
Figura 5. Avaliação do equilíbrio em apoio bipodal (A), unipodal dominante (B) e unipodal não dominante	50
Figura 6. Posicionamento do sujeito na cadeira de <i>Bonnet</i> (adaptada).....	51
Figura 7. Alongamento de MMSS, MMII e Tronco.....	54
Figura 8. Ilustração da caminhada com restrição de fluxo sanguíneo.....	55

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Tabela 5. Dados demográficos e antropométricos dos grupos do estudo.....	58
Tabela 6. Valores médios das variáveis de densitometria óssea ao longo das 24 semanas de intervenção.....	59
Figura 9. Concentrações de osteocalcina nos diferentes momentos ao longo da intervenção.....	59
Tabela 7. Valores de média, erro padrão (EP) e de significância (P) do nível de ativação muscular normalizado e força muscular dos flexores e extensores do joelho ao longo de 24 semanas de intervenção.....	62

Tabela 8. Valores de média, erro padrão (EP) e de significância (<i>P</i>) do desempenho dos grupos nos testes funcionais ao longo das 24 semanas de intervenção.....	64
Tabela 9. Valores de média, erro padrão (EP) e de significância (<i>P</i>) nos testes de equilíbrio estático realizados em apoio bipodal e unipodal com membro dominante e não-dominante ao longo das 24 semanas de intervenção.....	65
Tabela 10. Valores de média, erro padrão (EP) e de significância (<i>P</i>) nos testes de equilíbrio dinâmico realizados em apoio bipodal e unipodal com membro dominante e não-dominante ao longo das 24 semanas de intervenção.....	68
Figura 10. Representação gráfica ao longo dos meses de intervenção para as respostas na Escala de Afetividade dos três grupos experimentais.....	69
Figura 11. Correlação entre Escala de Afetividade e o Ponto de Restrição do Fluxo Sanguíneo (PRFS) ao longo dos seis meses de intervenção do grupo CAM+RFS.....	70
Figura 12. Correlação entre Escala de Afetividade e o Ponto de Restrição do Fluxo Sanguíneo (PRFS) ao longo dos seis meses de intervenção do grupo RFS.....	71

SUMÁRIO

CAPÍTULO I.....	17
1 INTRODUÇÃO: PROBLEMATIZAÇÃO.....	17
1.1 Hipótese substantiva	19
1.2 Hipótese estatística	19
1.3 Objetivos	20
1.3.1 Geral	20
1.3.2 Específicos.....	20
CAPÍTULO II.....	21
2. REVISÃO DA LITERATURA	21
2.1 O Processo de envelhecimento em relação ao sistema ósseo e neuromuscular.....	21
2.2 Controle postural	23
2.3 Exercício e saúde óssea.....	25
2.4 O método de restrição de fluxo sanguíneo (RFS)	31
2.4.1 Histórico da restrição de fluxo sanguíneo.....	31
2.4.2 RFS e sistema neuromuscular	33
2.4.3 RFS e sistema ósseo	34
2.4.4 Segurança do método de RFS	39
2.5 Intensidade do exercício e percepção de prazer.....	39
CAPÍTULO III.....	41
3. MATERIAIS E MÉTODOS	41
3.1 Caracterização do estudo	41
3.2 População e amostra.....	41
3.2.1 Critérios de inclusão e exclusão	41
3.3 Variáveis selecionadas para o estudo	44
3.4 Procedimentos para coleta de dados.....	45
3.4.1. Anamnese inicial e diagnóstico clínico	45
3.4.2 Índice tornozelo braquial (ITB)	45
3.4.3 Protocolo do ponto de restrição do fluxo sanguíneo.....	46
3.4.4 Prescrição do exercício pelo consumo de oxigênio máximo.....	47

3.4.5 Testes funcionais	48
3.4.6 Avaliação do equilíbrio estático e dinâmico	48
3.4.7 Dinamometria e eletromiografia (EMG) da extensão e flexão do joelho	50
3.4.8 Densitometria óssea (DXA)	52
3.4.9 Biomarcador ósseo	52
3.4.10 Parâmetros afetivos (percepção de prazer)	53
3.4.11 Protocolo de exercícios	54
4. PLANO DE ANÁLISE DOS DADOS.....	56
CAPÍTULO IV	58
RESULTADOS	58
CAPÍTULO V	72
DISCUSSÃO.....	72
CAPÍTULO VI	83
5 CONCLUSÃO	83
5.1 Implicações práticas	83
CAPÍTULO VII	84
REFERÊNCIAS	84
APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).....	98
APÊNDICE B – Questionário de Informações	101
APÊNDICE C – ARTIGOS DESENVOLVIDOS SOBRE A TEMÁTICA DA TESE	104
Artigo 1 – Artigo de Revisão Sistemática	104
Artigo 2 – Artigo Original.....	110
Artigo 3 - Artigo Original	129
ANEXO A – Escala de Afetividade	152
ANEXO B – Escala de Borg	155
ANEXO C – Certidão do CEP/CCS/UFPB.....	161

CAPÍTULO I

1 INTRODUÇÃO: PROBLEMATIZAÇÃO

A avaliação do desempenho humano perpassa por diversas áreas do conhecimento científico. A Cineantropometria e suas dimensões: morfológica, metabólica e neuromuscular é uma forma de avaliação, monitoramento e diagnóstico dos efeitos deletérios do ser humano na terceira idade que pode repercutir nas alterações da composição corporal, metabolismo e desempenho físico (BÖHME, 2000).

Dentre os eventos que ocorrem no processo de envelhecimento, a redução da densidade mineral óssea (DMO) assume particular importância pelo potencial desenvolvimento da osteoporose em ambos os gêneros, mas principalmente no feminino (SILVERMAN *et al.*, 2005). Segundo Geusens *et al.* (2002), no mundo, a prevalência de osteoporose em mulheres na pós-menopausa é cerca de 20% e, de acordo com Bandeira e Carvalho (2007), no Brasil, varia de 13,9 a 28,8% em mulheres acima de 50 anos, e pode chegar até 72,7% em mulheres acima de 80 anos.

A DMO é um preditor para risco de fraturas que constitui um problema de saúde pública, no entanto pequenas alterações na distribuição da massa e geometria óssea aumentam a resistência do osso e não modifica a DMO (JARVINEN *et al.*, 2005). Existem vários estudos na literatura que observou o efeito do exercício (aeróbico, de alto impacto, de força) ou a combinação deles sobre a DMO em idosas, porém os ganhos de massa óssea são menores que 2% para coluna lombar e para o colo do fêmur ainda são inconsistentes (WALLACE e CUMMING, 2000; BONAIUTI *et al.*, 2002; SHEA *et al.*, 2004).

Já o treino de resistência muscular e caminhada sozinhos tem efeito baixo ou nenhum efeito quando comparado a DMO da coluna e colo do fêmur, com isso sugere-se que exercícios aeróbicos e de baixo impacto sejam combinados com outras formas de treinamento para preservação da massa óssea em mulheres após a menopausa (PALOMBARO, 2005).

Além disso, também há declínio da função neuromuscular e performance, com o avanço da idade, acarretando: redução da massa muscular esquelética, da força, da ativação do sistema nervoso periférico e do número de fibras

musculares de contração rápida (tipo II) que está diretamente relacionado à perda de função e equilíbrio, às alterações na marcha e velocidade, aumentando, conseqüentemente, o risco de fraturas e quedas (DOHERTY, 2003; KURZ; STERGIOU, 2003).

Para esse grupo é necessário aumentar a força, hipertrofia muscular e função, além de melhorar as condições do sistema ósseo e, para tanto, o Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM) recomenda realizar o exercício de força com intensidades superiores ou iguais a 65% de uma repetição máxima (1RM) para promover ganhos de força e hipertrofia (ACSM, 2009) e para preservação da massa óssea são essenciais exercícios aeróbios (caminhada), de baixo impacto (subir escadas, trote) e de alto impacto (saltos, corrida) associados ao treino resistido (ACSM, 2004). No entanto, programas de exercícios de alta intensidade podem não ser viáveis para as pessoas que estão em fase de recuperação de lesões ortopédicas, com algumas doenças crônicas e para os idosos, os quais podem ser incapazes de tolerar um estresse mecânico excessivo. Assim, vários profissionais têm procurado alternativas que utilizem menor intensidade para tais indivíduos.

Nessa perspectiva, de causar aplicabilidade de redução de estresse relacionado com a carga, o japonês Sato há quase 50 anos desenvolveram um método de treinamento de força (TF) denominado KAATSU *training* ou oclusão vascular que consiste na utilização de cargas baixas (20 a 30% de 1RM) em combinação com a restrição de fluxo sanguíneo (RFS) promovidas por meio de bandas elásticas ou esfigmomanômetros padrões (SATO, 2005). Este método de TF tem sido utilizado para aumentar a força e hipertrofia (LAURENTINO *et al.*, 2012; VECHIN *et al.*, 2015), capacidade funcional (ARAÚJO *et al.*, 2015) e metabolismo dos biomarcadores ósseos (BEMBEN *et al.*, 2007; KARABULUT *et al.*, 2011).

O treinamento aeróbio (TA) com RFS também promove variados benefícios para o organismo, tais como: hipertrofia e aumento da capacidade aeróbia (ABE *et al.*, 2010), alterações endoteliais (RENZI; TANAKA; SUGAWARA, 2010), melhora na complacência venosa (IIDA *et al.*, 2011), aumento na área de secção transversa (AST) e força muscular (OZAKI *et al.*, 2011), no consumo máximo de oxigênio e frequência cardíaca (LOENNEKE *et al.*, 2011) e na capacidade funcional (ABE *et al.*, 2010).

Apesar de todos esses benefícios possíveis da RFS, ainda não se sabe como esse método afeta a sensação de prazer e desprazer dos indivíduos. O estudo Letieri (2002) já observou um nível de dor e desconforto imediatamente após o treino de baixa carga com RFS similar ao treinamento convencional de alta intensidade. Níveis elevados de dor e desconforto estão diretamente relacionados com a sensação afetiva de realizar o exercício e permanecer num programa de treinamento, principalmente aqueles de longo prazo.

Ainda assim, existem vários artigos que constataram os efeitos da RFS sobre a força, o trefismo, a resistência, a fadiga, a atividade elétrica muscular, entre outros, na literatura pertinente, verificou-se apenas um estudo que observou o efeito do treinamento aeróbio e RFS sobre o metabolismo ósseo (BEEKLEY *et al.*, 2005), entretanto, não foram encontrados estudos que avaliaram o efeito crônico desta técnica sobre a DMO e sensação da prática do exercício com RFS. Assim, observou-se que existem lacunas do conhecimento no que diz respeito ao efeito de crônico de um treinamento aeróbio com RFS sobre a saúde óssea, desempenho neuromuscular e percepção de prazer.

Diante do exposto, o presente projeto de tese tem a seguinte questão problema: será que o treinamento aeróbio combinado à RFS promove alterações na saúde óssea, no desempenho neuromuscular e percepção de prazer?

1.1 Hipótese substantiva

De acordo com os conhecimentos existentes na literatura, é esperado que a densidade mineral óssea se mantenha estável após o período de intervenção (BROOKE-WAVELL *et al.*, 2001), enquanto que se espera uma melhora de todas as outras variáveis. Para a percepção de prazer, espera-se que a longo prazo, haja uma sensação prazerosa em relação aos exercícios e a aplicação do método RFS.

1.2 Hipótese estatística

Considerando como critério de rejeição e aceitação o nível de significância de $p \leq 0,05$, as hipóteses estatísticas são enunciadas na forma nula (H_0) e experimental (H_E).

H₀: O treinamento aeróbio com restrição de fluxo sanguíneo não promove alterações significativas na saúde óssea, desempenho neuromuscular e percepção de prazer entre os grupos estudados.

H_E: O treinamento aeróbio com restrição de fluxo sanguíneo promove alterações significativas na saúde óssea, desempenho neuromuscular e percepção de prazer entre os grupos estudados.

1.3 Objetivos

1.3.1 Geral

Analisar os efeitos crônicos do treinamento aeróbio com restrição de fluxo sanguíneo (RFS) na saúde óssea, desempenho neuromuscular e percepção de prazer.

1.3.2 Específicos

Comparar intra e intergrupo os efeitos crônicos do treinamento aeróbio com e sem restrição de fluxo sanguíneo na densidade mineral óssea, biomarcador ósseo, desempenho funcional, equilíbrio estático e dinâmico, ativação muscular, força muscular e percepção sobre o exercício;

Comparar e correlacionar os níveis de percepção de prazer no treinamento aeróbio crônico entre os momentos de incremento da pressão de restrição de fluxo sanguíneo.

CAPÍTULO II

2. REVISÃO DA LITERATURA

A seguir, será apresentado as alterações inerentes ao envelhecimento em relação ao sistema ósseo, sistema neuromuscular, e as possíveis estratégias para minimizar essas alterações que afetam negativamente a saúde óssea, o desempenho funcional, o equilíbrio, força muscular, ativação muscular e afetividade ao exercício.

2.1 O Processo de envelhecimento em relação ao sistema ósseo e neuromuscular

A queda na produção de estrogênios, característica do estágio de vida após a menopausa, é um fator que acelera a redução da DMO. Isso faz com que as mulheres constituam uma população especialmente suscetível à osteoporose pós-menopausa. Após os 40 anos, a média de perda óssea anual é de 2% a 3% e alcança mais de 5% nos primeiros anos do climatério (GRACIA *et al.*, 2005), e que segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) a osteoporose resulta em maior fragilidade óssea e risco aumentado de fraturas (KANIS, 1994).

O estilo de vida e fatores nutricionais, como dieta inadequada em cálcio, aliados a baixos níveis de estrogênios, contribuem para a queda dos valores da massa óssea após a menopausa e, conseqüentemente, tendência a fraturas (GALI, 2001). Após uma fratura de quadril, a taxa de mortalidade em idosos no primeiro ano é alta (15 a 20%) e até o ano de 2025, a incidência de fraturas de quadril alcançará 2,6 milhões com um aumento percentual maior em homens do que em mulheres (GULLBERG; JOHNELL; KANIS, 1997).

Além disso, pelo próprio envelhecimento, ocorre o acúmulo de microlesões devido a cargas repetitivas aplicadas ao osso, o que contribuem para o aumento da fragilidade óssea. As microlesões evoluem para microfissuras que é a separação entre as fibras de colágeno e a matriz óssea, no qual se aglutinam, tornando-se fissuras maiores que evoluem para fraturas (BURR *et al.*, 1985). Dependendo o grau que ocorrem *in vivo*, as microfissuras são

fundamentais para o desenvolvimento das fraturas osteoporóticas atraumáticas nos idosos (BURR *et al.*, 1997).

Nesse sentido, a falta de estrogênio está relacionada ao aumento da atividade osteoclástica e a resposta osteogênica para o estímulo mecânico é prejudicada com o envelhecimento. Porém, certos exercícios podem melhorar este aparelho mecanossensível para a formação de osso mais eficaz, com a indução das células osteoblásticas e de manutenção da homeostase óssea. Além disso, de acordo com vários estudos (BLOOMFIELD, 2001; BONEWALD; JOHNSON, 2008; TURNER; ROBLING, 2004; 2005), a carga mecânica pode manter ou aumentar a matriz óssea, reduzindo a apoptose dos osteócitos e estimulando a diferenciação dos osteoblastos formadores de matriz óssea.

Com o próprio processo de envelhecimento ocorre perda progressiva da massa magra muscular ($\cong 40\%$) relacionada à idade, a partir da sexta década de vida, em especial à dos membros inferiores que pode estar relacionada também a fatores hormonais, diferenças sexuais e redução do nível de atividade física (DOHERTY, 2003).

Segundo Foldvari *et al.* (2000), a força muscular tem declínio após os 50 anos em torno de 12 a 15 % por década e esta redução é devido à diminuição do número de fibras musculares de contração lenta (tipo I) e de contração rápida (tipo II) e, também, no volume das fibras musculares do tipo II. A atrofia das fibras tipo II explica a perda acelerada da força muscular, redução da potência muscular ou da capacidade de produzir força gerando efeito deletério no desempenho funcional que influencia nas atividades de vida diária dos idosos (caminhada, subir escadas, levantar da cadeira, etc.) (HUGHES *et al.* 2001).

A sarcopenia é uma síndrome caracterizada por perda progressiva e generalizada da massa muscular esquelética associada à perda de força muscular, tendo como consequência incapacidade física (diminuição da função muscular e da velocidade), diminuição na qualidade de vida e maior mortalidade (GOODPASTER *et al.*, 2006; JANSSEN *et al.*, 2004).

O Grupo de Estudo Europeu em Sarcopenia nos Idosos recomenda que para o diagnóstico da sarcopenia deva haver obrigatoriamente baixa massa magra e um dos dois outros fatores, baixa função ou força muscular. A diminuição da atividade física, a deficiência nutricional e as alterações neurológicas foram identificadas como importantes fatores contribuintes para o

desenvolvimento da Sarcopenia. Além das reduções nas concentrações séricas de esteróides sexuais, fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1 [IGF-1] e 25-hidroxivitamina D circulante [25 (OH) D], que podem ser exacerbadas por níveis reduzidos de resistência física e má alimentação (CRUZ-JENTOFT, 2019).

Existem estudos que relatam que a inflamação crônica acompanha o envelhecimento, que reflete no aumento dos níveis de TNF- α (fator de necrose tumoral- α), IL-6 (fator inflamatório interleucina 6) e CRP (proteína C reativa - associada à obesidade) exercendo um efeito catabólico no tecido muscular (DAYNES *et al.*, 1993; TRACY, 2003). De fato, estudos recentes têm relatado que níveis elevados de várias citocinas inflamatórias estão associados ao desenvolvimento da Sarcopenia (FERRUCCI *et al.*, 2002; SCHAAP *et al.*, 2006), perdas aceleradas na força muscular e massa magra que leva à maior incapacidade funcional, desencadeando o aumento no risco de quedas e fraturas em idosos (FERRUCCI *et al.*, 1999).

2.2 Controle postural

O controle postural é a posição do centro de massa (CM) do corpo e sua relação com os limites da base de suporte; a estabilização do corpo durante a realização de movimentos voluntários; e a manutenção dos segmentos corporais com relação aos outros segmentos e à gravidade que é influenciado por fatores biomecânicos e controle motor (WU, MACLEOD, 2001). As informações do sistema visual, sômato-sensorial e vestibular, também contribuem para o equilíbrio e qualidade de vida (TEASDALE, SIMONEAU, 2001; SHUMWAY-COOK, WOOLLACOTT, 2003). No entanto, esses sistemas sofrem com a senescência, no qual há perda de fibras musculares do tipo I e II, neurônios motores, unidades motoras, força muscular e massa magra que diminui a capacidade de gerar força, no caso de evitar uma queda e possível, fratura.

Existem, também, menor capilarização nos músculos, diminuição do hormônio de crescimento (GH) e o fator insulínico de crescimento (IGF-1), alteração na reparação muscular que prejudica a função muscular (HARRIDGE, 2003), diminuição da velocidade de contração muscular que repercute nos

reflexos de proteção, na coordenação e no equilíbrio em idosos (FRONTERA, 2000).

Com o envelhecimento, as alterações sômato-sensoriais que geram o aumento do limiar de sensibilidade vibratória nas extremidades, advém das alterações no sistema nervoso central e periférico, no qual há perda de fibras mielinizadas e não mielinizadas com diminuição da condução nervosa e sensorial, prejudicando as respostas autonômicas e do fluxo sanguíneo das estruturas nervosas (VERDÚ *et al.*, 2000). Além de perdas proprioceptivas e diminuição da sensação plantar, que limita o controle postural nas mudanças de deslocamento em várias direções (SPEERS *et al.*, 2002).

O sistema nervoso central é de extrema importância para o controle motor, no qual integra informações do sistema sensorial e envia impulsos nervosos para os músculos, estabilizando o corpo por meio das repostas neuromusculares. O centro de massa (CM) é o ponto de aplicação da força gravitacional sobre o corpo e à base de suporte (polígono delimitado pelas bordas laterais do pé) conferem o limite de equilíbrio que o indivíduo consegue se manter na postura ereta, seja de forma estática ou dinâmica. A base de suporte não é alterada com a terceira idade, porém os limites de estabilidade diminuem drasticamente (HORAK *et al.*, 1989).

De forma mecânica, as condições de equilíbrio do corpo dependem das forças e momentos de força (torques) aplicados sobre ele. Quando a somatória de todas as forças (F) e momentos de força (M) que agem sobre o corpo é igual a zero ($\sum F=0$ e $M=0$) significa dizer que o corpo está em equilíbrio. Porém, o corpo humano nunca está em constante condição de equilíbrio, pois existem forças internas que são as perturbações fisiológicas geradas pela ativação dos músculos em resposta a manutenção da postura e movimentação do corpo, o batimento cardíaco e a respiração; e as forças externas (força gravitacional e força de reação ao solo) que agem sobre ele (DUARTE, FREITAS, 2010).

A posturografia estuda a postura estática e dinâmica. O controle postural (CP) é uma das medidas mais avaliadas, sendo o ponto de aplicação da resultante das forças de reação ao solo agindo sobre a superfície de suporte, mais comumente utilizado por plataformas de força. Esses equipamentos são sensores de força, dispostos a medir os componentes de força (ântero-posterior, médio-lateral e vertical) e os torques. O deslocamento do CM é a grandeza que

realmente indica a oscilação do corpo inteiro, e a grandeza CP é uma combinação da resposta neuromuscular ao deslocamento do CM e da própria posição do CM (WINTER, 2005).

O pé pode ser considerado como uma alavanca que produz um momento de força capaz de anular o efeito da gravidade na posição estática. A força de reação do solo necessária para prevenir uma queda é refletida pela magnitude e pela localização da pressão contra a base dos pés e seus mecanorreceptores que contribui para o controle postural (MAGNUSSON *et al.*, 1990). Em casos de neuropatias periféricas, muito comum em idosos, o movimento e a manutenção da postura ereta ficam comprometidos por deficiência dos mecanorreceptores plantares (MEYER *et al.*, 2004).

2.3 Exercício e saúde óssea

O ACSM (2004) recomenda para preservação da saúde óssea na velhice, exercícios aeróbios de baixo impacto (subir escadas, caminhada), exercícios que envolvam saltos ou altos impactos (saltos, corrida, *volley* e basquete) e exercícios resistidos (com carga). Para as forças que estimulem o metabolismo ósseo, devem ser aplicadas cargas de moderada a alta intensidade, com frequências de 3 a 5 vezes por semana para exercícios aeróbios com impacto e, 2 a 3 vezes por semana para exercícios resistidos com duração de 30 a 60 minutos cada dia.

O efeito piezoelétrico é um dos mecanismos que estimula a atividade osteoblástica por meio da contração muscular, no qual as forças de compressão, tensão ou torção advindas do músculo-tendão para o osso podem gerar sinais elétricos que estimulam a atividade óssea e deposição mineral (FUKADA; YASUDA, 1957).

Existe outro mecanismo que por meio da mecanotransdução, um estímulo mecânico externo produz a deformação do tecido ósseo, no qual ocorrem à deformação circular e estresse de cisalhamento, que atuam sobre a membrana plasmática dos osteócitos e são transmitidos por uma complexa rede que se conecta ao núcleo da célula. Os osteócitos são células ósseas capazes de sinalizar e desencadear toda a cascata para a remodelação/ formação óssea (KANG; ROBLING, 2015; DUNCAN; TURNER, 1995).

A caminhada, é um exercício aeróbio de baixo impacto importante para manutenção ou aumento da DMO em mulheres após a menopausa (PALOMBARO, 2005). Este tipo de treinamento é incorporado pela população de acordo com a sua preferência na prática e adesão ao estilo de vida saudável. No entanto, é necessário identificar a intensidade ideal para efeito na massa óssea. A caminhada em moderada intensidade tem sido foco de bastante aderência em idosas (NELSON *et al.*, 1991; BROOKE-WAVELL *et al.*, 2001).

O quadro 1 exemplifica os estudos que analisaram a caminhada sobre a DMO e/ou o metabolismo ósseo em mulheres após a menopausa. Pode-se observar que todos os estudos têm o período de intervenção de 12 meses, exceto o de Hatori *et al.* (1993).

De acordo com Mundy (1999), o treinamento ideal para o sucesso das adaptações esqueléticas apresenta o metabolismo do tecido ósseo de maneira lenta, que leva 3 a 4 meses para um ciclo de remodelação ocorrer (da reabsorção óssea, formação e mineralização), sendo necessário um período mínimo de 6 a 8 meses para as novas fibras de colágeno se realinharem e tornarem estáveis.

Além disso, pode-se observar os programas de treinamento de no mínimo: 3 vezes por semana, por 30 minutos cada sessão, de moderada a alta intensidade. Também, observa-se um aumento ou manutenção na DMO da coluna lombar para os grupos que realizaram a caminhada e nenhuma alteração para o colo do fêmur. É importante salientar, que o estudo de Nelson *et al.* (1991), teve um aditivo ao exercício que é a terapia de reposição hormonal, com resultados satisfatórios para o aumento na DMO da coluna.

Quadro 1. Estudos que analisaram o efeito da caminhada sobre a saúde óssea em mulheres após a menopausa.

Autor/ Ano	População de estudo	Tipo e duração da intervenção	Eventos experimentais	Resultados
Nelson <i>et al.</i> , 1991.	N= 36 (60-65anos).	Caminhada e/ ou TRH, 75-80% FC máx, 12 meses.	CC+TRH e CC, 50 min, 3x/sem.	CC+TRH: aumento 0,5% na DMO da coluna lombar e diminuição de 7% no CC.
Hatori <i>et al.</i> , 1993.	N=33 (58-65anos).	Caminhada na esteira ergométrica, 7 meses.	CC: 90%FCmáx, CC: 110%FCmáx, GC, 30min, 3x/sem.	CC110%FCmáx: aumento de 1,1% na DMO da coluna lombar. GC: aumento da OC (p<0,01).
Martin e Notelovitz, 1993.	N= 55 (60-70anos).	Caminhada na esteira ergométrica, 70-85% da FCmáx, 12 meses.	CC 30min, CC 45 min a sessão e GC, 3x/sem.	Sem efeito significativo para DMO da coluna lombar, atenuou a perda óssea (p<0,05).
Brooke-Wavell <i>et al.</i> 1997.	N=84 (60-70 anos).	Caminhada rápida, 12 meses.	CC e GC, sujeitos caminhavam 1600m, 280min/sem; 20,4±3,8 min/dia.	Aumento da DMO do calcâneo (p=0,04) para o CC, coluna lombar (p=0,08) e não houve diferença para o colo do fêmur.

Ebrahim <i>et al.</i> 1997.	N=97 (60-75anos).	Caminhada rápida com ritmo auto selecionado, 12 e 24 meses.	CC e GC, 40min, 3x/sem.	Diminuição na DMO do colo do fêmur no GC ($p=0,056$), e aumento na DMO da coluna lombar em ambos os grupos, porém não foi significativo.
Brooke-Wavell <i>et al.</i> 2001.	N=68 (60-70anos).	Caminhada rápida, 12 meses.	CC ($20,8 \pm 1,2$ min/dia) e GC ($16,9 \pm 0,7$ min/dia), 3x/sem.	Não houve mudanças significativas na DMO entre os grupos e, também, nos biomarcadores OC e CTX.
Yamazaki <i>et al.</i> , 2004.	N=42 (60-68anos).	Caminhada de moderada intensidade com 50%VO ₂ máx, 12 meses.	CC e GC, 4 dias/sem, 1 hora a sessão.	Com 12 meses, aumento percentual (+1,24%) na DMO da coluna lombar do CC ($p<0,05$). Correlação negativa moderada entre NTX e DMO lombar ($p<0,05$).

CC: Grupo Caminhada; GC: Grupo Controle; DMO: densidade mineral óssea; OC: biomarcador de absorção óssea; CTX: biomarcador de reabsorção óssea; NTX: biomarcador de reabsorção óssea; TRH: terapia de reposição hormonal.

Além da terapia de reposição hormonal combinado a caminhada, também, há associação dos exercícios de baixo impacto, realizados com o uso de equipamentos aeróbios – bicicleta ou esteira ergométrica, caminhada e hidroginástica com velocidade baixa à moderada, que não ultrapassem 60 a 70% da frequência cardíaca máxima aos de resistência muscular (50 a 70% de 1RM) e equilíbrio são uma excelente estratégia para auxiliar a modificação da composição corporal – diminuição da gordura e manutenção da massa magra (DALLECK *et al.*, 2005; MANSON *et al.*, 2002).

A revisão sistemática de Wallace e Cumming (2000), concluiu que os exercícios de baixo impacto têm efeito positivo na DMO da coluna (1,3%) e quando, intercalados com um treinamento de alto impacto têm efeito na DMO do colo do fêmur (0,5%) em mulheres após menopausa. Já na metanálise de Martyn-St e Carroll (2008), houve um efeito significativo da caminhada, como exercício diário, na DMO do colo fêmur (0,014 g/cm²; 0,000-0,028; P=0,05), mas nenhum na coluna lombar, embora o efeito seja muito pequeno para atuar na prevenção de fraturas. As intervenções que combinam a caminhada com outras formas de exercício com carga (corrida e força) estão mais diretamente relacionados com a possibilidade de aumento na massa óssea (BÉRARD *et al.*, 1997).

Em situações fisiológicas, a reabsorção e formação óssea são fenômenos interligados e dependentes. A densidade mineral óssea é uma medida pontual e estática o que não reflete as alterações dinâmicas ocorridas no osso com o treinamento físico (SARAIVA; LAZARETTI-CASTRO, 2002). Com isso, a densitometria de corpo inteiro (Dual energy X-ray Absortiomerty- DXA) apesar de ser o método padrão mais comumente utilizado para a pesquisa e clínica de quantificação de massa óssea, massa gorda e massa livre de gordura, só representa de fato a massa óssea ideal depois do osso neoformado com suas fibras totalmente alinhadas e mineralizadas.

O exame DXA expõe a paciente à radiação mínima e permite aquisição de imagem da coluna lombar e fêmur total; além de possuir baixos coeficientes de variação e uma boa reprodutibilidade. A coluna lombar e o fêmur proximal são os locais mais comuns de medição pelo DXA porque fraturas osteoporóticas tende a ser presumidas (HAARBO; GOTFREDSEN; HASSAGER, 1991).

Para suprir a necessidade de verificar alterações no metabolismo ósseo de forma dinâmica, melhorar a sensibilidade e especificidade na avaliação do risco de fratura, marcadores bioquímicos de formação e reabsorção óssea vêm sendo avaliados via urinária ou sanguínea, como a análise da osteocalcina (OC) que é uma proteína não-colágena mais abundante da matriz óssea sintetizada por osteoblastos e possui seu gene localizado no cromossomo 1 (1q25-q31) sendo constituída por uma sequência de 49 aminoácidos cujas posições 17, 21 e 24 são ocupadas pelo ácido gamma-carboxiglutâmico (Gla) que é responsável pela fixação do cálcio e da hidroxiapatita na matriz extracelular o que equivale a dizer que é responsável pela efetiva mineralização que se verifica no tecido ósseo, sendo que os níveis circulantes refletem a taxa de formação óssea. Sua liberação respeita um ritmo circadiano com pico às 4 horas e nadir às 17 horas e é influenciado pelo ritmo de secreção do hormônio cortisol (PRICE,1985; RIGGS, TSAI MANN, 1986).

Outro biomarcador de formação óssea é a fosfatase alcalina total (FA total), uma isoenzima óssea que é codificada por quatro diferentes genes e originadas de diversos tecidos, incluindo ossos, fígado, intestino, rins e placenta (MILIER; BARAN; BILEZIKIAN, 1999). A fosfatase alcalina óssea (FAO) é uma isoforma óssea que se localiza na membrana plasmática dos osteoblastos, estando envolvida no processo de formação e mineralização dos ossos. Apesar da grande semelhança estrutural entre as isoformas, imunoensaios específicos foram desenvolvidos para a isoforma óssea, o que diminui, mas não elimina a reação cruzada com a isoforma hepática (15-20%), sendo mais específica e indicativa para formação óssea que a total. A FAO apresenta vantagens sobre a OC por ter meia-vida maior (1 a 2 dias), não ser afetada por variações diurnas e ter menos interferentes pré-analíticos (CREMERS; GARNERO, 2006).

Segundo Blumsohn e Eastell (1997) e Delmas *et al.* (2000), a maioria dos biomarcadores de reabsorção óssea são produtos de colágeno ósseo tipo I que podem ser medidos no soro ou na urina. A circulação dos níveis de fosfatase ácido tartarato resistente (TRACP), a hidroxiprolina (excretada na urina), piridinolina (PYD), deoxipiridinolina (DPD), a avaliação dos telopeptídeos do colágeno tipo I parecem mostrar maior correlação com a dinâmica do osso e as formas ainda ligadas a telopeptídeos aminotermiais e carboxiterminais do colágeno tipo I (NTX e CTX, respectivamente).

2.4 O método de restrição de fluxo sanguíneo (RFS)

2.4.1 Histórico da restrição de fluxo sanguíneo

A restrição de fluxo sanguíneo (RFS) surgiu em meados da década de 60, por meio de experimentações realizadas pelo médico japonês Yoshiaki Sato. Determinado dia, durante um evento religioso (Budista), Sato percebeu que sua perna ficou dormente devido à posição que ele se encontrava (sentado sobre as pernas enquanto estava ajoelhado). Ele começou a massagear as panturrilhas e notou que o inchaço e o desconforto na região da panturrilha eram semelhantes à sensação que experimentou após a realização de um extenuante treino de força para panturrilhas. Consequentemente, ele atribuiu este inchaço a sensação de diminuição do fluxo sanguíneo e teorizou que este inchaço poderia ser causado ou associado com a redução do fluxo sanguíneo no músculo (SATO, 2004a).

A partir dessa teoria, Sato começou a fazer repetitivas experimentações com esta técnica e viu-se obrigado a determinar a posição e o local que aplicaria esta pressão, com a finalidade de reduzir o fluxo sanguíneo de uma forma ativa no músculo. Após seis meses de experimentação Sato conseguiu alcançar um elevado efeito significativo com o método denominado por ele de *Kaatsu Training*. Em 1967, quando Sato ainda era um estudante na faculdade, aplicou em sua rotina de treino de força, imprudentemente, uma extenuante pressão de restrição do fluxo sanguíneo na musculatura ativa, até que determinado dia a dormência nas pernas foi tão grave que foi hospitalizado, teve um ataque de falta de ar, foi para a sala de emergência e os médicos o diagnosticaram com embolia pulmonar.

Os médicos pediram para Yoshiaki Sato parar imediatamente com o *Kaatsu Training*, mas a partir daquele momento Sato continuou trabalhando, incansavelmente, com a finalidade de determinar a pressão adequada para o seu método de treinamento evitando que ele novamente voltasse ao hospital. Após numerosas modificações nos protocolos que ele utilizava, começou a acumular conhecimento de como a pressão de restrição de fluxo sanguíneo

interagia com o treinamento, e em um ano ele tinha estabelecido um método seguro e eficaz de aplicação da pressão adequada para o *Kaatsu Training*.

Em 1973, Yoshiaki Sato sofreu um acidente e fraturou os dois tornozelos, rasgando a cartilagem e o ligamento colateral medial do joelho direito. O seu ortopedista iria fazer uma cirurgia imediata, porém, Sato se recusou e implorou para outro médico engessar a sua perna, e confrontado com a perspectiva de atrofia muscular ele começou a utilizar o *Kaatsu Training*, e pouco tempo após sua implementação, percebeu resultados positivos na sua perna. Quando a sensação de aperto era sentida na sua perna, ele reduzia a pressão, repetindo esse processo de "pressurização e despressurização" durante 2 semanas (SATO, 2005).

Com isso, a sua perna parecia inchada e ele preocupado que algo estava errado decidiu procurar o médico. Surpreendentemente, o seu médico ortopedista ao vê-lo observou que não só a atrofia muscular típica foi impedida, mas aconteceu o efeito oposto o músculo tinha hipertrofiado, logo Sato estabeleceu a técnica fundamental para *KAATSU Training*. Dois meses após o acidente, os moldes do gesso foram removidos e o ortopedista alegou que os ossos tinham sido completamente fundidos e o ligamento do joelho estava restaurado (SATO, 2005).

Dez anos depois o método foi generalizado para o uso em público e pela primeira vez foi utilizado um protótipo de um manguito de pressão flexível com um sensor de pressão. O método ganhou popularidade no mundo atlético entre os praticantes e muitos deles provaram a sua eficácia com a melhora dos seus desempenhos. Ao mesmo tempo, em colaboração com o professor Ishii os projetos de pesquisa começaram a surgir e em poucos anos verificaram que o método de restrição de fluxo sanguíneo combinado com o exercício de força, de baixa intensidade, aumentava a concentração de hormônios anabólicos no sangue que melhorava a força e hipertrofia (TAKARADA et al., 2000a; 2002). Atualmente, o método vem sendo estudado e aplicado tanto conjugado com exercícios resistidos quanto com exercícios aeróbios, no mundo todo e em diversas populações, como por exemplo: atletas, hipertensos, obesos, idosos, jovens saudáveis entre outros.

2.4.2 RFS e sistema neuromuscular

A restrição de fluxo sanguíneo consiste na utilização de manguitos flexíveis ou faixas elásticas posicionadas na porção proximal dos membros (superiores ou inferiores) que estão sendo exercitados, promovendo uma oclusão total do fluxo venoso e uma restrição parcial do fluxo arterial (LOENNEKE et al., 2010).

A literatura mostra que durante um treino com RFS, diversos mecanismos fisiológicos podem ocorrer em relação ao sistema muscular, tais como: hipóxia devido à diminuição do fluxo sanguíneo na musculatura exercitada, consecutivamente, aumenta o recrutamento de fibras do tipo II (glicolíticas); maior duração da acidose metabólica pela captura e acúmulo de prótons intramuscular (íons H^+), que estimula a maior participação dos metaborreceptores, possivelmente desencadeando uma exagerada resposta aguda do sistema hormonal; diferenças induzidas pela pressão externa na mecânica contrátil e deformação do sarcolema, resultando no aumento da expressão do fator de crescimento e sinalização intracelular; adaptações metabólicas ao rápido sistema glicolítico que resultam da oferta de oxigênio comprometida; produção de espécies reativas de oxigênio que promove o crescimento do tecido; hiperemia reativa induzida pelo gradiente após a remoção da pressão externa, o qual induz ao inchaço intracelular e ao alongamento de estruturas do citoesqueleto que podem promover o crescimento do tecido e ativação de células tronco miogênicas com subsequente fusão mionuclear com fibras musculares maduras (POPE; WILLARDSON; SCHOENFELD, 2013). (Figura 1)

Sob diferentes condições de contração muscular, os sinais de EMG fornecem importantes informações sobre o padrão de recrutamento e a variação da frequência dos potenciais de ação das unidades motoras (LINNAMO et al., 2003). A amplitude do sinal eletromiográfico pode aumentar com exercícios de força de baixa carga associados à RFS devido à sobrecarga metabólica dentro do músculo. Fisiologicamente, a redução de oxigênio e acúmulo de metabólitos devido à contração muscular e a RFS aumenta o recrutamento das fibras para manutenção e preservação da força, e proteção na falha de condução nervosa (YASUDA et al., 2010). De acordo com Sousa et al. (2017), em seu estudo de

força com RFS em sujeitos saudáveis verificou um aumento na ativação e redução da fadiga muscular, possivelmente se deve à ativação do fator de VEGF pelo acúmulo de metabólitos que traduz no aumento de micro vasos e do número de mitocôndrias o que faz com que haja uma melhora na resistência a fadiga.

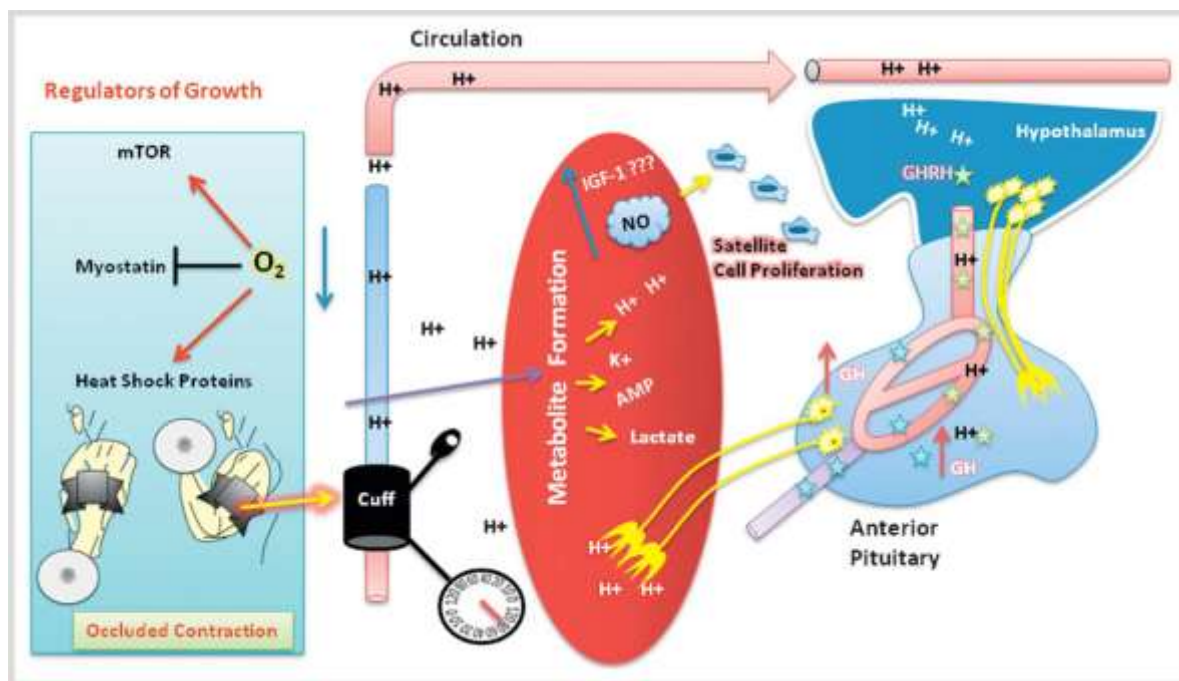


Figura 1. Esquema representativo do mecanismo fisiológico da RFS sobre a força muscular e hipertrofia (LOENNEKE *et al.*, 2010).

2.4.3 RFS e sistema ósseo

Em relação ao sistema ósseo, o possível mecanismo envolvido com a aplicação da RFS ocorre com a oclusão venosa que promove aumento da pressão venosa, e conseqüentemente da pressão intramedular do osso longo justaposto ao torniquete, que gera um gradiente de pressão, elevando o nível de fluido intersticial por todo o osso o que estimula o crescimento ósseo (KELLY; BRONK, 1990; FRITTON, WEINBAUM, 2009).

Outro possível mecanismo fisiológico explicado por Araldi e Schipani (2010) e Schipani *et al.* (2009) é a ativação da via de sinalização Fator Transcricional Induzido por Hipóxia (HIF) e, simultaneamente, a ativação do Fator de Crescimento Endotelial Vascular (VEGF) com a aplicação da RFS associado ao exercício, que ocorre uma oclusão venosa e um influxo arterial parcial causando um estado de hipóxia agudo abaixo do torniquete. Portanto, a

baixa tensão de oxigênio induzida pela hipóxia transitória estimula a ativação da via HIF em osteoblastos levando ao aumento da expressão de VEGF que por sua vez induz a angiogênese com o suprimento de oxigênio e nutrientes necessários para a osteogênese e, também, estimula a formação e invasão de micro vasos sanguíneos para o tecido ósseo (Figura 2).

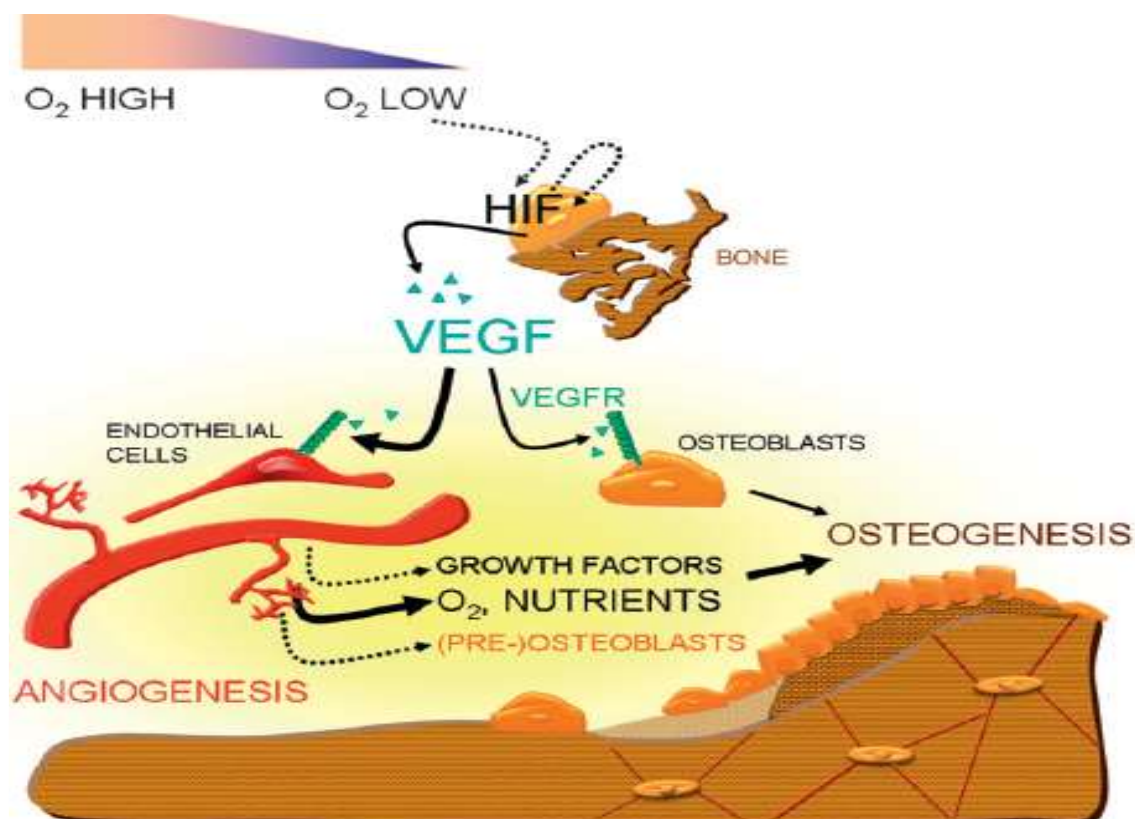


Figura 2. Esquema representativo do mecanismo fisiológico da RFS sobre a formação óssea (SCHIPANI *et al.*, 2009).

Nesta seção serão apresentados os estudos que analisaram os efeitos dos exercícios com RFS sobre os biomarcadores ósseos (Quadro 2):

A maioria dos exercícios com RFS que avaliaram o efeito sobre a saúde óssea são praticados com o treinamento de força (BEMBEN *et al.*, 2007), (KARABULUT *et al.*, 2011; KIM *et al.*, (2012), exceto o estudo de Beekley *et al.* (2005) que utilizou o treinamento aeróbio. A caminhada na esteira foi realizada por 3 semanas, em homens saudáveis e observou um aumento significativo de 10,8% no biomarcador de formação óssea (FAO) no grupo que treinou com RFS em relação ao grupo controle.

Apenas o estudo Karabulut *et al.* (2011), realizou o treinamento com RFS na população idosa durante 6 semanas e, observou aumento significativo na

FAO no grupo de baixa intensidade com RFS (21%) e alta intensidade (23%) quando comparado ao grupo controle.

Segundo Bittar *et al.* (2018), a revisão sistemática tem como limitações o pequeno número de artigos que avaliaram o método da RFS sobre a saúde óssea, a não padronização dos métodos (tamanho da amostra, população, desenho do estudo, duração da intervenção) e divergências nos protocolos de exercícios.

Quadro 2. Estudos que analisaram RFS e biomarcadores ósseos

Autor/Ano	População de Estudo	Tipo e Duração da Intervenção	Pressão do manguito	Eventos Experimentais	Resultados
Beekley <i>et al.</i> (2005)	n= 18 H saudáveis (21 a 28 anos).	Caminhada na esteira, 2X/dia, 6 dias/sem (com 4 horas de intervalo entre as sessões), por 3 sem, com 15 min. de duração.	KAATSU (160-230mmHg)	Caminhada à 50m/min com KAATSU; (n = 9) ou sem (Controle n = 9). A oclusão vascular foi colocada na parte proximal das coxas e mantida por 15 min durante o protocolo de 5 séries de 2 min com 1 min de intervalo.	Aumento AST**, força de 1RM**, e os níveis de FAO* no GRFS. Aumento 10,8% FAO para o GRFS e 0,3% para o GC.
Bemben <i>et al.</i> (2007)	n= 9 H, ativos (18-30 anos).	2 sessões de TF com RFS e controle (TF sem RFS), (20% de 1RM p/ ambos os grupos) com 48 horas de intervalo em ordem aleatória.	KAATSU (140-180 mmHg)	TF com RFS: 1 sessão de 30 rep. + 3 sessões de 15 rep. com 30 seg. de intervalo entre as séries), oclusão mantida por 10 min durante todo o protocolo. Em ambos os dias, amostras sanguíneas eram obtidas imediatamente antes do exercício, após e 30 minutos após o término do mesmo para a análise do biomarcador ósseo.	Diminuição do volume plasmático* imediatamente após o exercício no GRFS em comparação com a sessão de controle. Efeito de tempo X treino para os níveis de NTx*, 30 minutos após o exercício os níveis de NTx diminuíram a partir da <i>baseline</i> .
Karabulut <i>et al.</i> (2011)	n=37 H, idosos e saudáveis. (58.8 anos $\pm$ 0,6 anos).	TF, 3x/sem, por 6 semanas.	KAATSU (120-180mmHg).	GTFAl (n=13), (3 séries de 8 rep. à 80% de 1RM); GTFBI+RFS (n=13), (1 série de 30rep. + 2 séries de 15 rep. à 20% de 1RM), manguitos permaneciam inflados de 6 a 8min; e GC (n=11). Amostras sanguíneas foram coletadas 6 semanas antes e depois para medir as mudanças nas concentrações dos biomarcadores ósseos.	Efeito para o tempo X as mudanças para diminuição CTX nos grupos de exercícios*. Aumento de 21% para GTFBI+RFS, 23% para GTFAl e 4,7% para CON nas FAO. <i>Post hoc</i> identificou aumento significativo FAO dos grupos exercícios comparado com o GC.

Kim <i>et al.</i> (2012)	n= 30 H, saudáveis e destreinados (18 a 35 anos)	TF, 3x/sem, por 3 sem.	KAATSU (120mmHg)	Aleatorizados, (GTFBI+RFS, n = 10), 20% 1RM), (GTFAI, n=10), (80% 1RM), e GRFS (n = 10). Tanto o GTFBI+RFS quanto o GTFAI realizaram exercícios de <i>leg press</i> , extensão de joelho e flexão isotônica de joelho (3x/sem, 2séries de 10rep.). GRFS foi submetido ao procedimento sem o protocolo de exercício, por 10min e 3x/sem.	Aumento na AST do quadríceps*, mas o GTFAI ($3,48 \pm 0,68\%$) teve um aumento maior comparado com o GTFBI+RFS ($1,15 \pm 0,54\%$). O GTFAI mostrou um aumento em relação à FA-O em jejum após o treinamento ($50,91 \pm 12,77\%$)**.
-----------------------------	--	---------------------------	---------------------	--	--

Legenda: H: homens; M: mulheres; AST: área de secção transversa; FAO: fosfatase alcalina específica para osso (biomarcador de formação óssea); GRFS: grupo com restrição de fluxo sanguíneo; GC: grupo controle; TF com RFS: treino de força com restrição de fluxo sanguíneo; NTx: biomarcador de reabsorção óssea; GTFAI: grupo treinamento de força de alta intensidade; GTFBI+RFS: grupo treinamento de força de baixa intensidade com restrição de fluxo sanguíneo; CTX: biomarcador de reabsorção óssea; GRFS: grupo que realiza apenas a restrição de fluxo sanguíneo; MMSS: membros superiores. *P<0,05, **P<0,01.

2.4.4 Segurança do método de RFS

Altas pressões de oclusão ($\geq 130\%$) utilizadas com a técnica de restrição de fluxo sanguíneo pode causar oclusão arterial completa que pode desenvolver a formação de trombo e induzir a oclusão microvascular mesmo após a reperusão, quando os torniquetes estão desinflados. Além disso, podem ocorrer lesão muscular e necrose celular, sendo que o risco de trombose pode aumentar com o treino de força com RFS até a falha muscular. Pressões indesejáveis nos tecidos envoltos pela restrição, também, podem desencadear diminuição na velocidade de condução nervosa e na eficácia da intervenção pela incapacidade do indivíduo em completar todo o volume de treinamento. Portanto, baixas (20 a 30%) a moderadas pressões de oclusão arterial (50%) podem trazer benefícios comparadas as altas pressões que podem desenvolver riscos à saúde (LOENNEKE *et al.*, 2014).

2.5 Intensidade do exercício e percepção de prazer

No Brasil estima-se que apenas 13% da população adulta realiza o mínimo recomendado de 30 minutos de exercício físico contínuo de intensidade moderada em três dias da semana. Essa elevada prevalência de inatividade física pode ser consequência da baixa taxa de encorajamento para iniciar os programas de exercícios físicos e a baixa aderência para se manter nos mesmos durante todo o período de intervenção (MONTEIRO *et al.*, 2003).

A sensação de dor e desconforto após a prática de treino de força convencional é sugestivo de dano muscular (TRICOLI, 2001). No treinamento resistido de alta intensidade, o aumento da concentração de creatina quinase (CK) é outro indicativo de lesão muscular à membrana sarcoplasmática, e tais danos dependem principalmente do volume e intensidade do exercício (BRANCACCIO; LIMONGELLI; MAFFULLI, 2007). Porém, o estudo de Freitas (2016), não indicou essas ocorrências (dor/ desconforto e aumento da CK) com o treino de força de baixa intensidade associado à RFS.

De acordo com Gaesser e Poole (1996), a classificação da intensidade do exercício foi dividida em níveis: moderado, pesado e severo. O nível moderado está relacionado à intensidade de exercício físico inferior ao limiar de lactato,

como caminhadas e corridas, verificando-se nele respostas afetivas positivas, sendo o metabolismo aeróbio o principal responsável pelo fornecimento energético (EKKEKAKIS, 2003).

O nível pesado estende-se desde o limiar até o máximo estado de lactato sanguíneo. Os aumentos na concentração de ácido láctico pelo metabolismo anaeróbio são responsáveis pelo aumento na concentração de catecolaminas e no recrutamento de fibras musculares. Com isso, a habilidade consciente em tolerar dor e desconforto depende de cada indivíduo. E por fim, o nível severo, que é o estado máximo do lactato que representa a máxima capacidade do exercício físico até a exaustão no qual verifica-se o surgimento de desprazer com a prática da atividade física referida pelo próprio indivíduo (EKKEKAKIS; HALL; PETRUZZELLO, 2004).

Assim, observa-se que uma resposta de prazer gerada pela sensação da prática do exercício influenciará o indivíduo em participar novamente do treinamento ou a permanência a longo prazo na mesma atividade (VAN LANDUYT *et al.*, 2000), e que a prescrição de exercícios físicos de alta intensidade é um fator determinante para altas taxas de abandonos por gerar uma sensação de desprazer no indivíduo (DISHMAN; FARQUHAR; CURETON, 1994).

De acordo com o ACSM (2000), a prescrição de intensidades de exercício físico entre 50 e 85% do consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$) é necessária para se atingir significativas modificações orgânicas. No entanto, Dishman e Buckwort (1996), verificaram que intervenções baseadas na prescrição de intensidade leve ($\leq 50\% VO_{2máx}$) apresentam taxa de aderência superior àquelas intervenções baseadas em prescrições de intensidades severas. Mas, independentemente da intensidade do exercício e aderência, sugere-se que treinamentos baseiem suas prescrições de intensidade e volume dentro dos padrões mínimos requeridos para as modificações benéficas à saúde de acordo com cada faixa etária e o prazer do indivíduo em estar realizando aquele exercício.

CAPÍTULO III

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Caracterização do estudo

Trata-se de um estudo experimental, prospectivo, randomizado em paralelo (BERG; LATIN; 2008).

R1: O1 X1 O2 X1 O3

R2: O4 X2 O5 X2 O6

R3: O7 X3 O8 X3 O9

Legenda: R= grupo; O=avaliações; X=intervenções.

3.2 População e amostra

A população foi composta por idosas com osteopenia/osteoporose, que foram selecionadas e recrutadas, aleatoriamente, para avaliação inicial em ambulatorios variados (ginecologia, geriatria, reumatologia, fisioterapia) do Hospital Universitário Lauro Wanderley (HULW) e da Clínica Escola de Fisioterapia (CEF) da Universidade Federal da Paraíba, além de grupos de convivência de idosos.

3.2.1 Critérios de inclusão e exclusão

Inclusão – Voluntárias com idade igual ou superior a 60 anos com osteopenia ou osteoporose em pelo menos uma das áreas analisadas (coluna lombar: L1-L4, colo do fêmur, ou fêmur total), em período natural de pós-menopausa, com pelo menos 12 meses de intervalo da última menstruação (FRANKLIN; WHALEY; HOWLEY, 2000) que não passaram por terapia hormonal até 3 meses antes do estudo; não praticavam treinamento aeróbio; eram insuficientemente ativas e funcionalmente independentes, as que não tivessem indisponibilidade de horários.

As voluntárias que não tinham doenças arteriais obstrutivas dos membros inferiores (DAOMI) com ITB entre 0,91 e 1,30 (GIOLLO JÚNIOR; MARTIN, 2010; RESNICK *et al.*, 2004), osteomioarticulares associados às dores intensas, cardiorrespiratórias que as impossibilitam de realizar atividade física, neoplasias,

doença renal. Também foram incluídas as não usuárias de medicamentos que interferem no metabolismo ósseo, as não tabagistas e aquelas que não fazem uso de álcool regularmente.

Exclusão - As voluntárias que tiveram frequência inferior a 85%; as que desistiram e as que apresentaram dores ou disfunções osteomioarticulares durante o protocolo de exercícios.

Um cálculo a priori do tamanho da amostra ($f=0,25$; poder= 0,80; $\alpha=0,05$; 3 grupos; 3 medidas) foi realizado no *software* G* Power 3.1.9.4, conforme as recomendações de Faul et al. (2009) e Beck (2013) e um mínimo de 36 sujeitos foi estimado. A figura 3 demonstra o fluxograma da amostra, em que foram selecionadas para triagem 60 voluntárias distribuídas de forma aleatorizada pelo *web site* www.randomization.com em 3 grupos e, após as perdas, os grupos CAM+RFS ($n=10$), CAM ($n=9$) e RFS ($n=11$) foram analisados.

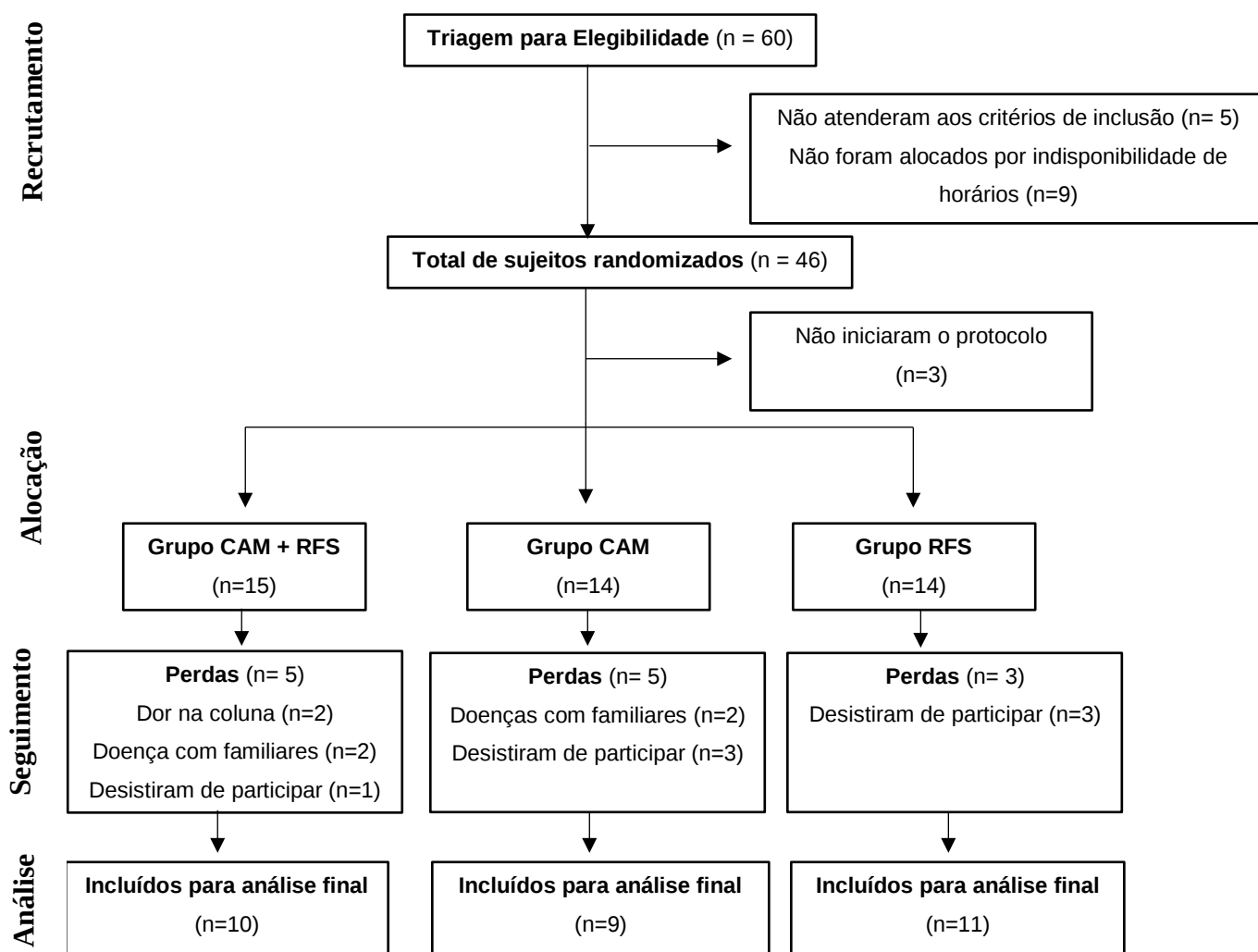


Figura 3. Fluxograma da amostra

O quadro 3 apresenta as condições experimentais (tipo de exercício, frequência, intensidade) para os grupos analisados.

Quadro 3. Condições experimentais.

Grupo	Condição	Tipo Exercício	Frequencia	Intensidade
G1 (n=10)	(CAM+RFS)	Caminhada com RFS	3x/semana	40% do VO ₂ máx.
G2 (n=9)	(CAM)	Caminhada sem RFS	3x/semana	60% do VO ₂ máx.
G3 (n=11)	(RFS)	RFS sem esforço	3x/semana	Não realizará exercício

Todas as voluntárias foram instruídas a não mudar seus hábitos alimentares durante o estudo (6 meses), estando livres de restrições na dieta ou algum tipo de aconselhamento nutricional. O presente projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos do Centro de Ciências da Saúde da UFPB (CEP/CCS/UFPB), atendendo aos requisitos do Conselho Nacional de Saúde (CNS) de acordo com a Resolução 466/12 (67125317.1.0000.5188), Brasil e cadastrado na plataforma de Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (ReBEC: RBR-3d957w).

Após todas as explicações dos procedimentos bem como os riscos e benefícios da pesquisa, as voluntárias foram solicitadas a assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) elaborado de acordo com a declaração de Helsinque (APÊNDICE A).

3.3 Variáveis selecionadas para o estudo

Variáveis dependentes:



Variáveis independentes:

- Treino de caminhada com restrição de fluxo sanguíneo (CAM+RFS);
- Treino de caminhada sem restrição de fluxo sanguíneo (CAM);
- Restrição de fluxo sanguíneo sem esforço (RFS).

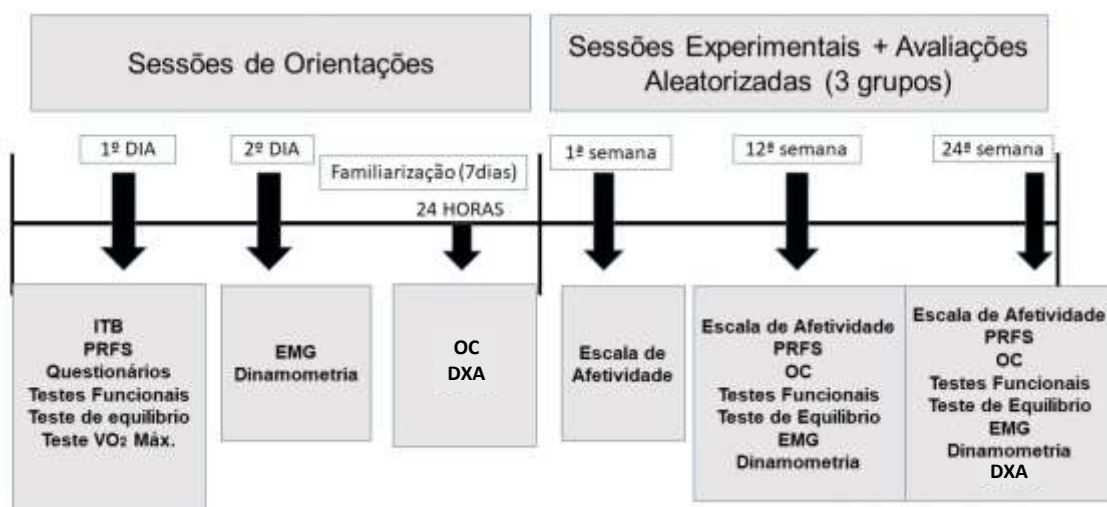


Figura 4. Fluxograma do desenho do estudo

Legenda: ITB = Índice tornozelo Braquial; PRFS = Pressão de Restrição de Fluxo Sanguíneo; VO₂ máx. = Consumo Máximo de Oxigênio; EMG = Eletromiograma; OC = Osteocalcina; DXA = Densitometria Óssea da Coluna Lombar e Fêmur Total.

3.4 Procedimentos para coleta de dados

3.4.1. Anamnese inicial e diagnóstico clínico

Todas as voluntárias responderam à um Questionário de Informações com o objetivo de verificar se atendem aos critérios de inclusão do estudo e controle das variáveis intervenientes (Apêndice B), que consistiu de perguntas relativas aos aspectos sociodemográficos e antropométricos (idade, massa corporal, estatura, IMC), raça, grau de escolaridade, presença ou não de morbidades, medicamentos de uso diário, idade da menarca e da última menstruação, se já haviam feito o exame de densitometria óssea previamente e se praticavam atividade física regularmente.

As voluntárias estando aptas a realizarem a intervenção foram orientadas sempre nos dias de testes, a não ingerir alimentos com cafeína, guaraná em pó ou qualquer outra substância ergogênica e a não realizar outros tipos de exercícios.

3.4.2 Índice tornozelo braquial (ITB)

O ITB foi mensurado com um critério de segurança para determinar o risco para doenças arteriais obstrutivas de membros inferiores (GIOLLO JÚNIOR; MARTIN, 2010; RESNICK *et al.*, 2004).

Tabela 4. Classificação do ITB

VALOR DO I.T.B	GRAVIDADE DA DOENÇA ARTERIAL MMII
MAIOR DO QUE 0,9	NORMAL
0,71 – 0,9	DAOP LEVE
0,41 – 0,7	DAOP MODERADA
MENOR OU IGUAL A 0,41	DAOP GRAVE

Foram aferidas as pressões sistólicas nos membros inferiores na altura do tornozelo (artéria tibial posterior ou pediosa) e superiores (artéria braquial), por meio de um Doppler vascular portátil (MedPeg® DV -2001, Ribeirão Preto, SP, Brasil), de alta frequência: 5 a 10 MHz, para aumentar a acurácia do exame e esfigmomanômetro. As voluntárias em decúbito dorsal na maca, e após 10

minutos de repouso foram coletadas três medidas de cada vaso (RESNICK *et al.*, 2004), com intervalos de menos de 30 segundos entre elas. Posteriormente, o índice foi calculado, bilateralmente, e consistirá na razão entre a pressão arterial sistólica do tornozelo sobre a pressão arterial sistólica braquial. Para realização do exame as voluntárias foram orientadas as seguintes recomendações: não ingerir nenhuma bebida cafeinada, não fumar, nos últimos 30 minutos que antecedem o exame e não fazer o mesmo com a bexiga cheia, não cruzar os braços ou as pernas e não falar durante o procedimento.

3.4.3 Protocolo do ponto de restrição do fluxo sanguíneo

A determinação do ponto de restrição de fluxo sanguíneo tem como objetivo encontrar a pressão de oclusão para que se prescreva o percentual de treino (20%). Ele foi obtido por meio do *Doppler* vascular (MedPeg® DV -2001, Ribeirão Preto, SP, Brasil), e para tal a sonda foi posicionada sobre a artéria tibial posterior ou pediosa para determinar a pressão arterial (mmHg) da RFS dos membros inferiores. As voluntárias permaneceram em decúbito dorsal e um esfigmomanômetro padrão, de pressão arterial para obesos (largura 180 mm; comprimento 900 milímetros) foi fixado na região da prega inguinal e inflado até o ponto em que o pulso auscultatório da artéria tibial fosse interrompido (LAURENTINO *et al.*, 2012). O ponto de oclusão foi medido a 0, 12 e 24 semanas de treinamento para verificação de possíveis mudanças do fluxo arterial tibial.

As voluntárias do grupo CAM+RFS e RFS usaram torniquetes de pressão em ambas as porções proximais das coxas e todo o período de intervenção permaneceram inflados (20 minutos) a fim de favorecer maior acúmulo de metabólitos (KARABULUT *et al.*, 2011), a pressão do manguito usada durante o treinamento foi determinada por meio do ponto de oclusão inicial a 20% no estado de repouso que foi reajustada 10% mensalmente até o 4º mês, após esse período foi realizado o treinamento com 50% até o término do protocolo de exercícios de acordo com o Quadro 4 para evitar riscos à saúde (LOENNEKE *et al.*, 2014).

Quadro 4. Protocolo da pressão de RFS

Tempo de Intervenção	Pressão de Restrição para Treinamento (%)
Familiarização (3 sessões)	20
Primeiro mês	20
Segundo mês	30
Terceiro mês	40
Quarto mês	50
Quinto mês	50
Sexto mês	50

3.4.4 Prescrição do exercício pelo consumo de oxigênio máximo

Foi realizado um teste submáximo em banco com o protocolo de Banco de Cirilo Adaptado no qual ao invés de realizar o teste de subida e descida do ergômetro de step automático, foi utilizado step com incremento manual das alturas dos mesmos de acordo com a estatura individual de cada voluntária (SOUSA *et al.*, 2014). Desta forma, as voluntárias realizaram atividades de subidas e descidas consecutivas no ergômetro. A altura do ergômetro foi contínua e progressiva, sendo os incrementos adequados à estatura da idosa, o teste foi ajustado ao grau de aptidão física e ao gênero feminino. Como as idosas foram classificadas como destreinadas o ritmo do teste utilizado foi de 116 toques por minuto, equivalendo a 36 passadas por minuto. Foram considerados como critérios para realização do teste de esforço: 1) realizar ingestão de alimentos leves, 1 a 2 horas antes; 2) não fumar, 48 horas antes 3) não ingerir bebida alcoólica 48 horas antes; e 4) não realizar esforço físico 24 horas antes. Como critério de interrupção do teste: 1) atingir o limite da FC que é estipulado a FC Máxima pela fórmula de Karvonen ($210 - \text{idade}$), para se estabelecer 85% da FC do avaliado para critério de interrupção do teste, ou seja, o teste finaliza quando a voluntária alcança 85% de sua FCM.; 2) perder o ritmo de subida e descida no banco, pelo menos três vezes durante o esforço, ou queda sem rápida recuperação; e 3) sinais de cansaço, como fadiga muscular ou aparência cianótica. Foi utilizado um metrônomo (Tagima® Japão) e uma escala de Borg para mensuração da percepção subjetiva de esforço (PSE) (Borg, 2000).

Foi utilizado o protocolo de banco de Cirilo Adaptado para quantificar o VO₂ (ml/kg/min) de forma indireta e garantir incremento na velocidade de

treinamento na esteira. As reavaliações foram feitas inicialmente, com 1 mês, com 3 meses, 5 meses e 6 meses após intervenção.

3.4.5 Testes funcionais

Para analisar o desempenho funcional foram utilizadas tarefas que utilizem força, potência, agilidade, velocidade de caminhada, resistência e equilíbrio por meio dos seguintes testes *Timed Up and Go Test* (TUGT) e Levantar e Sentar na Cadeira (SL) de acordo com (GERALDES *et al.*, 2007; 2008).

Para realização do TUGT, foi traçada, no chão, uma linha reta de três metros com trena (Feeling, Brasil) e demarcada com fita adesiva comum de cor amarela para orientar o caminho a ser percorrido, a partir de uma cadeira, acolchoada, com as seguintes medidas: braços a 69 cm do solo; assento com 46 cm de profundidade e largura, a 46 cm do solo e encosto de 36 cm, posicionado a 55 cm do solo.

Antes do teste, cada voluntária foi esclarecida sobre o procedimento e orientada a caminhar o mais rápido possível e com segurança durante sua realização. O TUGT foi realizado registrando-se, com cronômetro eletrônico profissional (modelo *Stopwatch* VL 1809 – Vollo Sports, Brasil), o tempo gasto, em segundos, para a voluntária levantar-se da cadeira, andar uma distância de três metros em linha reta até um cone colocado no chão, dar a volta nele, caminhar de volta e sentar-se novamente, de modo a usar o encosto da cadeira. Cada voluntária realizou esse procedimento três vezes, com intervalo de um minuto entre as coletas, e, a seguir, será analisado o menor tempo realizado na tarefa.

Para o teste SL, a voluntária partindo da posição sentada, com os braços cruzados à frente do tórax, deve levantar e sentar em uma cadeira (43 cm de altura), o máximo de vezes que conseguir durante 30 segundos em uma única série, com a cadeira recostada na parede (GERALDES *et al.*, 2007).

3.4.6 Avaliação do equilíbrio estático e dinâmico

As medidas de deslocamento do centro de gravidade (CG) corporal para verificação do equilíbrio estático e dinâmico serão realizadas no *Biodex Balance*

System (BBS). As voluntárias foram instruídas a ajustar a posição dos pés sobre a plataforma para alcançar a maior estabilidade possível e então foram gravados os parâmetros da grade (letra mais próxima do calcanhar, numeração mais próxima do tendão calcanear e ângulo mais próximo entre segundo e terceiro dedo do pé) nas três condições de apoio (bipodal, apoio unipodal direito e apoio unipodal esquerdo) (BIODEX, 2005). Uma vez registrados os parâmetros da grade do BBS, no protocolo, as voluntárias realizaram a familiarização com o equipamento e com os testes de estabilidade postural.

Para cada condição de apoio, testou a estabilidade estática (3 repetições de 25 segundos), com a plataforma fixa e a estabilidade dinâmica (3 repetições de 25 segundos), com variação dos níveis de estabilidade (nível 12 = mais estável, para nível 8 = menos estável), de forma automática, a cada 5 segundos, com intervalo de 30 segundos entre as repetições e 2 minutos entre as condições de apoio.

Durante o teste em apoio unipodal, as voluntárias foram orientadas a manter o membro inferior de apoio em semiflexão de joelho ($\cong 10^\circ$) e o membro contralateral em flexão ($\cong 90^\circ$), em uma posição confortável. Em todos os testes (bipodal, unipodal direito e unipodal esquerdo) elas mantiveram os membros superiores livres, olhando para o monitor do BBS (Figura 5). Durante o teste, as voluntárias foram instruídas a não tocar no equipamento com as mãos ou com o pé contralateral (em suspensão), sendo o mesmo interrompido e descartado quando isto ocorrer (ANDRADE *et al.*, 2016).



Figura 5. Avaliação do equilíbrio em apoio bipodal (A), unipodal dominante (B) e unipodal não dominante.

3.4.7 Dinamometria e eletromiografia (EMG) da extensão e flexão do joelho

Após o aquecimento de 5 minutos em bicicleta ergométrica 25W, a medida da força isométrica máxima foi coletada, com a voluntária sentada na cadeira de *Bonett* (adaptada) mantendo o joelho no ângulo de 60°, para os extensores, e de 30° para os flexores, tomando-se como referência a extensão do joelho (0°). Todas as voluntárias foram posicionadas na cadeira de *Bonett* com o tronco apoiado no encosto a $\cong 85^\circ$ do assento e estabilizados por cintos de contenção nas regiões do tronco e pelve, bem como na coxa do membro inferior que foi avaliado (Figura 6). Durante todos os procedimentos de teste as voluntárias foram orientadas a segurar firmemente o apoio lateral do assento, de forma a manter todos os segmentos corporais estabilizados (SANTOS *et al.*, 2014).

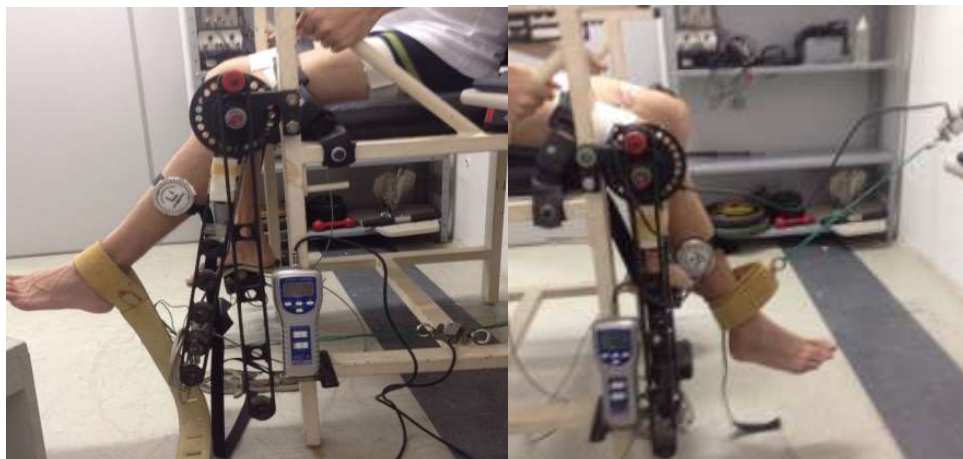


Figura 6. Posicionamento do sujeito na cadeira de *Bonnet* (adaptada)

Para medida de força foi utilizado um dinamômetro digital portátil (modelo DD-300, *Instrutherm Ltd.*, Brasil) e o teste consistiu em uma série de 3 contrações isométricas voluntárias máximas (CIVM), na qual a voluntária recebeu um estímulo vocal com as palavras “força, força, força”, cada uma mantida por 5 segundos, com intervalo de 1 minuto entre elas, sendo registrada a média dos 3 picos de força (PF) obtidos, para cada voluntária.

A atividade elétrica dos músculos VM, VL, ST e BF foi registrada, concomitante a avaliação da força, utilizando um eletromiógrafo (modelo W4X8, *Biometrics Ltd.*, UK) de 8 canais, *Bluetooth*, apresentando as seguintes características técnicas: *hardware* com placa de conversão analógico-digital (A/D) de 12 bits; amplificador com ganho de 1000 vezes; filtro passa banda de 20 a 500 Hz (*Butterworth* de 2ª ordem); razão de rejeição de modo comum (RRMC) > 100 dB; taxa de ruído do sinal < 3 μ V RMS; impedância de 10^9 Ohms; eletrodos superficiais, bipolares, ativos, simples diferencial, com pré-amplificação de 20 vezes - fixados conforme *Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles* – SENIAM (HERMES *et al.*, 2000), eletrodo de referência e um *software DataLOG* para coleta e análise de sinais com frequência de amostragem de 1000 Hz.

Para o VL, o eletrodo foi posicionado a 80% na linha entre a espinha íliaca anterior superior (EIAS) e o espaço articular na borda anterior do ligamento lateral; para o VM, foi posicionado a 80% na linha entre a EIAS e do espaço articular na frente da borda anterior do ligamento medial; Para BF, foi posicionado a 50% sobre a linha entre a tuberosidade isquiática e do epicôndilo lateral da tíbia. Para o ST, foi posicionado a 50% sobre a linha entre a

tuberosidade isquiática e do epicôndilo medial da tíbia (HERMES *et al.*, 2000).

Para garantir o posicionamento dos eletrodos ao longo do estudo, os mesmos foram fixados, pelo mesmo avaliador, para minimizar problemas comuns de localização de sensores apontados em estudos de EMG, o ponto de fixação foi marcado com tinta de Henna e, em todas as avaliações, o eletrodo de referência foi fixado no maléolo lateral do membro contra-lateral.

Para o processamento do sinal de EMGs, dos 5s de registro, foram ignorados o primeiro e o último segundo e considerados os 3s centrais do janelamento, em cada músculo (VL, VM, BF e ST) para os movimentos de extensão e flexão do joelho, respectivamente, e considerando-se a *Root Mean Square* (RMS) (SANTOS *et al.*, 2014).

A normalização do sinal EMGs (valor %) foi feita pelo pico da contração isométrica voluntária máxima (CIVM), para cada músculo, somando-se os valores do VL + VM na extensão e, do BF + ST na flexão do joelho (BRENTANO *et al.*, 2006; RODRIGUES NETO *et al.*, 2014) para garantir a comparação entre sujeitos e grupos.

Tanto para registro da força quanto da atividade eletromiográfica, foi feita uma aleatorização (www.randomization.com) entre o membro dominante (MD) e não dominante (MND) para iniciar a coleta dos dados.

3.4.8 Densitometria óssea (DXA)

Todas as voluntárias foram submetidas ao exame de Densitometria Mineral Óssea na Central de Diagnóstico Ltda- Diagnóstica. Os exames foram realizados em aparelho PRODIGY da Lunar-GE^R (GE Medical Systems, Madison, WI, USA), pelo mesmo avaliador, com aquisição e análise de imagens da coluna lombar L1/L4 em ântero-posterior, fêmur proximal direito para análise do colo femoral e do fêmur total, antes e após 6 meses do programa de intervenção. A mínima variação significativa para a coluna lombar e fêmur total a ser considerada foi de 0,030 g/cm² e para o colo femoral de 0,035 g/cm².

3.4.9 Biomarcador ósseo

A concentração sérica de osteocalcina (OC) foi avaliada como biomarcador de formação óssea. Para tanto, as amostras sanguíneas foram coletadas nos instantes pré-intervenção, 12 e 24 semanas pós-intervenção, por uma enfermeira do Hospital Universitário Lauro Wanderley da UFPB, entre 6 e 7h30, após jejum noturno.

As amostras coletadas foram coaguladas à temperatura ambiente e o soro foi separado por centrifugação e transferido para tubos de poliestireno, colocados a -80°C para serem transportados e analisados no Laboratório Hermes Pardini (Vespasiano, MG - Brasil). A concentração sérica de osteocalcina foi avaliada usando o reagente Elecsys, de acordo com um protocolo (EP5-A2) do *Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI), no equipamento MODULAR ANALYTICS E170 (ROCHE), e o intervalo de medição do ensaio de 0,5 a 300 ng/mL. O coeficiente de variação intraensaio é de 4,76% (dados do fabricante) e o interensaio é de 8,00% (imprecisão mínima da tabela biológica de Westgard).

3.4.10 Parâmetros afetivos (*percepção de prazer*)

A resposta afetiva foi avaliada por meio da escala de sensação de Hardy e Rejeski (1989) que é uma escala *Likert* bipolar composta de 11 pontos, variando entre +5 (muito bom) a -5 (muito ruim). Para avaliar a sensação afetiva do efeito crônico do presente estudo foi aplicada a escala inicialmente e, depois mensalmente durante o protocolo até completar os 6 meses de intervenção, três vezes na semana (segunda, quarta e sexta-feira), a cada 5 minutos durante a intervenção e após 5 minutos do término do exercício e, a seguir, foram analisadas as médias das medidas (Anexo 1).

As voluntárias foram orientadas a responder com o número -5, “muito ruim” quando sentir que o exercício está desagradável ao máximo. Quando sentir que o exercício na esteira está “muito bom” responda com o número +5, por exemplo, quando seus sentimentos de afetividade são agradáveis ao máximo. Quando sentir que o exercício na esteira está “neutro” responda com o número 0, ou seja, quando achar que o exercício nem é confortável e nem é desconfortável.

3.4.11 Protocolo de exercícios

Na primeira semana, seguinte aos pré-testes, as voluntárias foram submetidas à três sessões de familiarização com o tipo de treinamento. Após tal período, deu-se início ao protocolo de intervenção propriamente dito que teve duração de 24 semanas, com frequência de 3 vezes na semana em dias alternados.

Antes de cada sessão de treinamento, todas as voluntárias, realizaram alongamento por 10 minutos dos membros superiores (MMSS) com ênfase na cadeia ântero-interna, na cadeia posterior e da musculatura extensora dos ombros. Para os membros inferiores (MMII) foram realizados alongamentos para a musculatura extensora do joelho, para o tronco e, também, para a musculatura flexora do joelho que foi feito na mesma posição (Figura 7).

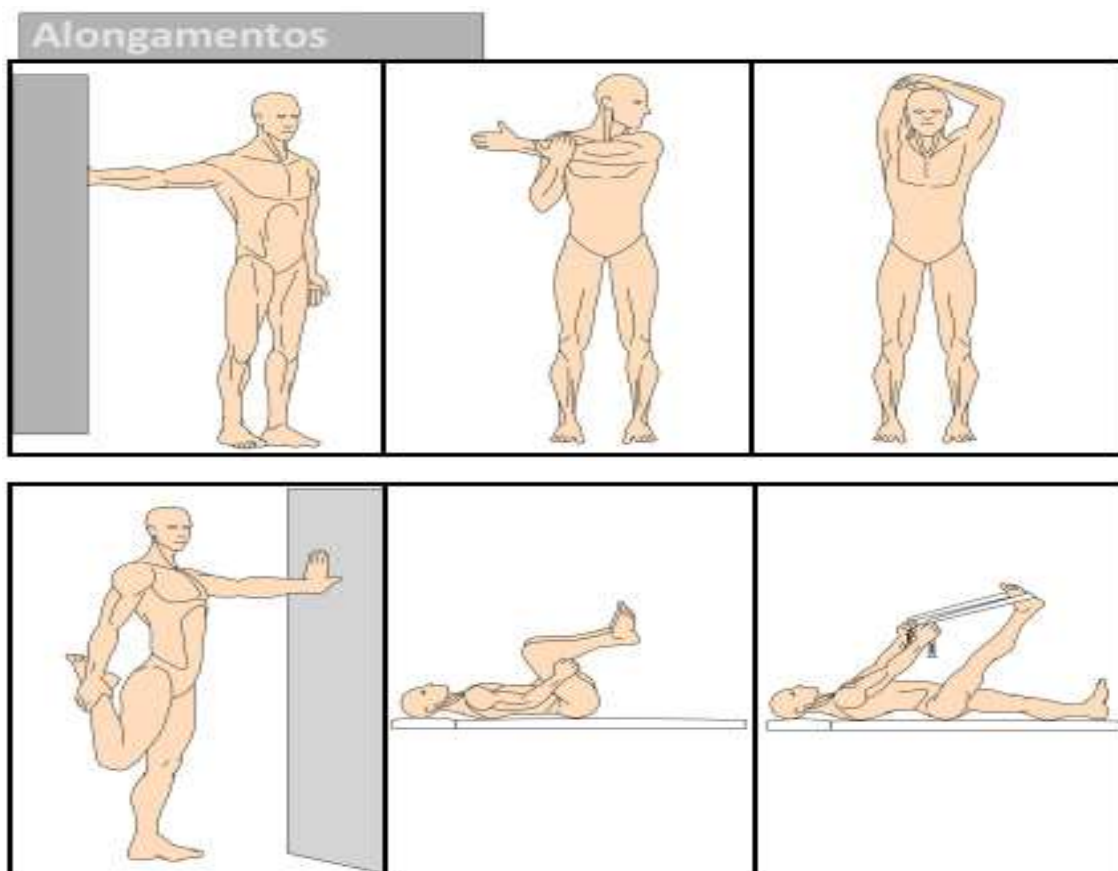


Figura 7. Alongamento de MMSS, MMII e Tronco.

Após o alongamento, todas as voluntárias realizaram a caminhada rápida por 20 min em uma esteira elétrica ergométrica (EMBREEX 820) com velocidade e a progressão da mesma de acordo com o teste de VO₂ máx (Figura 8).



Figura 8. Ilustração da caminhada com restrição de fluxo sanguíneo

A percepção subjetiva de esforço (PSE) foi determinada por meio da escala de Borg (1 a 10); esse instrumento é composto de uma escala Likert de 10 pontos, variando de 1 a 10 (Anexo 2), iniciando em “muito, muito leve” e finalizando em “muito, muito difícil” (BORG; NOBLE, 1974). A ancoragem da escala de Borg foi realizada mediante teste incremental máximo na esteira a fim de padronizar a baixa e alta percepção. De acordo com o ACSM (2011) que indica a escala de 6 a 20, na intensidade leve ou muito leve (9-11), no presente estudo foi padronizado a Borg de 0 a 10, com os descritores verbais semelhantes (1-3), pois facilita o entendimento da escala na população idosa e quantifica, de forma individual, o esforço durante cada sessão de treinamento. A escala foi aplicada a cada 5 minutos durante a intervenção.

4. PLANO DE ANÁLISE DOS DADOS

Os dados foram processados e analisados utilizando o programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS for Windows Versão 20.0). Já os resultados foram plotados no software GraphPad Prism versão 5.03. Inicialmente foi utilizada estatística descritiva, e verificada a normalidade dos dados (teste de Shapiro-Wilk). Em seguida, foi aplicada a *one-way* ANOVA para dados paramétricos ou nos casos em que a distribuição da variável foi assimétrica, utilizou-se o teste de Kruskal-Wallis para comparação intergrupos no momento pré-intervenção a fim de verificar se os grupos partiram de condições similares. Associações entre grupo e variáveis categóricas foram verificadas pelo teste Exato de Fisher.

Para as variáveis de eletromiografia que apresentaram ausência de valores nas avaliações intermediárias, foi realizada análise de imputação simples pela repetição do último valor (LITTLE *et al.*, 2012). O desempenho dos grupos ao longo do tempo, para as variáveis dependentes, foi analisado por meio de Equações Estimadas Generalizadas (EEG). Foram considerados 2 tipos de matrizes de covariância (independente ou autoregressiva, AR-1), e 2 tipos de função de ligação (identidade ou gamma log). O modelo com melhor aderência com base no QIC (*Quase Likelihood Independence Criterion*) foi o modelo com uso da matriz de covariância AR-1 utilizando a função de ligação log com modelo de distribuição gamma. Para todas as variáveis foi feito o Q-Q plot para atestar normalidade dos resíduos de forma constante e semelhante entre os grupos observados, validando os resultados do EEG.

O teste post hoc de Bonferroni foi utilizado quando uma razão significativa foi identificada para efeito isolado dos fatores analisados ou para interação entre eles. O tamanho do efeito (d de Cohen) foi estimado para um delineamento para diferenças das médias de grupos com tamanhos de amostra desiguais dentro de um desenho pré-pós-controle (MORRIS, 2008) e interpretado como segue: $d < 0,20$ trivial, $d = 0,20-0,59$ pequeno, $d = 0,60-1,19$ moderado, $d = 1,20-1,99$ grande, $d = 2,00-3,99$ muito grande e $d \geq 4,0$ efeito quase perfeito (HOPKINS *et al.*, 2009). Para fins do cálculo do TE, o Grupo RFS foi considerado como grupo controle. Para a interpretação do d Cohen, foi utilizado a probabilidade de

superioridade em % que é a chance de um participante selecionado aleatoriamente do grupo de treinamento ter um escore melhor do que um participante selecionado aleatoriamente do grupo controle (RUSCIO, 2008; RUSCIO; MULLEN, 2012).

Por fim, para a correlação entre o ponto de restrição de fluxo sanguíneo (PRFS) e a pontuação da Escala de Afetividade foi realizada previamente a análise do padrão de distribuição de cada resposta e ponto de oclusão mensal pelo Shapiro-Wilk. Diante disso, foi optado por o teste de Spearman para verificar a magnitude, direção e significância da correlação entre as variáveis. Sendo assim, quando o $Rho (\rho) = 0$, foi considerada correlação nula, $0 < \rho < 0,30$ correlação fraca, $0,30 < \rho < 0,60$ correlação média, $0,60 < \rho < 0,90$ correlação forte, $0,90 < \rho < 1$ correlação fortíssima e $\rho = 1$, correlação perfeita (HOPKINS *et al.*, 2009). Para todas as análises estatísticas foi aceito um $P < 0,05$.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Foi verificado, por meio da ANOVA (*one-way*) e *Kruskal-Wallis*, similaridade entre os grupos para todas as variáveis ($P>0,05$), indicando que todos os grupos partiram de uma condição similar, exceto para a etnia.

Tabela 5. Dados demográficos e antropométricos dos grupos do estudo

	Grupo CAM+RFS (n = 10)	Grupo CAM (n = 9)	Grupo RFS (n = 11)	P
Idade (anos)	64,1 ± 2,5	65,2 ± 5,3	68,4 ± 4,8	0,098‡
Etnia				
Branca	5 (50,0%)	2 (22,2%)	2 (18,2%)	0,045∞
Negra	5 (50,0%)	2 (22,2%)	3 (27,3%)	
Parda	0 (0,0%)	5 (55,6%)	6 (54,5%)	
Classificação da Osteoporose				
T-CL				
Normal	1 (10,0%)	2 (22,2%)	2 (18,2%)	0,963∞
Osteopenia	6 (60,0%)	5 (55,6%)	5 (45,5%)	
Osteoporose	3 (30,0%)	2 (22,2%)	4 (36,4%)	
T-CF				
Normal	2 (20,0%)	2 (22,2%)	2 (18,2%)	0,596∞
Osteopenia	8 (80,0%)	7 (77,8%)	7 (63,6%)	
Osteoporose	0 (0,0%)	0 (0,0%)	2 (18,2%)	
T-FT				
Normal	4 (40,0%)	6 (66,7%)	4 (36,4%)	0,704∞
Osteopenia	5 (50,0%)	3 (33,3%)	6 (54,5%)	
Osteoporose	1 (10,0%)	0 (0,0%)	1 (9,1%)	
Massa corporal (kg)	64,7 ± 10,5	69,4 ± 8,2	64,9 ± 12,8	0,441◇
Estatura (m)	1,52 ± 0,04	1,53 ± 0,05	1,50 ± 0,03	0,880◇
IMC (kg/m²)	28,0 ± 4,1	29,7 ± 3,3	28,6 ± 5,7	0,563◇

Legenda: T-CL= T score lombar; T-CF = T score Colo Fêmur; T-FT = T Score Fêmur Total.

Nota: dados são apresentados em média ± desvio padrão; idade, massa corporal, estatura e índice de massa corporal (IMC); ◇ = Anova; ‡ = Kruskal-Wallis; ∞ = Exato de Fisher.

De acordo com a Tabela 6, para todas as variáveis da DMO (CL, CF e FT), não foram observadas diferenças significantes ($P>0,05$) para grupo, avaliação ou interação (grupo X avaliação).

Tabela 6. Valores médios das variáveis de densitometria óssea ao longo das 24 semanas de intervenção

DXA	CAM + RFS		CAM		RFS		Valor de P		
	Média (EP)		Média (EP)		Média (EP)		G	T	GxT
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final			
CL	0,94(0,04)	0,95(0,04)	1,01(0,05)	1,00(0,05)	0,94(0,03)	0,95(0,02)	0,31	0,93	0,99
CF	0,79(0,03)	0,78(0,03)	0,89(0,05)	0,88(0,05)	0,81(0,04)	0,80(0,05)	0,17	0,94	0,99
FT	0,84(0,04)	0,86(0,04)	0,94(0,04)	0,93(0,04)	0,86(0,05)	0,85(0,05)	0,06	0,98	0,99

Legenda: CL = Coluna Lombar L1-L4 (g/cm²); CF = Colo do Fêmur (g/cm²); FT = Fêmur Total (g/cm²); G = Grupo; T = Avaliação; GxT = Grupo*Avaliação.

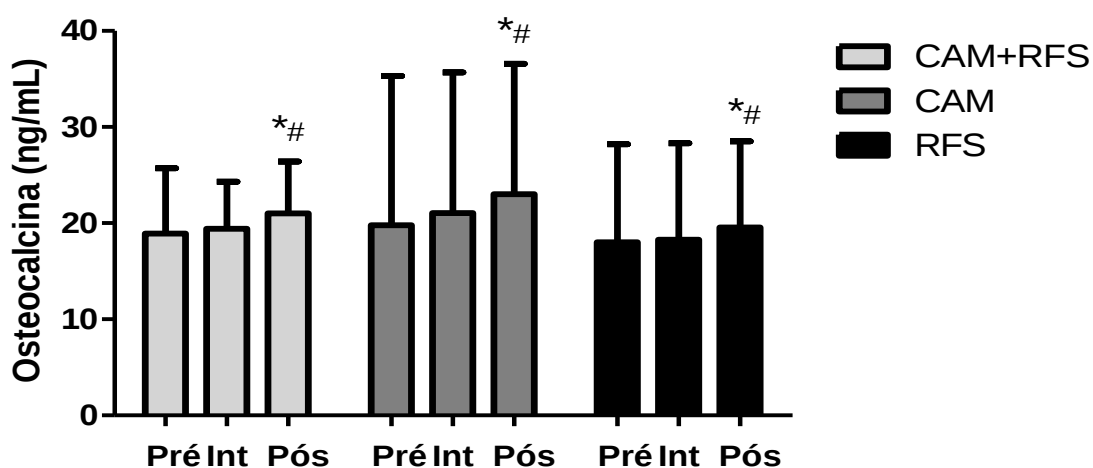


Figura 9. Concentrações de osteocalcina nos diferentes momentos ao longo da intervenção

Legenda: CAM+RFS = caminhada com restrição de fluxo sanguíneo; CAM = caminhada; RFS = restrição de fluxo sanguíneo; Pré: avaliação inicial; Int: avaliação com 12 semanas; Pós: avaliação com 24 semanas.

Nota: (*) diferente da avaliação pré; (#) diferente da avaliação intermediária.

Conforme pode ser observado na Figura 9, não houve diferença entre os grupos para a OC ($W_{(2)}=0,27$; $P=0,87$), no entanto foi possível observar que, independente do grupo, todos os indivíduos apresentaram valores significativamente maiores 24 semanas pós-intervenção, quando comparado à

avaliação pré ($P=0,002$) e 12 semanas pós-intervenção ($P=0,006$). Sendo assim, independentemente do tipo de treinamento, efeitos positivos na osteocalcina foram evidenciados após 12 e 24 semanas de intervenção ($W_{(2)}=10,95$; $P<0,01$).

Com 12 semanas de intervenção, os grupos CAM+RFS ($d=0,256$) e CAM ($d=0,162$) apresentaram efeitos pequenos e o grupo RFS ($d=0,078$) apresentou efeito trivial. Porém, com 24 semanas de intervenção, houve efeito moderado ($d=1,00$) para o grupo CAM+RFS e pequenos ($d=0,342$; $d=0,447$) para os grupos CAM e RFS, respectivamente.

Efeito trivial foi observado na concentração de OC nos grupos de CAM+RFS e CAM quando comparados ao grupo RFS, com um efeito $d=0,027$ e $d=0,079$ após 12 semanas de intervenção e efeito trivial para ambos os grupos experimentais (CAM+RFS: $d=0,065$; CAM: $d=0,136$) 24 semanas pós-intervenção.

Quanto às correlações entre as variáveis da DMO (CL, CF e FT) *versus* OC, o teste de *Spearman* apresentou correlações muito baixas, baixas e não significantes: DMO, CL e OC ($\rho=0,02$; $P=0,92$; IC95% [-0,35 a 0,39]); DMO, CF e OC ($\rho=0,08$; $P=0,67$; IC95% [-0,30 a 0,44]) e DMO, FT e OC ($\rho=0,14$; $P=0,45$; IC95% [-0,24 a 0,49]).

Na análise intragrupo, todos os grupos apresentaram diferença estatisticamente significativa para o EMG dos flexores ($W_{(2)}=27,09$; $P<0,01$) e extensores do joelho ($W_{(2)}=57,32$; $P<0,01$); e força dos flexores ($W_{(2)}=75,37$; $P<0,01$) e extensores do joelho ($W_{(2)}=79,87$; $P<0,01$) com relação ao tempo (pré, 12 e 24 semanas). A ativação muscular (EMG) dos extensores aumentou em todos os momentos, no entanto a ativação dos flexores aumentou na avaliação final comparada a inicial. Em nenhuma variável houve efeito dos grupos: EMG dos flexores ($P=0,62$); EMG dos extensores do joelho ($P=0,28$); força dos flexores ($P=0,78$) e extensores do joelho ($P=0,99$) (Tabela 7).

A análise de interação grupo*avaliação foi significativa para o EMG dos flexores do joelho ($W_{(4)}=14,21$; $P=0,01$), no qual o grupo CAM+RFS apresentou valores superiores com 24 semanas de intervenção ($P<0,01$) comparado a inicial. Para o EMG dos extensores do joelho ($W_{(4)}=19,10$; $P=0,01$), a interação grupo*avaliação mostrou-se significativa no grupo CAM+RFS, no qual valores da ativação muscular foram superiores na avaliação intermediária e final ($P<0,01$) em relação ao inicial. E no grupo RFS, houve aumento significativo da avaliação

final para intermediária ($P < 0,01$), para a inicial ($P < 0,01$) e para a avaliação inicial do CAM+RFS ($P = 0,002$). A força dos flexores ($W_{(4)} = 9,67$; $P = 0,04$) mostrou-se significativa, evidenciando que todos os grupos melhoraram entre a avaliação inicial e final ($P < 0,01$), onde o grupo CAM e grupo RFS evoluíram entre a avaliação intermediária e final ($P < 0,01$), e o grupo CAM+RFS ($P < 0,01$) evoluiu entre a avaliação inicial e intermediária ($P < 0,01$).

A respeito da interação grupo*avaliação, pode-se observar que a força de flexores de joelho, no grupo CAM+RFS, não se alterou, e entre os grupos CAM e RFS, a força final do CAM é maior que a inicial do RFS ($P < 0,05$).

A ativação muscular (EMG) dos flexores, após 12 e 24 semanas de intervenção, apresentou efeito moderado, tanto no grupo CAM+RFS ($TE = 0,602$; e $TE = 0,602$), quanto no grupo CAM ($TE = 0,599$ e $TE = 0,599$), respectivamente, comparado ao grupo RFS (controle).

Para o EMG dos extensores, o grupo CAM+RFS obteve efeito pequeno ($TE = 0,211$) com 12 semanas e moderado ($TE = 1,055$) com 24 semanas, comparado ao controle (RFS), enquanto que o grupo CAM, obteve efeito trivial, tanto com 12 ($TE = 0,154$) quanto com 24 semanas ($TE = 0,000$), respectivamente, também comparado ao grupo RFS.

Quanto a força muscular, no movimento de flexão, o grupo CAM+RFS apresentou um efeito trivial com 12 ($TE = -0,029$) e 24 semanas ($TE = 0,169$); enquanto que o grupo CAM apresentou um efeito trivial ($TE = 0,072$) e moderado ($TE = 0,920$), para 12 e 24 semanas, respectivamente, sempre comparado ao grupo RFS (controle). Já, para o movimento de extensão, o grupo CAM+RFS apresentou um efeito trivial ($TE = 0,116$) e pequeno ($TE = 0,251$), enquanto que o grupo CAM apresentou um efeito trivial, após 12 ($TE = 0,040$) e 24 ($TE = 0,160$) semanas de intervenção, respectivamente.

Entre força e ativação muscular dos flexores e extensores do joelho, as correlações foram baixas e não significantes ($P > 0,05$) na avaliação pré ($\rho = -0,28$; $P = 0,13$ e $\rho = 0,02$; $P = 0,92$; respectivamente), 12 ($\rho = 0,07$; $P = 0,69$ e $\rho = 0,01$; $P = 0,95$; respectivamente) e 24 semanas ($\rho = 0,01$; $P = 0,95$ e $\rho = 0,07$; $P = 0,72$; respectivamente).

Tabela 7. Valores de média, erro padrão (EP) e de significância (P) do nível de ativação muscular normalizado e força muscular dos flexores e extensores do joelho ao longo de 24 semanas de intervenção

Variáveis	Grupo CAM + RFS Média (EP)			Grupo CAM Média (EP)			Grupo RFS Média (EP)			Valor-P		
	Inicial	Inter	Final	Inicial	Inter	Final	Inicial	Inter	Final	G	T	GxT
EMG_FJ	0,49 (0,02)	0,53 (0,02)	0,55 (0,01)*	0,50 (0,02)	0,54 (0,01)	0,56 (0,01)	0,51 (0,02)	0,51 (0,02)	0,53 (0,02)	0,62	<0,01	<0,01
EMG_EJ	0,46 (0,02)	0,49 (0,03)*	0,55 (0,02)*	0,52 (0,03)	0,55 (0,03)	0,56 (0,03)	0,52 (0,01)	0,54 (0,01)	0,56 (0,01)*#†	0,28	<0,01	<0,01
For_FJ	128,7 (11,57)	137,3 (11,67)*	161,4 (11,72)*#	122,5 (10,53)	134,6 (13,99)*	180,2 (12,43)*#††	121,4 (10,40)	131,0 (11,57)*	148,1 (13,06)*#	0,78	<0,01	0,04
For_EJ	229,7 (15,05)	249,8 (18,33)	290,1 (19,02)	233,6 (20,40)	249,4 (22,09)	289,5 (26,77)	239,8 (19,77)	253,0 (22,66)	285,4 (21,53)	0,99	<0,01	0,83

Legenda: EMG_FJ = ativação dos flexores do joelho (semitendíneo+bíceps femoral); EMG_EJ = ativação dos extensores do joelho (vasto medial+vasto lateral); For_FJ = Força dos Flexores do Joelho (kgf); For_EJ = Força dos Extensores de Joelho (kgf), G = Grupo; T = Tempo; GxT: interação Grupo*Tempo.

Nota: (*) diferente da avaliação inicial intragrupo; (#) diferente da avaliação intermediária intragrupo; † diferente da avaliação inicial do grupo CAM+RFS; †† diferente da avaliação inicial do grupo RFS; (P < 0,05).

A tabela 8 representa a análise EEG dos testes funcionais. Todas as variáveis apresentaram efeito significativo do tempo TUGT ($W_{(2)}=140,10$; $P<0,01$); SL ($W_{(2)}=269,99$; $P<0,01$); independentemente dos grupos, mostrando diminuição do tempo para o TUGT e aumento das repetições para SL. Não houve efeito dos grupos ($P= 0,662$; $P= 0,410$) e nem da interação ($P= 0,545$; $P=0,176$) para TUGT e SL, respectivamente.

Para a variável TUGT, após três e seis meses de intervenção o grupo CAM+RFS apresentou $TE=-0,247$ (pequeno) e $TE=-0,539$ (pequeno). O grupo CAM apresentou $TE= -0,114$ (trivial) e $TE= - 0,284$ (pequeno).

Em relação a variável SL, o grupo CAM+RFS apresentou um efeito de magnitude pequena ($TE=0,36$) com 3 meses de intervenção e, moderada ($TE=0,761$) com 6 meses e probabilidade de superioridade de 58,4% e 68,97%, respectivamente. O grupo CAM apresentou efeito trivial ($TE=0,17$) e moderado ($TE=1,18$), com 3 e 6 meses, com probabilidade de superioridade 52,82% e 78,17%, respectivamente, com relação ao grupo RFS.

Tabela 8. Valores de média, erro padrão (EP) e de significância (P) do desempenho dos grupos nos testes funcionais ao longo das 24 semanas de intervenção.

Testes	Grupo CAM + RFS			Grupo CAM			Grupo RFS			Valores de P		
	Média (EP)			Média (EP)			Média (EP)			G	T	GxT
	Inicial	Inter	Final	Inicial	Inter	Final	Inicial	Inter	Final			
TUGT	8,52 (0,25)	7,91 (0,31)	6,97 (0,33)	8,58 (0,38)	8,07 (0,32)	7,21 (0,25)	8,58 (0,29)	8,19 (0,19)	7,51 (0,17)	0,66	<0,01	0,55
SL	10,30 (0,40)	12,20 (0,75)	14,50 (0,47)	9,56 (0,39)	11,22 (0,44)	14,22 (0,40)	10,09 (0,35)	11,55 (0,54)	13,36 (0,58)	0,41	<0,01	0,18

Legenda: TUGT – Timed Up and Go Teste (s); SL – Teste de Sentar e Levantar (repetições).

A tabela 9 representa a análise do EEG para as variáveis no teste de equilíbrio estático. O teste bipodal independentemente do tipo de deslocamento (DT, AP ou ML) não apresentou diferença estatística. Na avaliação unipodal do membro dominante, foi observado que o deslocamento total (MD_DT) apresentou valores inferiores entre os momentos inicial e intermediário e intermediário para final, independentemente do grupo ($W_{(2)}=18,80$; $P<0,01$). O deslocamento AP, independentemente do tempo apresentou diferença nos grupos CAM+RFS e RFS, no qual, o grupo CAM+RFS no geral obteve menores valores de deslocamento ($W_{(2)}=7,12$; $P=0,03$), porém não apresentou interação. Por fim, o deslocamento ML apresentou valores inferiores entre os momentos inicial e intermediário e intermediário para final, independentemente do grupo ($W_{(2)}=32,28$; $P<0,01$), apresentando interação entre Grupo*Tempo ($W_{(4)}=11,25$; $P=0,02$), evidenciando diferença estatística no Grupo RFS da avaliação final para intermediária ($P=0,04$) e para a inicial ($P=0,02$).

Efeito pequeno foi observado no deslocamento ML para o membro dominante nos grupos de CAM+RFS e CAM quando comparados ao grupo RFS, com um efeito $d=0,535$ e $d=0,386$ após 12 semanas de intervenção e efeito moderado para ambos os grupos experimentais (CAM+RFS: $d=0,837$; CAM: $d=0,697$) 24 semanas pós-intervenção.

Quanto à avaliação do membro não-dominante, foi possível observar que independentemente dos grupos, houve uma redução no deslocamento total (DT) da avaliação intermediária e final em relação à avaliação inicial ($W_{(2)}=10,33$; $P<0,01$), houve interação Grupo*Tempo, porém o efeito a posteriori não foi detectável. Com relação ao deslocamento AP, foi acusada significância na interação, no entanto, o post hoc Bonferroni não indicou diferença estatística entre grupo e tempo ($P=1,00$). Por fim, na análise do deslocamento ML foi evidenciado que em todos os grupos, os valores reduziram entre a avaliação inicial e final ($W_{(2)}=7,01$; $P=0,03$), mas não houve interação.

Tabela 9. Valores de média, erro padrão (EP) e de significância (*P*) nos testes de equilíbrio estático realizados em apoio bipodal e unipodal com membro dominante e não-dominante ao longo das 24 semanas de intervenção.

Testes	Grupo CAM + RFS			Grupo CAM			Grupo RFS			Valores de <i>P</i>		
	Média (EP)			Média (EP)			Média (EP)			G	T	GxT
	Inicial	Inter	Final	Inicial	Inter	Final	Inicial	Inter	Final			
Bip_DT	0,71(0,15)	0,59(0,11)	0,54(0,09)	0,62(0,06)	0,74(0,08)	0,68(0,09)	0,84(0,11)	0,96(0,13)	0,82(0,12)	0,09	0,45	0,69
Bip_AP	0,57(0,15)	0,44(0,10)	0,37(0,06)	0,45(0,02)	0,50(0,06)	0,45(0,06)	0,62(0,10)	0,67(0,11)	0,60(0,11)	0,10	0,24	0,60
Bip_ML	0,27(0,04)	0,26(0,05)	0,28(0,06)	0,33(0,06)	0,46(0,07)	0,37(0,05)	0,40(0,07)	0,48(0,09)	0,39(0,06)	0,09	0,21	0,29
MD_DT	1,44(0,31)	1,31(0,24)	1,18(0,20)	1,65(0,24)	1,43(0,14)	1,22(0,13)	2,67(0,39)	2,15(0,36)	1,56(0,34)	0,09	<0,01	0,52
MD_AP	0,88(0,16)	0,66(0,10)	0,66(0,08)	1,05(0,19)	0,98(0,11)	0,84(0,11)	1,27(0,21)	1,27(0,21)	1,05(0,24)	0,03	0,18	0,60
MD_ML	0,94(0,27)	0,97(0,23)	0,81(0,19)	1,06(0,14)	0,88(0,09)	0,70(0,08)	2,02(0,41)	1,43(0,29)*	0,92(0,21)*#	0,10	<0,01	0,02
MND_DT	2,52(0,41)	1,94(0,36)	2,03(0,42)	2,64(0,73)	2,46(0,78)	2,26(0,85)	3,17(0,61)	2,08(0,30)	1,61(0,19)	0,93	0,01	0,05
MND_AP	1,39(0,40)	0,99(0,20)	1,22(0,34)	1,39(0,25)	1,37(0,29)	1,36(0,39)	1,99(0,60)	1,01(0,11)	0,91(0,08)	0,86	0,05	0,03
MND_ML	1,78(0,34)	1,38(0,26)	1,25(0,31)	2,36(0,73)	1,82(0,75)	1,60(0,78)	1,94(0,39)	1,62(0,29)	1,13(0,21)	0,82	0,03	0,80

Legenda: Bip = Apoio bipodal; DT = Deslocamento Total (cm); AP = Deslocamento Ântero-Posterior (cm); ML = Deslocamento Médio-Lateral (cm); MD = Membro Dominante; MND = Membro Não-Dominante. * diferente da avaliação inicial; # diferente da avaliação intermediária.

A tabela 10 representa a análise dos dados no teste de equilíbrio dinâmico. Assim como no teste de equilíbrio estático, a variação bipodal não demonstrou diferença significativa entre grupo, tempo, e apresentou interação para o DT e ML, porém o efeito a posteriori não foi detectável. Quanto à avaliação do membro dominante, foi possível identificar que o DT apresentou menores valores na avaliação final em relação a inicial ($P=0,03$), independentemente do grupo ($W_{(2)}=8,58$; $P=0,01$) e não houve interação. Com relação ao deslocamento AP, foi acusada significância no tempo, no entanto, o post hoc Bonferroni não indicou diferença estatística ($P=0,06$) e não houve interação. O deslocamento ML do Grupo CAM+RFS mostrou-se menor que o Grupo RFS ($P=0,04$), independentemente do tempo ($W_{(2)}=7,04$; $P=0,03$) e não apresentou interação.

Efeito pequeno e trivial foi observado no deslocamento ML para o membro dominante nos grupos de CAM+RFS e CAM quando comparados ao grupo RFS, com um efeito $d=0,349$ e $d=0,166$ após 12 semanas de intervenção e efeito moderado e pequeno para ambos os grupos CAM+RFS ($d=1,076$) e CAM ($d=0,32$) 24 semanas pós-intervenção.

A avaliação do equilíbrio dinâmico no membro não dominante, para o DT mostrou significante para o efeito do tempo, no qual ao longo do tempo todos os grupos reduziram o deslocamento da avaliação final ($P=0,02$) e intermediária ($P=0,04$) para inicial ($W_{(2)}=8,11$; $P=0,02$) e não houve interação. Foi possível observar efeito principal do grupo no deslocamento AP, no qual independentemente do tempo o Grupo CAM+RFS ($P=0,01$) apresentou, no geral, menores valores em relação ao Grupo RFS ($W_{(2)}=9,73$; $P=0,01$) e não houve interação. Por fim, com relação ao deslocamento ML, foi acusada significância na interação ($W_{(4)}=17,65$; $P=0,01$), no entanto, o post hoc Bonferroni não indicou diferença estatística ($P>0,05$).

Com relação ao deslocamento AP, no membro não dominante, observou-se efeito pequeno ($d=0,504$) para o grupo CAM+RFS e trivial ($d=0,054$) para o CAM após 12 sem de intervenção e, com 24 sem foi observado um efeito de magnitude pequena ($d=0,405$) e trivial ($d=0,17$) para os grupos CAM+RFS e CAM, respectivamente.

Tabela 10. Valores de média, erro padrão (EP) e de significância (P) nos testes de equilíbrio dinâmico realizados em apoio bipodal e unipodal com membro dominante e não-dominante ao longo das 24 semanas de intervenção.

Testes	Grupo CAM + RFS			Grupo CAM			Grupo RFS			Valores de P		
	Média (EP)			Média (EP)			Média (EP)			G	T	GxT
	Inicial	Inter	Final	Inicial	Inter	Final	Inicial	Inter	Final			
Bip_DT	1,29(0,19)	1,13(0,13)	1,12(0,14)	1,23(0,08)	1,55(0,17)	1,64(0,31)	1,46(0,13)	1,53(0,16)	1,43(0,16)	0,20	0,60	0,09
Bip_AP	0,86(0,13)	0,85(0,16)	0,78(0,15)	0,80(0,09)	1,12(0,16)	1,30(0,30)	1,15(0,12)	1,15(0,16)	1,06(0,19)	0,22	0,35	0,30
Bip_ML	0,80(0,15)	0,54(0,04)	0,60(0,05)	0,74(0,10)	0,86(0,13)	0,80(0,08)	0,70(0,09)	0,75(0,09)	0,72(0,09)	0,32	0,64	0,05
MD_DT	1,46(0,22)	1,49(0,17)	1,50(0,12)	2,42(0,55)	1,74(0,18)	1,42(0,15)	2,45(0,26)	2,11(0,29)	1,79(0,23)	0,05	0,01	0,21
MD_AP	1,08(0,17)	1,13(0,16)	1,00(0,15)	1,89(0,48)	1,21(0,16)	0,97(0,11)	1,56(0,25)	1,43(0,23)	1,29(0,24)	0,25	0,03	0,35
MD_ML	0,81(0,16)	0,78(0,11)	0,94(0,12)	1,17(0,26)	1,04(0,16)	0,84(0,13)	1,55(0,23)	1,29(0,19)	0,97(0,13)	0,03	0,23	0,17
MND_DT	1,83(0,18)	1,63(0,19)	1,58(0,22)	2,48(0,71)	2,25(0,58)	1,83(0,48)	2,58(0,34)	2,35(0,20)	2,04(0,25)	0,05	0,02	0,70
MND_AP	1,01(0,16)	1,17(0,18)	0,88(0,16)	1,53(0,27)	1,24(0,13)	1,18(0,20)	2,07(0,39)	1,72(0,19)	1,53(0,17)	0,01	0,07	0,35
MND_ML	1,29(0,21)	0,90(0,17)	1,15(0,21)	1,59(0,74)	1,62(0,59)	1,18(0,46)	1,18(0,16)	1,31(0,20)	1,15(0,23)	0,74	0,35	0,01

Legenda: Bip = Apoio bipodal; DT = Deslocamento Total (cm); AP = Deslocamento Antero-Posterior (cm); ML = Deslocamento Médio-Lateral (cm); MD = Membro Dominante; MND = Membro Não-Dominante. * diferente da avaliação inicial; # diferente da avaliação intermediária.

A figura 10 representa o padrão de resposta na Escala de Afetividade aplicada a cada mês, após o incremento da restrição venosa. Nenhum sujeito relatou valores inferiores a zero (Afetividade neutra à muito ruim) em nenhum momento. Ao longo das 24 semanas o Grupo CAM+RFS apresentou média de afetividade de 4,45 (0,71), o Grupo CAM 4,28 (0,62) e Grupo RFS 4,04 (0,80). Durante a EEG, foi possível observar que o tempo foi o fator que apresentou efeito significativo ($W_{(5)}=49,03$; $P<0,01$), evidenciando que ao longo dos seis meses de intervenção, os valores médios de afetividade foram crescentes, independente dos grupos. Na análise de interação, foi possível observar que o grupo RFS apresentou valores significativamente maiores de afetividade no 6º mês quando comparado do 1º ao 4º mês ($P<0,001$). Não houve diferença entre os grupos.

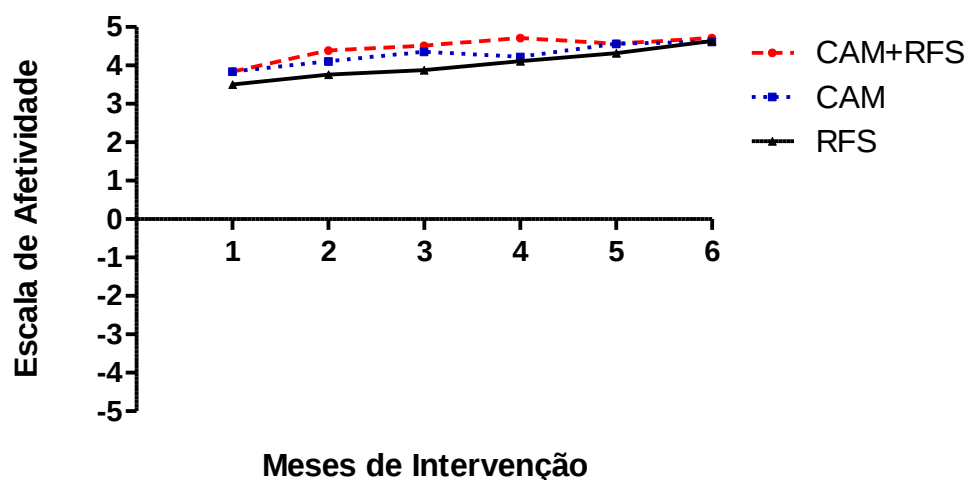


Figura 10. Representação gráfica ao longo dos meses de intervenção para as respostas na Escala de Afetividade dos três grupos experimentais.

As figuras 11 e 12 a seguir, representam a análise de correlação entre as variáveis da Escala de Afetividade e do Ponto de Restrição do Fluxo Sanguíneo (PRFS) para os grupos CAM+RFS e RFS. A análise estatística mostrou-se significativa apenas no 1º mês do grupo CAM+RFS, com correlação moderada e positiva, indicando que a medida que o PRFS aumentava, a Escala de Afetividade comportou-se diretamente proporcional. Vale ressaltar que, apesar de não haver diferenças significativas nas correlações, o grupo RFS apresentou para todos os meses, relações negativas, que indicam um comportamento inverso entre o PRFS e a afetividade ao protocolo.

CAM+RFS

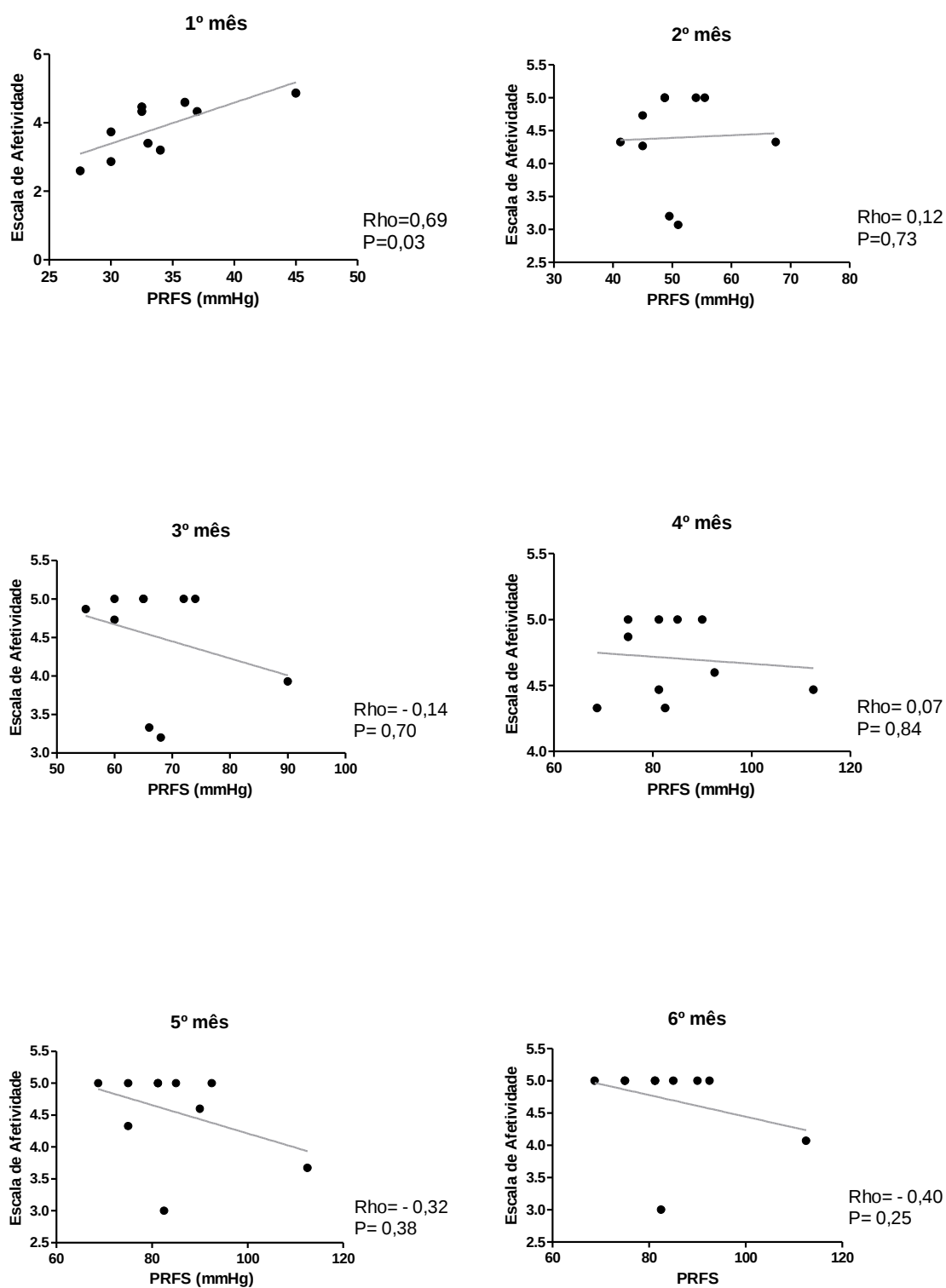


Figura 11. Correlação entre Escala de Afetividade e o Ponto de Restrição do Fluxo Sanguíneo (PRFS) ao longo dos seis meses de intervenção do grupo CAM + RFS.

RFS

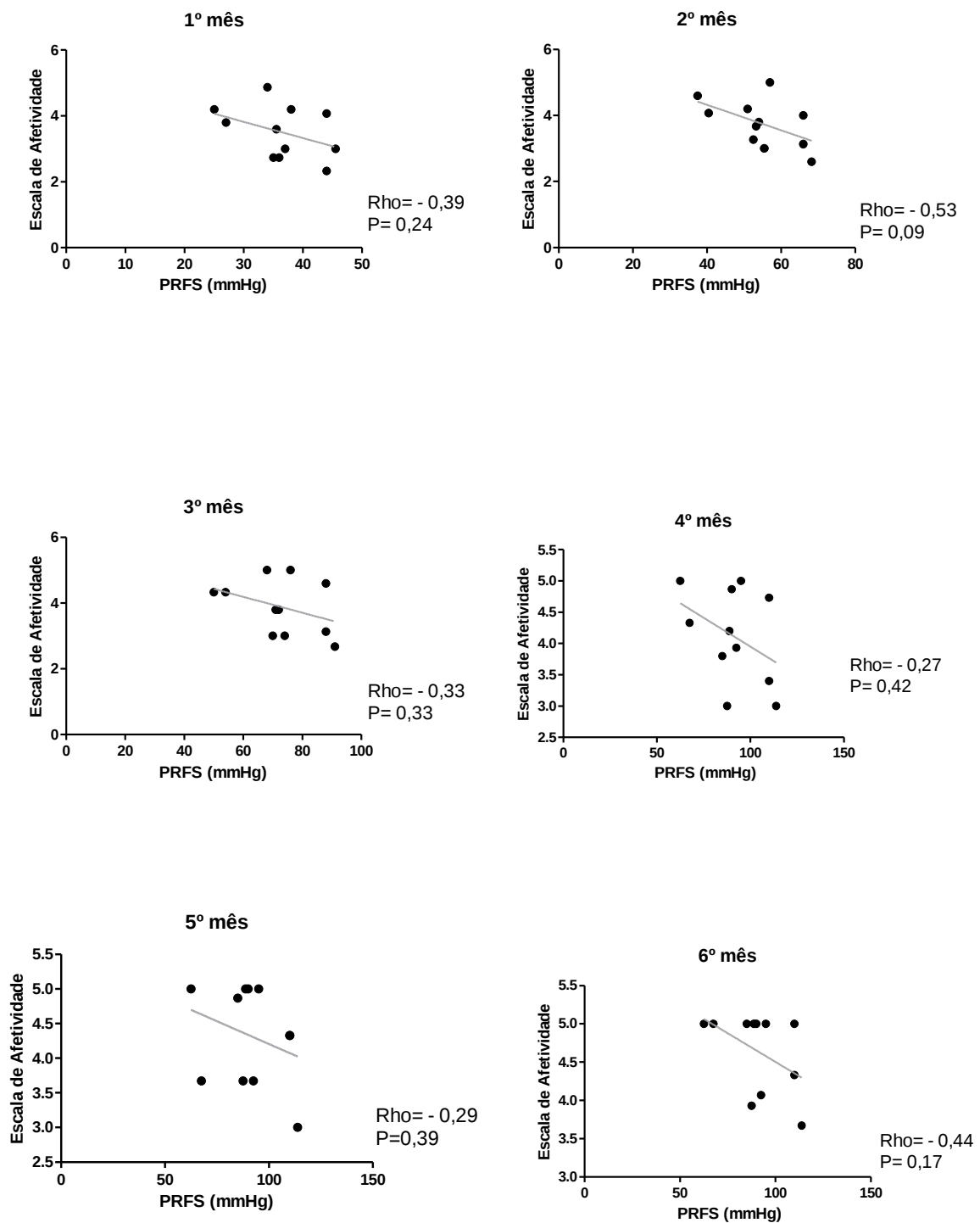


Figura 12. Correlação entre Escala de Afetividade e o Ponto de Restrição do Fluxo Sanguíneo (PRFS) ao longo dos seis meses de intervenção do grupo RFS.

CAPÍTULO V

DISCUSSÃO

De acordo com a literatura atual, esse foi o primeiro estudo que realizou o TA com a RFS em mulheres idosas, com osteopenia/osteoporose, durante 24 semanas. Os principais achados do presente estudo foram: 1) a manutenção da DMO da CL, CF e FT, em todos os grupos e 2) aumentou o nível na OC e foram evidenciados após 12 e se acentua com 24 semanas de intervenção, independente do protocolo de intervenção (CAM+RFS, CAM e RFS) apresentando um efeito moderado, com 24 semanas pós-intervenção, para o grupo CAM+RFS.

Para as variáveis densitométricas, apenas no estudo de Hatori *et al.* (1993), verificou-se aumento significativo na DMO de 1,1% da CL ($P < 0,05$) com 28 semanas de intervenção, com protocolo de caminhada de alta intensidade (110% FC máx.) em mulheres após a menopausa. No presente estudo, pode-se observar uma manutenção na DMO, no grupo CAM apesar de ter utilizado, praticamente, 50% da intensidade na caminhada (60%VO₂ máx.) comparada ao estudo de Hatori *et al.* (1993).

Além disso, deve-se ressaltar que a maioria dos estudos de caminhada em idosas (BROOKE-WAVELL *et al.* 1997; EBRAHIM *et al.* 1997; BROOKE-WAVELL *et al.* 2001; YAMAZAKI *et al.* 2004) fez, no mínimo, 48 semanas de intervenção, para observar alguma mudança detectável na DMO.

Martyn-St and Carroll (2008), em sua metanálise, observaram que houve efeito baixo, porém, significativo da caminhada, realizada diariamente, sobre a DMO do colo fêmur (0,014 g/cm²; IC95%: 0,000-0,028; $P = 0,05$), mas nenhum na coluna lombar, sugerindo que outras formas de exercício, que proporcionam maior carga, podem ser necessárias para preservar ou aumentar a DMO em mulheres após a menopausa.

No presente estudo, apesar de não haver ganho significativo, houve manutenção da massa óssea para CL, CF e FT em todos os grupos de intervenção, após 24 semanas. Pode-se destacar o fato de que, nos grupos CAM+RFS e RFS utilizou-se baixas cargas (40% VO₂ máx.) que mostra o mesmo resultado quando comparado ao grupo CAM que treinou com moderada intensidade (60% VO₂ máx.). A manutenção da DMO, no presente estudo,

possivelmente, se deve ao aumento da ativação da via de sinalização do Fator Transcricional Induzido por Hipóxia (HIF) e, simultaneamente, da ativação do Fator de Crescimento Endotelial Vascular (VEGF) que induz a angiogênese, consequentemente o suprimento de oxigênio e nutrientes para a osteogênese em função da RFS ser associada ou não ao exercício (MAHER *et al.* 2003; ARALDI; SCHIPANI, 2010).

Também, acredita-se que o aumento do fluido intersticial dentro do osso longo justaposto ao torniquete de oclusão, devido à elevação da pressão venosa com a isquemia local (FRITTON; WEINBAUM 2009), seja outro mecanismo que estimule formação óssea pela técnica de RFS.

Embora, nenhum estudo tenha verificado o efeito crônico do TA com RFS, sobre a saúde óssea, em idosos com osteoporose, apenas o estudo de Beekley *et al.* (2005), também utilizando caminhada com RFS verificou aumentos significantes de outro biomarcador de formação óssea (fosfatase alcalina específica para osso - FAO), no entanto, isso foi verificado em jovens saudáveis.

Bittar *et al.* (2018), numa revisão sistemática da RFS associada ao exercício, sobre a saúde óssea, encontraram 4 estudos (BEEKLEY *et al.* 2005; BEMBEM *et al.* 2007; KARABULUT *et al.* 2011; KIM *et al.* 2012), que analisaram a fosfatase alcalina específica para osso, como biomarcador de formação óssea, porém, no presente estudo, pelo baixo custo do exame e por ser um marcador mais específico para formação óssea, optou-se por utilizar a OC. A FAO é específica para a formação óssea, mas não elimina a reação cruzada com a isoforma hepática (15-20%), sendo mais específica e indicativa que a fosfatase alcalina total, porém menos específica que a osteocalcina (SEIBEL, 2005).

Para estudos clínicos aleatorizados, o ideal é que se analise o efeito da intervenção em relação ao controle e para satisfazer essa condição fizemos o tamanho de efeito dos grupos no qual a probabilidade de superioridade de um participante selecionado, aleatoriamente, do grupo de treinamento CAM+RFS e CAM ter um nível plasmático de osteocalcina maior do que um participante do grupo controle (RFS) foi de 50%, após 12 semanas de intervenção. Após 24 semanas de intervenção, o grupo CAM+RFS apresentou 50% de probabilidade de superioridade e o grupo CAM apresentou 52,82%.

Em comparação ao estudo de Beekley *et al.* (2005) que, com 3 semanas de intervenção em homens saudáveis de 21 a 28 anos, com treinamento aeróbio

obteve 61,14% de probabilidade de superioridade de um homem do grupo Kaatsu Training ter um nível plasmático de FAO maior do que um indivíduo do grupo controle. Apesar da magnitude do efeito ter sido maior em relação ao presente estudo deve-se levar em consideração a diferença de sexo e idade, já que, em mulheres após a menopausa, deve-se levar em consideração à uma reabsorção óssea acentuada devido à queda do hormônio estrogênio e uma baixa formação.

Outra possível justificativa para o presente estudo ter uma magnitude de efeito pequena, seria a pressão de restrição de fluxo sanguíneo utilizadas nos grupos de intervenção com RFS. Nos estudos de Beekley *et al.* (2005) e Karabulut *et al.* (2011) que tiveram um efeito moderado, foi utilizada uma média de 170 mmHg de pressão, enquanto que, no presente estudo, utilizou-se uma média de 110 mmHg, pois o incremento na pressão era feito mensalmente, tendo iniciado com uma média muito baixa (50mmHg). Isso pode ser justificado pelo fato de se ter optado por trabalhar numa margem de segurança para a população de idosas sem nenhum risco à saúde das mesmas (LOENNEKE *et al.*, 2014), no entanto para se ter uma maior resposta sobre a DMO, talvez, uma pressão um pouco mais elevada, sem causar desconforto, tivesse surgido maiores efeitos.

De acordo com a literatura atual, esse foi o primeiro estudo a verificar o efeito crônico da ativação e da força muscular em idosas após caminhada com RFS, no qual, os principais achados foram: a) aumento significativo da ativação e da força muscular, em todos os momentos, independentemente da intervenção realizada; b) interação Grupo X Avaliação para no EMG dos flexores ($P=0,01$) e extensores do joelho ($P=0,01$), além da força de flexão do joelho ($P=0,04$), porém; c) as correlações entre força X EMG foram baixas e não significantes, em todos os momentos (pré, 12 e 24 semanas).

Com relação à ativação muscular dos extensores do joelho, após 24 semanas de intervenção, no presente estudo foi observado um efeito moderado, no grupo CAM+RFS e trivial para o grupo CAM. No estudo Sousa *et al.* (2017) realizado com jovens saudáveis, após 6 semanas de treino, tanto o grupo que treinou força + RFS (30% de 1RM) o grupo de treinamento de força de alta intensidade (80% de 1RM) obtiveram um efeito pequeno quando comparado com o grupo controle (treino de força a 30% 1RM, sem RFS).

O presente estudo apesar de ter sido com idosas submetidas ao treino aeróbio, a magnitude de efeito foi superior ao estudo de Sousa *et al.* (2017). Provavelmente, isto se deva ao tempo de duração do protocolo (24 semanas), pois, segundo Kubo *et al.* (2008) e Frontera *et al.* (1988), quando a pesquisa envolve idosos, o primordial é realizar um estudo acima de 12 semanas. Os achados desta investigação apontam que há uma chance de 76% de que uma pessoa escolhida, aleatoriamente, do grupo de CAM+RFS tenha uma maior ativação dos extensores do joelho do que uma pessoa escolhida, aleatoriamente, do grupo controle (probabilidade de superioridade).

Exercícios com baixa carga associados à RFS têm aumentado a ativação muscular (TAKARADA *et al.*, 2000; YASUDA *et al.*, 2014). Fisiologicamente, à redução no aporte de oxigênio e acúmulo de metabólitos pela própria técnica de RFS com os manguitos pressionados na porção proximal das coxas, leva ao aumento significativo do recrutamento de fibras de contração rápida (tipo II) para manutenção e preservação da força (MORITANI *et al.* 1992; YASUDA *et al.*, 2009; YASUDA *et al.*, 2010).

Quanto aos efeitos pequeno e trivial para a força dos extensores do joelho, observados nos grupos CAM+RFS e CAM, respectivamente, 24 semanas pós-intervenção, os achados desta investigação apontam que há uma chance de 56% e 53% de que uma pessoa escolhida aleatoriamente do grupo de CAM+RFS e do grupo CAM tenha uma maior força dos extensores do joelho do que uma pessoa escolhida aleatoriamente do grupo controle (probabilidade de superioridade). Sendo que os estudos de CAM e RFS de Abe *et al.* (2010); Ozaki *et al.* (2011a; 2011b) apresentaram TE superior ao encontrado no presente estudo, como: 0,616; 1,086 e 1,618, respectivamente.

E para F.Flex., o tamanho do efeito encontrado indica que há uma chance de 53% de que uma pessoa escolhida aleatoriamente do grupo de CAM+RFS e 74% do grupo CAM tenha uma maior força dos flexores do joelho do que uma pessoa escolhida aleatoriamente do grupo controle (probabilidade de superioridade). Logo a intervenção de moderado VO2 máx. teve magnitude superior à de baixa intensidade e RFS, provavelmente devido a baixa pressão de RFS. Segundo Abe *et al.* (2010); Ozaki *et al.* (2011a; 2011b) apresentaram TE: 0,760; 1,550 e 3,228, respectivamente para os grupos de caminhada

associada à técnica de RFS (baixa intensidade- 45% da frequência cardíaca de reserva- FCR).

No presente estudo, o aumento de intensidade de treino pelo VO_2 máx. foi realizado a cada 8 semanas para garantir um estímulo para força muscular, já nos estudos de Abe *et al.* (2010); Ozaki *et al.* (2011a; 2011b) permaneciam com a velocidade de caminhada constante durante todo período de intervenção. O presente estudo teve uma média de velocidade de treino na esteira de 4,4 km/h o que corrobora o estudo de Slys, Stultz e Burr (2016), no qual relata que, para incremento da força, o ideal para o treinamento aeróbio associado à RFS deve ser adotado uma velocidade superior à 4,2 km/h para incremento da força.

O presente estudo houve correlação entre a força e ativação dos flexores e extensores do joelho, porém não foi significativo. Com o envelhecimento, a ativação neural de músculos agonistas pode estar prejudicada, com isso a diminuição da co-ativação dos antagonistas e, também, a ativação dos sinergistas pode ser maior em idosos e ser a base do aumento da força muscular. No entanto, a adaptação neural não é apenas a via para induzir o ganho de força nessa população (FRONTERA *et al.*, 1988; HAKKINEN *et al.*, 1998a; HAKKINEN *et al.*, 1998b; REEVES *et al.*, 2005).

Vale ressaltar também, que existem vários fatores intrínsecos e extrínsecos que afetam o sinal no eletromiograma (EMG), por exemplo, se a unidade motora recém- recrutada com o treinamento estiver localizada próxima ao eletrodo, será maior o sinal do EMG do que o aumento da força correspondente. Portanto, a relação não linear faz com que a amplitude do sinal EMG aumente mais que a força muscular (DE LUCA, 1997) o que justifica o ocorrido no presente estudo do aumento da ativação não linear em relação à força muscular.

Os principais mecanismos elucidativos do mecanismo de RFS para ativação muscular e ganho de força vem do princípio do aumento na ativação das vias de sinalização da rapamicina (mTOR) para síntese proteica e proteína quinase (MAPK) e aumento do hormônio de crescimento/GH (LOENNEKE *et al.*, 2010, POPE *et al.*, 2013). Outros possíveis fatores relacionados ao aumento de força são devido: 1) ao inchaço celular que ocorre de forma aguda; 2) ao aumento do recrutamento de fibras musculares tipo II; 3) ao acúmulo de metabólitos; 4) a diminuição da miostatina e; 5) a proliferação das células

satélites (ABE *et al.*, 2006; OZAKI *et al.*, 2011b). Porém no estudo de Ozaki *et al.* (2014), o aumento de GH circulante após treino agudo de caminhada em idosos, não houve correlação com o aumento da área de secção transversa e possível hipertrofia.

No presente estudo houve um efeito de magnitude pequena para a força muscular no grupo CAM + RFS e segundo Centner (2018), em uma metanálise, comparando estudos que utilizaram caminhada e exercício de baixa intensidade (4km/h ou 45% da FCR e 20-30% 1 RM) associada à RFS, com aqueles que, apenas realizavam treinos de baixa intensidade (4km/h) (sem RFS), em idosos, foram observadas grandes magnitudes ao analisar o TE. Portanto, a associação do exercício aeróbio com o resistido e RFS pode ter resultados melhores quando comparados apenas ao aeróbio.

No presente estudo, pode-se verificar um aumento significativo na força (26,25% CAM+RFS; 23,95% CAM; 19,02% RFS), mesmo o protocolo sendo exclusivamente aeróbio. Porém quando há a combinação do aeróbio e de força com ou sem RFS, os resultados são superiores. Brentano *et al.* (2008), em seu estudo utilizando 2-3 séries de exercícios de baixa intensidade (45-60% 1RM), em circuitos sem a técnica de RFS, já verificou aumento significativo da força de extensão do joelho após 24 semanas de intervenção, sem alteração na ativação do quadríceps, em mulheres pós- menopausa. Libardi *et al.* (2014), fez um protocolo de circuito com RFS em idosos (1 série de 30 e 2 de 15 repetições com 20-30% de 1RM), houve aumento significativo de 35,4% na força de 1RM.

Houve aumento significativo, também, na ativação (12,24% CAM+RFS; 7,69% CAM; 7,69% RFS) dos extensores do joelho entre as avaliações, em ambos os grupos intervenção (CAM+RFS e CAM) com ênfase maior na ativação muscular. Provavelmente, esse fenômeno se deve ao maior recrutamento das unidades motoras ocasionado pela RFS, associada ou não ao exercício. A RFS promove o aumento do estresse metabólico e a redução da disponibilidade de oxigênio que são importantes mediadores do aumento no recrutamento de unidades motoras de limiar mais elevado observadas na eletromiografia (SUGA *et al.*, 2012; YASUDA *et al.*, 2010).

Portanto, a técnica de RFS associada a uma intervenção de baixa carga, pode ser eficaz para minimizar as consequências da sarcopenia e dinapenia,

evitando à síndrome do imobilismo e possíveis quedas, melhorando, assim, a qualidade de vida dos idosos (HACKNEY *et al.*, 2018).

No presente estudo, a oscilação do esfigmomanômetro elevada no grupo CAM+RFS em relação ao grupo RFS que ficava em decúbito dorsal para fazer a técnica de RFS, ambos os grupos melhoraram a força entre as avaliações, mas entre os grupos nenhum teve um aumento significativo devido a pressão de treinamento utilizada (± 110 mmHg) ter sido bem menor do que nos estudos de Abe *et al.* (2010); Ozaki *et al.* (2011a; 2011b) e Pereira Neto *et al.* (2018).

Apesar do período de intervenção ter sido de 24 semanas no presente estudo, o estudo de Letieri *et al.* (2018) apenas com 16 semanas de treino resistido com RFS em idosas, foi mais eficaz pois utilizou uma pressão de restrição de fluxo sanguíneo mais alta (± 180 mmHg). Foi utilizada uma pressão de restrição inferior no presente estudo, como cautela para não proporcionar risco à saúde (LOENNEKE *et al.*, 2014) das idosas, já que eram aplicados 20 minutos de RFS, de forma contínua, em cada sessão.

Em relação ao desempenho funcional, houve uma diminuição no tempo de execução para o TUGT e aumento do número de repetições para o SL no efeito fixo tempo, independentemente do grupo. No presente estudo, foi utilizado o protocolo aeróbio propriamente dito, associado ou não à estratégia de RFS. Segundo Takeshima *et al.* (2007), um programa de exercícios completo para melhora da capacidade funcional em idosos deve conter exercícios aeróbios, de força e flexibilidade. No entanto, a caminhada foi suficiente para suprir as necessidades, para à variável desempenho funcional.

Deve-se levar em consideração que o presente estudo, também possui o efeito da RFS associado ao treinamento aeróbio, que devido o estresse metabólico ocasionado no sistema muscular desencadeia respostas de ativação para o crescimento na força, na massa muscular, no sistema cardiovascular e, conseqüentemente no aumento do desempenho físico e funcional, vistos nos testes específicos (ABE *et al.*, 2006 e 2007).

No presente estudo, com 12 e 24 sem após intervenção, obtivemos uma diminuição significativa no TUGT de 7,15% e 18,19% CAM+RFS; 5,94% e 15,96% CAM e, 4,54% e 12,47% RFS, respectivamente. Para o teste SL, houve aumento significativo de 18,44% e 40,77% CAM+RFS; 17,36% e 48,74% CAM e, 14,46% e 32,40% RFS, em relação à 12 e 24 sem, respectivamente. Contudo

no estudo de Abe *et al.* (2010b), em 6 sem de caminhadas com idosos, associada à RFS, 5dias/sem, com 180-220 mmHg de PRFS à 4km/h houve diminuição significativa no TUGT de 13% e aumento no SL de 14%, apesar de realizado em menor tempo e com maior pressão, corrobora com o presente estudo. Acredita-se que essa diferença significativa se deve à PRFS, utilizando a média de 110mmHg, durante 24 sem de intervenção. Portanto, a melhora no desempenho funcional para o presente estudo acentuou-se devido as 24 sem de intervenção.

A velocidade de caminhada na esteira foi em média 4,4km/h durante 24 sem, sendo outro aspecto relevante para que o desempenho funcional apresentando resultados satisfatórios. No estudo de Clarkson *et al.* (2010), em 6 sem de intervenção adicionada à RFS e com a intensidade da caminhada ditada pelo pesquisador, demonstra ter sido um estímulo importante para o ganho de 28% no SL e 12% no TUGT. Apesar de ambos estudos terem sido com a população idosa, as respostas fisiológicas frente as diferentes velocidades de caminhada alteraram os resultados funcionais em menor tempo.

A variável SL apresentou um efeito de magnitude moderada com 24 sem de intervenção e pequena com 12 sem para o grupo que realizou caminhada associada a RFS corroborando com o estudo de Ozaki *et al.* (2011) que observou um efeito pequeno ($TE=0,444$) com 10 sem de intervenção. Os achados desta investigação, apontam que há a probabilidade de 68,97% na escolha aleatória, de um sujeito do grupo de CAM+RFS, executar maiores números de repetições no teste SL, quando comparado com o grupo controle. Além disso, no presente estudo houve ganhos significativos de 18,44% com 12 sem, enquanto no de Ozaki *et al.* (2011) de 20,50%, com 10 sem de intervenção. Apesar da PRFS (média de 110mmHg) no presente estudo ter sido inferior ao de Ozaki *et al.* (2011) - média de 170mmHg, os efeitos foram similares para o desempenho funcional em ambos estudos. Estes achados suportam a ideia de que a caminhada com RFS é uma estratégia de exercício importante para a população idosa.

De acordo com os resultados do estudo, no equilíbrio estático, houve interação no deslocamento médio-lateral do membro dominante ($P=0,02$), evidenciando que o grupo RFS teve menor oscilação com 12 e 24 sem de intervenção comparado à avaliação inicial. No equilíbrio dinâmico, o

deslocamento médio-lateral do membro dominante apresentou menor desequilíbrio no grupo CAM+RFS comparado ao RFS ($P=0,04$), porém não houve interação e, no membro não dominante, houve efeito principal do grupo no deslocamento antero-posterior, CAM+RFS obteve menor oscilação que o RFS ($P=0,01$), não apresentando interação.

O envelhecimento traz alterações de equilíbrio, com ênfase no deslocamento médio-lateral (ML) que predispõe a um maior risco de quedas, no entanto, a maioria dos estudos resultam na melhora do deslocamento antero-posterior, talvez por não avaliarem o deslocamento ML (MELZER *et al.*, 2004; AYDOĞ *et al.*, 2006; HILLIARD *et al.*, 2008). No presente estudo, pode ser observado melhores efeitos no deslocamento médio-lateral nas idosas, tanto na plataforma estática quanto na dinâmica, sendo que o protocolo aeróbio associado ou não com a RFS é capaz de diminuir oscilações oriundas com a idade.

Deve-se levar em consideração, que este é o primeiro estudo que analisou a estratégia da RFS associada ao exercício na variável de equilíbrio, por meio da plataforma *Biodex Balance System* (BBS), já é sabido o aumento da força e desempenho funcional em idosas que utilizam exercício aeróbio (ABE *et al.*, 2010b) e resistido (PEREIRA *et al.*, 2019) com RFS. Acredita-se que há uma correlação positiva entre o aumento da força e a capacidade funcional, pode melhorar o equilíbrio na população idosa, mesmo sabendo que as alterações de equilíbrio envolvem outros sistemas que não apenas o músculo esquelético.

A população idosa é prejudicada nas atividades dinâmicas, como mudança de posição do corpo, o que exige mais controle postural e resposta rápida na iminência de levar a queda. Logo, salienta-se a importância de treinamentos que melhorem o equilíbrio dinâmico (HILLIARD *et al.*, 2008). Quando avaliado o equilíbrio na plataforma dinâmica, o presente estudo com 12 sem de caminhada e RFS apresentou diminuição significativa na oscilação ML do membro dominante em 3,7% CAM+RFS; 16,7% CAM e 11,1% RFS e, com 24 sem, o grupo RFS obteve 28,20% de redução no desequilíbrio e, para o não dominante, com apenas 12 sem houve a diminuição de 30,2% CAM+RFS, o que corrobora com o estudo de ANDRADE *et al.* (2016) que apresentou uma melhora na oscilação ML em 26,7%, que utilizou um protocolo de equilíbrio na piscina em idosos durante 12 sem, por meio do BBS. O presente estudo, mesmo não

havendo treinamento específico para o equilíbrio, foi capaz de possuir benefícios similares ao treinamento combinado as propriedades da água.

A percepção de prazer induzida pelo exercício e pela técnica de RFS, foi verificado por meio da escala de afetividade, no qual independentemente do grupo, o valor médio foi superior à 4 (bom) e crescente ao longo de 24 sem de intervenção. O grupo RFS apresentou valores significativamente maiores de afetividade no 6º mês, quando comparado do 1º ao 4º mês ($P < 0,001$). Houve correlação moderada e positiva no grupo CAM+RFS à 20% do PRFS e no grupo RFS apesar de não haver correlação significativa, havendo relação inversa no qual a medida que a PRFS aumentava, a afetividade diminuía.

A prática da atividade física na velhice e mudança do comportamento sedentário, varia de acordo com o prazer induzido pelo exercício, apoio social e percepções individuais, no qual podem influenciar a adesão ao exercício a longo prazo, gerando hábitos de vida saudáveis (MCAULEY *et al.*, 2003). Portanto, a intensidade do exercício físico influencia positiva ou negativamente à prática diária do exercício físico (KRINSKI *et al.*, 2008).

O treinamento resistido ou aeróbio com RFS (baixa carga) são alternativas aos tradicionais (alta carga), para ganho de força e hipertrofia devido aos estresses metabólicos, advindo com a isquemia (LIXANDRÃO *et al.*, 2018). Além disso, no estudo de Freitas (2016), foi verificado ausência de dor e desconforto no treino de força com RFS, comparados aos de alta carga.

No presente estudo, no grupo CAM+RFS durante o primeiro mês de intervenção obtiveram percepção prazerosa, na medida que aumentava a PRFS no grupo CAM+RFS, a escala de afetividade aumentava, diferentemente ocorreu no grupo RFS que houve uma relação inversa, corroborando o estudo de Lind *et al.* (2008), no qual os sujeitos escolhiam a intensidade da caminhada, o que gerou diminuição nos níveis de prazer, contrariando a hipótese do estudo.

Acredita-se que o grupo que caminhava com os manguitos afixados nas porções proximais das coxas tinham a sensação de pressão de restrição menor, devido o efeito da contração muscular associada a oscilação do esfigmomanômetro, do que o grupo que apenas utilizava a técnica de RFS em decúbito dorsal, sem realizar o exercício. Um ponto importante para o treinamento com RFS é a percepção de prazer naquele momento para evitar altas taxas de abandono e, no presente estudo, a intensidade da pressão não

influenciou negativamente a sensação de prazer. Portanto, uma percepção de prazer positiva pode ser primordial para a aderência de idosas num programa de exercícios (LIND, 2005).

A sensação de prazer advinda com o grupo RFS apresentou valores significativamente maiores de afetividade no 6º mês quando comparado do 1º ao 4º mês. Mesmo a média de afetividade no grupo RFS ter sido classificada como boa, as voluntárias sentiam o incremento da intensidade da PRFS no 1º mês com 20%, o 2º com 30%, o 3º com 40% e o 4º em diante com 50%, a percepção de prazer foi maior e se manteve estável com a adaptação à intensidade da pressão, a partir do 4º mês o que corrobora com Loenneke *et al.* (2016) que relatou pequenas diferenças entre a percepção subjetiva de esforço e desconforto com pressões de restrição de 40 à 90% durante o exercício, sendo um forte potencial para aderência dos participantes ao programa com RFS. O mesmo é afirmado por, Cerqueira e Vieira (2019), em seu estudo protocolo supõe que exercícios de carga e volumes baixos com RFS em pacientes com osteoartrite de joelho podem gerar menor dor e desconforto durante o treinamento, podendo aumentar a adesão e prazer desses indivíduos.

CAPÍTULO VI

5 CONCLUSÃO

Com base nos achados do presente estudo, pode-se inferir que:

- Os três protocolos (CAM+RFS, CAM e RFS) utilizados foram efetivos para a manutenção da DMO e aumento na OC com 24 sem de intervenção;
- Em idosas, a caminhada associada à RFS é uma estratégia de treinamento para manutenção e ganho da força e ativação muscular de membros inferiores;
- Os três protocolos (CAM+RFS, CAM e RFS) foram importantes para as idosas, com ganhos significativos no desempenho funcional, que se acentua após 24 sem de intervenção e maior ênfase na melhora no teste SL em relação ao TUGT;
- O protocolo aeróbico com RFS e a técnica de RFS sem exercícios, é capaz de diminuir oscilações no deslocamento médio-lateral, tanto na plataforma estática quanto na dinâmica;
- Todos os protocolos (CAM+RFS, CAM e RFS), tiveram a percepção prazerosa ao realizar o exercício ao longo do tempo, não prejudicando a adesão das idosas no programa, contudo o grupo RFS apresentou maiores sensações de prazer a partir de 16 sem de intervenção.

5.1 Implicações práticas

Para pessoas em que exercícios de alta intensidade sejam contraindicados, o treinamento aeróbico com baixa carga e baixa pressão de restrição de fluxo sanguíneo, pode ser utilizado como uma alternativa ao treinamento convencional em idosas com osteopenia/osteoporose e, possivelmente com alterações advindas da sarcopenia e dinapenia, diminuindo riscos de quedas, fraturas, internações hospitalares e, por fim reduzindo o número de mortes, ou seja, melhorando a qualidade na terceira idade.

Mesmo com baixa pressão de restrição de fluxo sanguíneo, foi suficiente para preservação da saúde óssea, melhora no desempenho neuromuscular e percepção de prazer induzida com a técnica de RFS, de modo a minimizar fatores deletérios ocasionados pelo uso de pressões de restrições altos, como

formações de trombos, redução da velocidade de condução nervosa, dor/desconforto que repercuti no abandono do programa de exercícios.

CAPÍTULO VII

REFERÊNCIAS

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.

ABE, T.; KUSUHARA, K.; FUJITA, T.; BRECHUE, W. F.; SATO, Y.; NAKAJIMA, T. Cardiovascular responses to low-intensity walking with restricted leg muscle blood flow. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. v. 39, n. 1, p. S428- S434, 2007.

ABE, T. *et al.* Effects of low-intensity cycle training with restricted leg blood flow on thigh muscle volume and VO₂max in young men. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 9, n. 3, p. 452-458, 2010.

ABE, T. *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. 33, n. 1, p. 34-40, 2010b.

ACSM. American College of Sports Medicine: position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 41, n. 3, p. 687–708, mar. 2009.

ACSM. American College of Sports Medicine Position Stand: physical activity and bone health. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 36, n. 11, p. 1985-1996, 2004.

ACSM. American College of Sports Medicine: **ACMS's guidelines for exercise testing and prescription**. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 2000.

ACSM. American College of Sports Medicine. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 43, n. 7, 1334-1359, 2011.

ANDRADE, T. M. *et al.* Impact of pool training on balance of elderly individuals. **Manual Therapy, Posturology & Rehabilitation Journal**, v. 14, n. 355, p. 1-6, 2016.

ARALDI, E.; SCHIPANI, E. Hypoxia, HIFs and bone development. **Bone**, v. 47, n. 2, p. 190–196, 2010.

ARAÚJO, J. P. et al. The effects of water aerobics in combination with blood flow restriction on strength and functional capacity in post-menopausal women. **Journal of the American Aging Association**, v.31, n. 110, p. 1-9, 2015.

AYDOĞ, E. et al. Evaluation of dynamic postural balance using the Biodex Stability System in rheumatoid arthritis patients. **Journal ILAR**. v. 25, n. 4, p. 462–467, 2006.

BANDEIRA, F; CARVALHO, E. F. Prevalência de osteoporose e fraturas vertebrais em mulheres na pós-menopausa atendidas em serviços de referência. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 10, n. 4, p. 86-98, 2007.

BECK, T. W. The importance of a priori sample size estimation in strength and conditioning research. **The Journal of Strength Condition Research**, v. 27, n. 8, p. 2323–2337, 2013.

BEEKLEY, M. D.; SATO, Y.; ABE, T. KAATSU-walk training increases serum bone-specific alkaline phosphatase in young men. **International Journal of KAATSU Training**, v. 1, n. 2, p. 77-81, 2005.

BEMBEN, D.A. et al. Effects of a single bout of low intensity KAATSU resistance training on markers of bone turnover in young men. **International Journal of KAATSU Training**, v. 3, n.3, p. 21-26, 2007.

BÉRARD, A. et al. Meta-analysis of the effectiveness of physical activity for the prevention and bone loss in postmenopausal women. **Osteoporosis International**, v. 7, n. 4, p. 331–7, 1997.

BERG, K. E.; LATIN, R. M. **Essentials of research methods in health, physical education, exercise and recreation**. 3 ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2008.

BIODEX MEDICAL SYSTEMS, INC. **Reference manual-Overview**. United States of America, p. 1-12, 2005.

BITTAR, S.T. et al. Effects of blood flow restriction exercises on bone metabolism: a systematic review. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 38, n. 2, p. 930–935, 2018.

BLOOMFIELD, S. A. Optimizing bone health: impact of nutrition, exercise, and hormones. **Sports Science Exchange**, v. 14, n. 3, p.1-6, 2001.

BLUMSOHN, A.; EASTELL, R. The performance and utility of biochemical markers of bone turnover: do we know enough to use them in clinical practice? **Annals of Clinical Biochemistry**, v. 34, pt. 5, p. 449-459, 1997.

BÖHME, M. T. S. Cineantropometria - componentes da constituição corporal. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v. 2., n. 1, p. 72-79, 2000.

BONAIUTI, D.; SHEA, B.; IOVINE, R.; NEGRINI, S.; WELCH, V.; KEMPER, H. H. C. G.; WELLS, G. A.; TUGWELL, P.; CRANNEY, A. Exercise for preventing and treating osteoporosis in postmenopausal women. **Cochrane Database Syst Rev**. v. 1, n. 3, p. 1-8, 2002.

BONEWALD, L. F.; JOHNSON, M. L. Osteocytes, mechanosensing and Wntsignaling. **Bone**, v. 42, n. 4, p. 606-615, 2008.

BORG G. A. V. & NOBLE B. J. **Perceived exertion**. Wilmore J. H., editor. Exercise and Sport Sciences Reviews, v.2. Academic Press, p.131-53, New York, 1974.

BRANCACCIO, P.; LIMONGELLI, F. M.; MAFFULLI, N. Creatine kinase monitoring insport medicine. **British Medical Bulletin**, v. 81- 82, p. 209–230, 2007.

BRENTANO, M.A. et al. Eletromiographic signal reliability analusis during maximum and submaximum knee isometric actions. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v. 7, n. 3, p. 308-312, 2006.

BRENTANO, M. A. et al. Physiological adaptations to strength and circuit training in postmenopausal women with bone loss. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 222, n. 6, p. 1816–1825, 2008.

BROOKE-WAVELL, K.; JONES, P. R. M, HARDMAN, A. E. Brisk walking reduces calcaneal bone loss in post-menopausal women. **Clinical Science**, v. 92, n. 1, p. 75-80, 1997 (Printed in Great Britain).

BROOKE-WAVELL, K. et al. Commencing, continuing, and stopping brisk walking: effects on bone mineral density, quantitative ultrasound of bone, and markers of bone metabolism in postmenopausal women. **Osteoporosis International**, v. 12, n. 7, p. 581-587, 2001.

BRUCE, R. A.; KUSUMI, F.; HOSMER D. Maximal oxygen intake and normographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular. **American Heart Journal**, v. 85, p. 546-562, 1976.

BURR, D. B. et al. Bone remodeling in response to in vivo fatigue microdamage. **Journal of Biomechanics**, v. 18, n. 3, p. 189-200, 1985.

BURR, D. B. et al. Bone microdamage and skeletal fragility in osteoporotic and stress fractures. **Journal of Bone and Mineral Research**, v. 12, n. 1, p. 6-15, 1997.

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, v. 1, p. 95-108, 2018.

CERQUEIRA, M. S.; VIEIRA, W. H. B. Effects of blood flow restriction exercise with very low load and low volume in patients with knee osteoarthritis: protocol for a randomized trial. **BMC Biomed Central**, v. 20, n. 135, p. 1-9, 2019.

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.

CREMERS, S.; GARNERO, P. Biochemical markers of bone turnover in the clinical development of drugs for osteoporosis and metastatic bone disease: potential uses and pitfalls. **Drugs**, v. 66, n. 16, p. 2031–2058, 2006.

CRUZ-JENTOFT, A. J.; BAHAT, G.; BAUER, J. et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. **Age Ageing**, v. 48, n. 1, p. 16-31, 2019.

DALLECK, L. C. et al. The accuracy of the American College of Sports Medicine metabolic equation for walking at altitude and higher-grade conditions. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 19, n. 1, p. 534-7, 2005.

DAYNES, R. A. et al. Altered regulation of IL-6 production with normal aging. Possible linkage to the age-associated decline in dehydroepiandrosterone and its sulfated derivative. **Journal of Immunology**, v. 150, n. 12, p. 5219-5230, 1993.

DE LUCA, C. I. The Use of Surface Electromyography in Biomechanics. **Journal of Applied Biomechanics**, v. 13, n. 2, p. 135-163, 1997.

DELMAS, P. D. et al. The use of biochemical markers of bone turnover in osteoporosis. **Osteoporosis International**, v. 11, Suppl6, p. S2-17, 2000.

DISHMAN, R. K.; BUCKWORTH, J. Increasing physical inactivity: a quantitative synthesis. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 28, n.6, p. 706-719, 1996.

DISHMAN, R. K.; FARQUHAR, R. P.; CURETON, K. J. Responses to preferred intensities of exertion in men differing in activity levels. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 26, n. 6, p. 783-790, 1994.

DOHERTY, T. J. Invited review: Aging and sarcopenia. **Journal Applied Physiology**, v. 95, n. 4, p. 1717–1727, 2003.

DUARTE, M.; FREITAS, S.M.S.F. Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 14, n. 3, p. 183-92, 2010.

DUNCAN, R. L.; TURNER, C. H. Mechanotransduction and the functional response of bone to mechanical strain. **Calcified Tissue International**, v. 57, n. 5, p. 344-358, 1995.

EBRAHIM, S. Randomized placebo-controlled trial of brisk walking in the prevention of postmenopausal osteoporosis. **Age Ageing**, v. 26, n. 1, p. 253-260, 1997.

EKKEKAKIS P. Pleasure and displeasure from the body: perspectives from exercise. **Cognition Emotion**, v. 17, n. 2, p. 213-239, 2003.

EKKEKAKIS, P.; HALL, E. E.; PETRUZZELLO, S. J. Practical markers of the transition from aerobic to anaerobic metabolism during exercise: rationale and a case for affect-based exercise prescription. **Preventive Medicine**, v. 38, n. 2, p. 149-159, 2004.

FARINA, D.; MERLETTI, R. Comparison of algorithms for estimation of EMG variables during voluntary isometric contractions. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 10, n. 5, p. 337-350, 2000.

FAUL, F.; ERDFELDER, E.; BUCHNER, A.; LANG, A. G. Statistical power analyses using G*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. **Behavior Research Methods**, v. 41, n. 4, p. 1149-1160, 2009.

FERRUCCI, L. et al. Serum IL-6 level and the development of disability in older persons. **Journal of American Geriatric Society**, v. 47, n. 6, p. 639-646, 1999.

FERRUCCI, L. et al. Change in muscle strength explains accelerated decline of physical function in older women with high interleukin-6 serum levels. **Journal of American Geriatric Society**, v. 50, n. 12, p. 1947-1954, 2002.

FOLDVARI, M. et al. Association of muscle power with functional status in community-dwelling elderly women. **The Journal of Gerontology**, v. 55, n. 4, p. M192-M199, 2000.

FRANKLIN, B. A.; WHALEY, M.H.; HOWLEY, E.T. **ACSM's guidelines for exercise testing and prescription**. 6th ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins; 2000, pp. 137-164.

FREITAS, E. D. S. **Demandas fisiológicas e respostas cardiometabólicas agudas do exercício de força com restrição de fluxo sanguíneo em diferentes níveis de pressão**. João Pessoa, 2016. f. 77. Dissertação (Mestrado em Educação Física). Departamento de Educação Física. Universidade de Pernambuco e Universidade Federal da Paraíba.

FRITTON, S.P.; WEINBAUM, S. Fluid and solute transport in bone: flow-induced mechanotransduction. **Annual Review of Fluid Mechanics**, v. 41, n. 1, p. 347-374, 2009.

FRONTERA, W. R. et al. Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function. **The Journal of Applied Physiology**, v. 64, n. 3, p. 1038-1044, 1988.

FRONTERA, W.R. et al. Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study. **Journal of Applied Physiology**, v. 88, n. 4, p. 1321-1326, 2000.

FUKADA, E.; YASUDA, I. On the piezoelectric effect of bone. **Journal of Physical Society Japan**, v. 12, n. 10, p. 1158-1162, 1957.

GAESSER, G. A.; POOLE, D. C. The slow component of oxygen uptake kinetics in humans. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 24, n. 1, p. 35-71, 1996.

GALI, J. C. Osteoporose. **Acta Ortopédica Brasileira**, v. 9, n. 2, p. 3-12, 2001.

GERALDES, A. et al. Efeitos de um programa de treinamento resistido com volume e intensidade moderados e velocidade elevada sobre o desempenho funcional de mulheres. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 15, n. 3, p. 53–60, 2007.

GERALDES, A. et al. Correlação entre flexibilidade das articulações glenoumerais e coxofemorais eo desempenho funcional de idosas fisicamente ativas. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 12, n. 4, p. 274-282, 2008.

GEUSENS, A. et al. Relations hip among history of falls, osteoporosis and fractures in postmenopausal women. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v.83, n. 5, p. 903-6, 2002.

GIOLLO JÚNIOR, L.; MARTIN, J. Índice tornozelo-braquial no diagnóstico da doença aterosclerótica carotídea. **Revista Brasileira de Hipertensão**, v. 17, n. 2, p. 117–118, 2010.

GOODPASTER, B. H. et al. The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. **The Journal of Gerontology**, v. 61, n. 10, p. 1059–1064, 2006.

GRACIA, C. R. et al. Defining menopause status: creation of a new definition to identify the early changes of the menopausal transition. **Menopause**, v. 12, n. 2, p. 128-135, 2005.

GULLBERG, B.; JOHNNELL, O.; KANIS, J. A. World-wide projections for hip fracture. **Osteoporosis International**, v. 7, n. 5, p. 407– 413, 1997.

HAARBO, J. et al. Validation of body composition by dual energy X-ray absorptiometry (DXA). **Clinical Physiology**, v. 11, n. 4, p. 331-341, 1991.

HACKNEY, K. J., et al. Blood flow-restricted exercise in space. **Extreme Physiology & Medicine**, v. 1, n. 1, p. 1-13, 2012.

HAKKINEN, K. et al. Changes in muscle morphology, electromyographic activity, and force production characteristics during progressive strength training in young and older men. **The Journals of Gerontology A Biological Science Medicine Sciences**, v. 53, n. 6, p. B415-B423, 1998a.

HAKKINEN, K. et al. Changes in agonist-antagonist EMG, muscle CSA, and force during strength training in middle-aged and older people. **The Journal of Applied Physiology**, v. 84, n. 4, p. 1341–1349, 1998b.

HARDY, C. J.; REJESKI, W. J. Not what, but how one feels: the measurements of affect during exercise. **Journal of Sport and Exercise Psychology**, v. 11, n. 3, p. 304-317, 1989.

HARRIDGE, S.D.R. Aging and local growth factors in muscle. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 13, n. 1, p. 34-39, 2003.

HATORI, M. et al. The effects of walking at the anaerobic threshold level on vertebral bone loss in postmenopausal women. **Calcified Tissue International**, v. 52, n. 6, p. 411-414, 1993.

HERMENS, H. J. et al. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 10, n. 5, p. 361-74, 2000.

HILLIARD, M. J. et al. Lateral balance factors predict future falls in community-living older adults. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 89, n. 9, p. 1708-1713, 2008.

HOPKINS, W. G. et al. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 41, n. 1, p. 3-13, 2009.

HORAK, F.B. et al. Influence of central set on human postural responses. **Journal of Neurophysiology**, v. 62, n. 4, p. 841-53, 1989.

HOWLEY, E. T.; BASSETT Jr., D. R.; WELCH. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 27, n. 9, p. 1292-2001, 1995.

HUGHES, V. A. et al. Longitudinal muscle strength changes in older adults: influence of muscle mass, physical activity, and health. **The Journal of Gerontology**, v. 56, n. 5, p. B209-B217, 2001.

IIDA, H. et al. Effects of walking with blood flow restriction on limb venous compliance in elderly subjects. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 31, n. 3, p. 472-476, (2011).

JANSSEN, I. et al. Skeletal muscle cutpoints associated with elevated physical disability risk in older men and women. **American Journal of Epidemiology**, v. 159, n. 4, p. 413-421, 2004.

JARVINEN, T. L. et al. Revival of bone strength: the bottom line. **Journal of Bone and Mineral Research**, v. 20, n. 5, p. 717-720, 2005.

KANG, K. S.; ROBLING, A. G. New insights into Wnt-Lrp5/6- β -catenin signaling in mechanotransduction. **Frontiers in Endocrinology**, v. 5, n. 246, p. 1-5, 2015.

KANIS, J. A. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis: synopsis of a WHO report. **WHO Group Osteoporosis International**, v. 4, p. 368-381, 1994.

KARABULUT, M. et al. The effects of different initial restrictive pressures used to reduce blood flow and thigh composition on tissue oxygenation of the quadriceps. **Journal of Sports Sciences**, v. 29, n. 9, p. 951–958, 2011.

KARABULUT, M. et al. Effects of high-intensity resistance training and low-intensity resistance training with vascular restriction on bone markers in older men. **European Journal of Applied Physiology**, v. 111, n. 8, p. 1659–1667, 2011.

KARVONEN, M.; KENTALA, K.; MUSTALA, O. The effects of training on heart rate: a longitudinal study. **Annales Medicinae Experimentalis et Biologiae Fenniae**, v. 35, n. 3, p. 307–315, 1957.

KELLY, P. J.; BRONK, J. T. Venous pressure and bone formation. **Microvascular Research**, v. 39, n. 3, p. 364–375, 1990.

KIM, S. et al. Effects of short term low intensity resistance training with blood flow restriction on bone markers and muscle cross-sectional area in young men. **International Journal of Exercise Science**, v. 5, n. 2, p. 136-147, 2012.

KRINSKI K, ELSANGEDY HM, BUZZACHERA CF, et al. Resposta Afetiva Entre Os Generos durante Caminhada Em Ritmo Auto-Selecionado na Esteira. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 13, n. 1, p. 37-43, 2008.

KUBO, K. Effects of 6 months of walking training on lower limb muscle and tendon in elderly. **Scandinavian Journal of Science & Medicine in Sports**, v. 18, n. 1, p.31–39, 2008.

KURZ, M. J.; STERGIOU, N. The aging human neuromuscular system expresses less certainty for selecting joint kinematics during gait. **Neuroscience Letters**, v. 348, n. 3, p. 155–158, 2003.

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.

LETIERI, R. V. **Efeito agudo do treino de força com oclusão vascular periférica no parâmetro sanguíneo relacionado ao dano muscular**. Coimbra, 2012. f. 51. Dissertação (Mestrado em Biocinética). Departamento Educação Física. Universidade de Coimbra.

LETIERI, R. V. et al. Effect of 16 weeks of resistance exercise and detraining comparing two methods of blood flow restriction in muscle strength of healthy older women: A randomized controlled trial. **Experimental Gerontology**, v. 114, n. 1, p. 78–86, 2018.

LIBARDI, C. A. et al. Effect of Concurrent Training with Blood Flow Restriction in the Elderly. **International Journal of Sports Medicine**, v. 36, n. 5, p. 395-9, 2014.

LIND, E. What intensity of physical activity do previously sedentary middle aged women select? Evidence of a coherent pattern from physiological, perceptual, and affective markers. **Preventive Medicine**, v. 40, n. 4, p. 407-419, 2005.

LIND, E.; EKKEKAKIS, P.; VAZOU, S. The Affective Impact of Exercise Intensity That Slightly Exceeds the Preferred Level: 'Pain' for No Additional 'Gain'. **Journal of Health Psychology**, v. 13, n. 4, p. 464-476, 2008.

LINNAMO, V. et al. Motor unit activation patterns during isometric, concentric and eccentric actions at different force levels. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 13, n. 1, p. 93-101, 2003.

LITTLE, R.J. et al. The prevention and treatment of missing data in clinical trials. **The New England Journal of Medicine**, v. 367, n. 14, p. 1355-60, 2012.

LIXANDRÃO, M. E. et al. Magnitude of Muscle Strength and Mass Adaptations Between High-Load Resistance Training Versus Low-Load Resistance Training Associated with Blood-Flow Restriction: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine**, v. 48, n. 2, p. 361-378, 2018.

LOENNEKE, J. P. et al. A Mechanistic Approach to Blood Flow Occlusion. **International Journal of Sports Medicine**, v. 31, n. 1, p. 1 – 4, 2010.

LOENNEKE, J. P. et al. The energy requirement of walking with restricted blood flow. **Sport Science**, v. 4, n. 2, p. 7-11, 2011.

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

LOENNEKE, J. P. et al. Are there perceptual differences to varying levels of blood flow restriction? **Physiology & Behavior**, v. 1, n. 157, p. 277–280, 2016.

MAGNUSSON, M. et al. The importance of somatosensory information from the feet in postural control in man. In: Brandt I, Paulus W, Bles W, Dieterich R, Krafeyzk S, Strambe A. **Disorders of Posture and Gait**. Stuttgart: Georg, v. 82, p.194-7, 1990.

MAHER, C. G.; SHERRINGTON, C.; HERBERT, R. D.; et al. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. **The Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 83, n. 9, p. 713-721, 2003.

MANSON, J. E. et al. Walking compared with vigorous exercise for the prevention of cardiovascular events I women. **The New England Journal of Medicine**, v. 347, n. 10, p. 716-725, 2002.

MARTIN, D.; NOTELOVITZ, M. Effects of aerobic training on bone mineral density of postmenopausal women. **Journal of Bone and Mineral Research**, v. 8, n. 8, p. 931–7, 1993.

MARTYN-ST, J. M; CARROLL, S. Meta-analysis of walking for preservation of bone mineral density in postmenopausal women. **Bone**, v. 43, n. 3, p. 521–531, 2008.

MCAULEY, E. et al. Predicating long-term maintenance of physical activity in older adults. **Preventive Medicine**, v. 37, n. 2, p. 110– 8, 2003.

MELZER, I.; BENJUYA, N.; KAPLANSKI, J. Postural stability in the elderly: a comparison between fallers and non-fallers. **Age and Ageing**. v. 33, n. 6, p. 602–607, 2004.

MEYER P.F. et al. The role of plantar cutaneous sensation in unperturbed stance. **Experimental Brain Research**, v. 156, n. 4, p. 505-12, 2004.

MILIER, P. D.; BARAN, D. T.; BILEZIKIAN, J. P. Practical clinical application of biochemical markers of bone turnover. **Journal of Clinical Densidometry**, v. 2, n. 3, p. 323-324, 1999.

MONTEIRO, C. A. et al. A descriptive epidemiology of leisure-time physical activity in Brazil, 1996-1997. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 14, n. 4, 246-254, 2003.

MORITANI, T. et al. Oxygen availability and motor unit activity in humans. **The European Journal of Applied Physiology**, v. 64, n. 6, p. 552–556, 1992.

MORRIS, S. B. Estimating Effect Sizes From Pretest-Posttest-Control Group Designs. **Organizational Research Methods**, v. 11, n. 2, p. 364-386, 2008.

MUNDY, G. R. **Bone remodeling**. In: primer on the metabolic bone diseases and disorders of mineral metabolism. Favus, M. J. (4 ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, p. 30–33, 1999.

NELSON, M.E. et al. A 1-y walking program and increased dietary calcium in postmenopausal women: effects on bone. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 53, n. 5, p. 1304-1311, 1991.

OZAKI, H. Effects of 10 weeks walk training with leg blood flow reduction on carotid arterial compliance and muscle size in the elderly adults. **Angiology**, v. 62, n. 1, p. 81-86, 2011a.

OZAKI, H. et al. Increases in Thigh Muscle Volume and Strength by Walk Training with Leg Blood Flow Reduction in Older Participants. **Journal of Gerontology: Biological Sciences**, v. 66, n. 3, p. 257–263, 2011b.

PALOMBARO, K.M. Effects of walking-only interventions on bone mineral density at various skeletal sites: a meta-analysis. **Journal of Geriatric Physical Therapy**, v. 28, n. 3, p. 102-107, 2005.

PEREIRA, P. M. G. et al. Low-load resistance training and blood flow restriction improves strength, muscle mass and functional performance in postmenopausal

- women: a controlled randomized trial. **International Journal of Physical Medicine & Rehabilitation**, v. 4, n. 2, p. 63–68, 2019.
- PEREIRA NETO, E. A. et al. Walking with blood flow restriction improves the dynamic strength of women with osteoporose. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 24, n. 2, p. 135-139, 2018.
- POPE, Z. K.; WILLARDSON, J. M.; SCHOENFELD, B. J. Exercise and blood flow restriction. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 27, n. 10, p. 2914-2926, 2013.
- PRICE, P. A. Vitamin K-dependent formation of bone Gla protein (osteocalcin) and its function. **Vitamins & Hormones**, v. 42, p. 65–108, 1985.
- REEVES, N. D.; MAGANARIS, C. N.; NARICI, M. V. Plasticity of dynamic muscle performance with strength training in elderly humans. **Muscle Nerve**, v. 31, n. 3, p. 355-364, 2005.
- RENZI, C. P.; TANAKA, H.; SUGAWARA, J. Effects of leg blood flow restriction during walking on cardiovascular function. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 42, n. 4, p. 726–732, 2010.
- RESNICK, H. E. et al. Relationship of high and low ankle brachial index to all-cause and cardiovascular disease mortality: the strong heart study. **Circulation**, v. 109, n. 6, p. 733–739, 2004.
- RIGGS, B. L.; TSAI, K. S.; MANN, K. G. Effect of acute increases in bone matrix degradation on circulating levels of bone-Gla protein. **Journal of Bone Mineral Research**, v. 1, n. 6, p. 539–542, 1986.
- RODRIGUES NETO, G. et al. Effects of high-intensity blood flow restriction exercise on muscle fatigue. **Journal of Human Kinetics**, vol. 41, p. 163-172, 2014.
- RUSCIO, J. A probability-based measure of effect size: robustness to base rates and other factors. **Psychological methods**, v. 13, n. 1, p. 19–30, 2008.
- RUSCIO, J.; MULLEN, T. Confidence Intervals for the Probability of Superiority Effect Size Measure and the Area Under a Receiver Operating Characteristic Curve. **Multivariate Behavioral Research**, v. 47, n. 2, p. 201–223, 2012.
- SANTOS, H. H. et al. Effects of isokinetic eccentric training on knee extensor and flexor torque and on gait of individuals with long term ACL reconstruction: A controlled clinical trial. **Motriz**, v. 20 n. 4, p. 431-441, 2014.
- SANTOS, H. H. et al. Efeito do treino isocinético excêntrico sobre a razão I/Q do torque e emgs em sujeitos saudáveis. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 20, n. 3, p. 227-232, 2014.
- SARAIVA G. L.; LAZARETTI-CASTRO, M. Marcadores bioquímicos da remodelação óssea na prática clínica. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 46, n. 1, p. 72-78, 2002.

- SATO, Y. History and recent progress of KAATSU resistance training (In Japanese). **Journal of Clinical Sports Medicine**, v. 21, n. 1, p. 209-213, 2004a.
- SATO, Y. The history and future of KAATSU training. **International Journal of KAATSU Training Research**, v. 1, n. 1, p. 1-5, 2005.
- SCHAAP, L. A. et al. Inflammatory markers and loss of muscle mass (sarcopenia) and strength. **American Journal of Medicine**, v. 119, n. 6, p. 526.e9-e17, 2006.
- SCHIPANI, E. et al. Regulation of osteogenesis-angiogenesis coupling by HIFs and VEGF. **Journal of Bone Mineral Research**, v. 24, n. 8, p. 1347–1353, 2009.
- SEIBEL, M. J. Biochemical markers of bone turnover part I: biochemistry and variability. **The Clinical Biochemist Reviews**, v. 26, v. 4, p. 97-122, 2005.
- SHEA, B. et al. Cochrane Review on exercise for preventing and treating osteoporosis in postmenopausal women. **Eura Medicophys**, v. 40, n. 3, p. 199–209, 2004.
- SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT, M.H. **Controle Motor**. Teoria e aplicações práticas. 2ªed. São Paulo; Manole, 2003, pp. 592.
- SILVERMAN, S.T. et al. Relationship of health related quality of life to prevalent and new or worsening back pain in postmenopausal women with osteoporosis. **The Journal of Rheumatology**, v. 32, n. 12, p. 2405-9, 2005.
- SLYSZ, J.; STULTZ, J.; BURR, J. F. The efficacy of blood flow restricted exercise: A systematic review & meta-analysis. **The Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 19. n. 8, p 669–675, 2016.
- SOUSA et al. Development and Validation of an Automated Step Ergometer. **Journal of Human Kinetics**, v. 43, p. 113-124, 2014.
- SOUSA, J. B. C. Effects of strength training with blood flow restriction on torque, muscle activation and local muscular endurance in healthy subjects. **Biology of Sport**, v. 34, n. 1, p. 83-90, 2017.
- SPEERS, R.A. et al. Contributions of altered sensation and feedback responses to changes in coordination postural control due to aging. **Gait and Posture**, v. 16, n. 1, p. 20-30, 2002.
- SUGA, T. et al. Effect of multiple set on intramuscular metabolic stress during low-intensity resistance exercise with blood flow restriction. **European Journal of Applied Physiology**, v. 112, n. 11, p. 3915–3920, 2012.
- TAKARADA, Y. et al. Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. **Journal of Applied Physiology**, v. 88, n. 1, p. 61–65, 2000a.

TAKARADA, Y. et al. Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. **Journal of Applied Physiology**, v. 1, n. 88, p. 2097–2106, 2000b.

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.

TAKESHIMA, N.; ROGERS, N. L.; ROGERS, M. E.; ISLAM, M. M.; KOIZUMI, D.; LEE, S. Functional Fitness Gain Varies in Older Adults Depending on Exercise Mode. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. v. 39, n. 1, p. 2036-2047, 2007.

TEASDALE, N.; SIMONEAU, M. Attentional demands for postural control: the effects of aging and sensory reintegration. **Gait and Posture**, v. 14, n. 3, p. 203-210, 2001.

THIEBAUD, R. S. et al. The effects of elastic band resistance training combined with blood flow restriction on strength, total bone-free lean body mass and muscle thickness in postmenopausal women. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 33, n. 5, p. 344-52, 2013.

TRACY, R.P. Emerging relationships of inflammation, cardiovascular disease and chronic diseases of aging. **International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders**, v. 27, n. 11, p. S29-S34, 2003.

TRICOLI, V. Mecanismos envolvidos na etiologia da dor muscular tardia. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 9, n. 2, p. 39-44, 2001.

TURNER, C. H.; ROBLING, A. G. Exercise as an anabolic stimulus for bone. **Current Pharmaceutical Design**, v. 10, n. 21, p. 2629-2641, 2004.

TURNER, C. H.; ROBLING, A. G. Mechanisms by which exercise improves bone strength. **Journal of Bone and Mineral Metabolism**, v. 23 (Suppl.), p. 16-22, 2005.

VAN DER MEULEN, M. C.; JEPSEN, K. J.; MIKIC, B. Understanding bone strength: size isn't everything. **Bone**, v. 29, n. 2, p. 101–104, 2001.

VAN LANDUYT, L. M. et al. Throwing the mountains into the lakes: on the perils of nomothetic conceptions of the exercise- affect relationship. **Journal of Sport and Exercise Psychology**, v. 22, n. 3, p. 208–234, 2000.

VECHIN, F. C. et al. Comparisons between low-intensity resistance training with blood flow restriction and high-intensity resistance training on quadriceps muscle mass and strength in elderly. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 29, n. 4, p. 1071-1076, 2015.

VERDÚ, E. et al. Influence of aging on peripheral nerve function and regeneration. **Journal of the Peripheral Nervous System**, v. 5, n. 4, p. 191-208, 2000.

WALLACE, B.A.; CUMMING, R.G. Systematic review of randomized trials of the effect of exercise on bone mass in pre- and postmenopausal women. **Calcified Tissue International**, v. 67, n. 1, p. 10–18, 2000.

WINTER, D.A. **Biomechanics and motor control of human movement**. 3^a ed. Hoboken: John Wiley & Sons; 2005.

WU, G.; MACLEOD, M. The control of body orientation and center of mass location under asymmetrical loading. **Gait and Posture**, v. 13, n. 2, p. 95-101, 2001.

YAMAZAKI, S. et al. Effect of walking exercise on bone metabolism in postmenopausal women with osteopenia/osteoporosis. **Journal of Bone and Mineral Metabolism**, v. 22, n. 5, p. 500–508, 2004.

YASUDA, T. et al. Muscle activation during low-intensity muscle contractions with restricted blood flow. **The Journal of Sports Science and Medicine**, v. 27, n. 5, p. 479–489, 2009.

YASUDA, T. et al. Venous blood gas and metabolite response to low-intensity muscle contractions with external limb compression. **Metabolism**, v. 59, n. 10, p. 1510–1519, 2010.

YASUDA, T. et al. Effects of low-intensity, elastic band resistance exercise combined with blood flow restriction on muscle activation. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 24, n. 1, p. 55–61, 2014.

ZEHNACKER, C. H.; BEMIS-DOUGHERTY, A. Effect of weighted exercises on bone mineral density in post-menopausal women: a systematic review. **Journal of Geriatric Physical Therapy**, v. 30, n. 2, p. 79-88, 2007.

APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Prezada Senhora:

Esta pesquisa é sobre Efeitos Crônicos do Treinamento Aeróbico com Restrição do Fluxo Sanguíneo (RFS) sobre a Saúde Óssea, Desempenho Neuromuscular e Percepção de Prazer em Idosas e está sendo desenvolvida pela pesquisadora Simoni Teixeira Bittar alunos do Curso de Doutorado em Educação Física da Universidade Federal da Paraíba, sob a orientação da Profa Dra. Maria do Socorro Cirilo de Sousa.

Os objetivos do estudo são analisar os efeitos crônicos do treinamento aeróbico com restrição de fluxo sanguíneo (RFS) sobre a saúde óssea, desempenho neuromuscular e percepção de prazer em idosas

A finalidade deste trabalho é contribuir para a comunidade com o tratamento e até mesmo a prevenção da doença osteoporose em mulheres idosas o que pode diminuir consideravelmente os gastos públicos com essa população decorrentes das quedas e fraturas. Também, haverá o incremento da força muscular e equilíbrio com o protocolo de exercícios proposto na pesquisa que influencia à redução das quedas e fraturas.

Solicitamos a sua colaboração para a pesquisa que na primeira visita ao laboratório será realizada a avaliação do questionário, o índice tornozelo-braquial (ITB), determinação do ponto de restrição do fluxo sanguíneo, testes funcionais, de equilíbrio e teste de velocidade máxima, na segunda visita será realizada a ativação e força muscular, exame de densitometria óssea e de sangue para coleta do marcador ósseo e, na semana seguinte, serão realizadas duas sessões de familiarização dos exercícios na esteira. Na terceira semana, começarão as sessões experimentais de exercícios aeróbios de baixa carga (40% do consumo de oxigênio máximo) com restrição de fluxo sanguíneo ou sem e, também, terá a restrição isolada sem exercícios. Todo o esforço será avaliado

por meio da escala de percepção subjetiva de esforço em cada sessão e, também, a sensação de prazer em realizar os exercícios será avaliada pela escala de afetividade, como também sua autorização para apresentar os resultados deste estudo em eventos da área de saúde e publicar em revista científica. Em relação aos riscos e desconfortos: os riscos de saúde são mínimos para os indivíduos do presente estudo, pois o pesquisador irá manter sempre a pressão de restrição de forma segura, sentindo apenas leve desconforto físico devido a exigência dos exercícios utilizando manguitos para a restrição do fluxo sanguíneo, e a realização de teste de velocidade máxima, devido à realização de esforço máximo, mas, sem nenhum dano à saúde das voluntárias da pesquisa.

Para participar deste estudo, a senhora não terá nenhum custo com os exames e procedimentos realizados, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, fica também garantida indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial.

Esclarecemos que sua participação no estudo é voluntária e, portanto, a senhora não é obrigada a fornecer as informações e/ou colaborar com as atividades solicitadas pela pesquisadora. Caso decida não participar do estudo, ou resolver a qualquer momento desistir do mesmo, não sofrerá nenhum dano, nem haverá modificação na assistência que vem recebendo na Instituição.

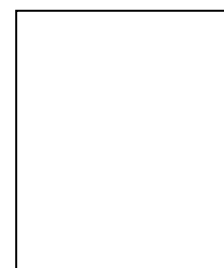
A pesquisadora estará a sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa da pesquisa.

Diante do exposto, declaro que fui devidamente esclarecida e dou o meu consentimento para participar da pesquisa e para publicação dos resultados. Estou ciente que receberei uma cópia desse documento.

Assinatura do Participante da Pesquisa
ou Responsável Legal

OBSERVAÇÃO: (em caso de analfabeto - acrescentar)

Espaço para impressão dactiloscópica



Assinatura da Testemunha

Contato com a Pesquisadora Responsável, caso necessite de maiores informações sobre o presente estudo, favor ligar para a pesquisadora:

Pesquisador (a) responsável: Simoni Teixeira Bittar

Fones: (83) 981829597

E-mail: simonibittar@hotmail.com

Endereço: Universidade Federal da Paraíba, Laboratório de Cineantropometria e Desempenho Humano- (LABOCINE).

Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal da Paraíba- (UFPB).

Comitê de Ética em Pesquisa do CCS/UFPB – Cidade Universitária / Campus I
Bloco Arnaldo Tavares, sala 812 – Fone: (83) 3216-7791

Atenciosamente,

Assinatura do Pesquisador Responsável

Assinatura do Pesquisador Participante

Obs.: O sujeito da pesquisa ou seu representante e o pesquisador responsável deverão rubricar todas as folhas do TCLE apondo suas assinaturas na última página do referido Termo.

APÊNDICE B – Questionário de Informações

Anamnese Inicial e Diagnóstico Clínico

Nome: _____ data: _____ RG: _____

Data de Nascimento: _____ Telefone: _____

Data da Menarca: _____ Raça: _____ Grau de escolaridade: _____

Data da última menstruação: _____

-Faz terapia de reposição hormonal? () Sim () Não. Há quanto tempo?

-Já fez Densitometria Óssea? () Sim () Não. Há quanto tempo?

-Realiza atividade física? () Sim () Não. Há quanto tempo? Qtas horas por dia? Qtos dias na semana?

-Doenças associadas:

-Medicamentos diários:

-Teve fraturas? () Sim () Não. Há quanto tempo?

-Fuma ou toma bebida alcoólica?

-Já fez teste ergométrico? () Sim () Não. Há quanto tempo?

Obs:

Índice Tornozelo Braquial (ITB)

Data (0 sem)	Artéria tibial posterior ou pediosa	Artéria Braquial
Lado esquerdo		
Lado direito		

Determinação da Pressão de Restrição de Fluxo Sanguíneo

Data:	(Pré)	(mmHg)
Data:	(12 sem)	(mmHg)
Data:	(24 sem)	(mmHg)

Testes Funcionais

Testes	Pré	12 semanas	24 semanas
Levantar e sentar da cadeira			
TUGT			

Biodex Balance System (BBS)

Nível de equilíbrio / Avaliações	Ângulo/Numeração		
	Bipodal	Unipodal D	Unipodal E
<i>Estático</i>			
Pré			
12 semanas			
24 semanas			
<i>Dinâmico</i>			
Pré			
12 semanas			
24 semanas			

Teste de Banco Cirilo

Estatura (cm):	FC final	Tempo final	Altura do banco final	Borg
<i>Avaliação _Pré</i>				
1º estágio (50")				
2º estágio (1' a 1'50")				
3º estágio (2' a 3')				
<i>Avaliação _1 mês</i>				
1º estágio (50")				
2º estágio (1' a 1'50")				
3º estágio (2' a 3')				
<i>Avaliação _3 meses</i>				
1º estágio (50")				
2º estágio (1' a 1'50")				
3º estágio (2' a 3')				
<i>Avaliação _5 meses</i>				
1º estágio (50")				
2º estágio (1' a 1'50")				
3º estágio (2' a 3')				
<i>Avaliação _6 meses</i>				
1º estágio (50")				
2º estágio (1' a 1'50")				
3º estágio (2' a 3')				

Dinamometria e Eletromiografia

CIVM Flexores joelho (Pico da Força)	(0sem) 1ª: 2ª: 3ª:	(12sem)	(24sem)
CIVM Extensores joelho (Pico da Força)			
RMS (VL): Pico/Média			
RMS (VM): Pico/Média			
RMS (ST): Pico/Média			
RMS (BF): Pico/Média			

Escala de Borg (0-10) de cada sessão e a cada 5 minutos durante a sessão

Data	Pré	5 min	10 min	15 min	20 min

Escala de Afetividade (a cada 5 min., durante a intervenção e, 5 min. após)

Data	Pré	5 min	10 min	15 min	20 min	Pós

APÊNDICE C – ARTIGOS DESENVOLVIDOS SOBRE A TEMÁTICA DA TESE

Artigo 1 – Artigo de Revisão Sistemática

Clin Physiol Funct Imaging (2018) 38, pp930–935

doi: 10.1111/cpf.12512

REVIEW ARTICLE

Effects of blood flow restriction exercises on bone metabolism: a systematic review

S. T. Bittar , P. S. Pfeiffer, H. H. Santos and M. S. Cirilo-Sousa

Graduate Associate Programme in Physical Education, Federal University of Paraíba (UFPB), João Pessoa, Paraíba, Brazil

Summary

Correspondence

Sérgio Teixeira Bittar, Laboratory of Kinesiology and Human Performance, Associate Graduate Program in Physical Education, Federal University of Paraíba (UFPB), Laboratory, Room 06 and 08, Cidade Bonito, João Pessoa 58051-900, Brazil
E-mail: saraolteira@ufpb.edu.br

Accepted for publication

Revised 25 July 2017;
accepted 15 January 2018

Key words

biomarkers; blood flow restriction; ischaemic metabolic bone disease; physical education and training; therapeutic occlusion

This study analysed the effect of low-intensity (LI) exercises with blood flow restriction (BFR) on bone metabolism compared with high-intensity (HI) exercises without BFR. The following databases were searched using the keywords therapeutic occlusion training OR BFR training OR vascular occlusion training OR KAATSU training OR ischaemia training AND osteogenesis OR bone biomarkers OR bone metabolic marker OR bone mass OR bone turnover OR osteoporosis OR osteopenia; PubMed, Web of Science, SPORTDiscus, CINAHL, Science Direct, Cochrane and Google Scholar. Two researchers, independently and blindly, selected the studies based on established inclusion and exclusion criteria. Electronic and manual searches located 170 articles published in English; after screening, only four studies showed that BFR training increases the expression of bone formation markers (e.g. bone-specific alkaline phosphatase) and decreases bone resorption markers (e.g. the amino-terminal telopeptides of type I collagen) after both aerobic and anaerobic exercise across several populations. The results of this study show that few studies have confirmed the positive effect of exercise with BFR on bone metabolism, formation and resorption. Furthermore, no methodological standardization of the samples, exercise type, intervention frequency or duration was observed.

Introduction

High-intensity strength training (ST) with more than 70% of one-repetition maximum (1RM) is associated with numerous positive effects in general populations; however, elderly people and patients undergoing rehabilitation are often limited to low-intensity exercise (ACSM, 2009).

The blood flow restriction (BFR) technique has been shown to attenuate limb muscle atrophy and, when combined with low-intensity (LI) exercises, increases muscle volume and strength across different age groups. BFR or KAATSU training is a technique created 50 years ago in Japan, in which the blood flow for the individual's lower or upper limbs is restricted using cuffs. It is applied to decrease arterial and occlude the venous blood flow of the muscle. When the necessary precautions are taken, the possible risks to health are the same as the high-intensity (HI) exercises, however, with reduced mechanical effort of the joints (Loenneke et al., 2011).

One study found that the use of the BFR without exercise during the postoperative period attenuated muscle atrophy compared with a control group (Takirada et al., 2000). In addition, previous clinical studies using BFR (Inoue et al., 2002; Odagiri, 2004) showed improved skeletal bone mass patterns in people with certain diseases (e.g. avascular necrosis of the femoral head and osteopenia or osteoporosis), and other papers (Loenneke et al., 2012a; Loenneke et al., 2012b) showed that LI exercise combined with BFR may provide not only an increase in muscle adaptation, but also in bone and consequently modification in its biomarkers.

Studies analysed two biomarkers (bone alkaline phosphatase and amino-terminal telopeptides, respectively) and found that BFR training also accelerates bone metabolism (Beekley et al., 2005; Bemben et al., 2007). The possible mechanisms responsible for this effect are as follows: increased intramedullary pressure and interstitial fluid within the bone caused by venous occlusion (Maher et al., 2003). In addition to these mechanisms, it was reported that BFR activates hypoxia-

induced transcription factor (HIF), thereby increasing the expression of vascular endothelial growth factor (VEGF) and the formation of microblood vessels in bone tissue (Araújo & Schipani, 2010).

The bone mass is the end product of two metabolic processes (formation and resorption) that support the mechanical load of the body and its maturation, can be influenced by the deposition of calcium and minerals. Blood and urinary molecules (bone-specific alkaline phosphatase, osteocalcin, amino-terminal telopeptides of type I collagen, among others) had been identified as bone formation or resorption markers. The main advantage of these markers is that they can instantaneously reveal the dynamics of bone metabolism in response to exercise, depending on the exercise intensity (Seibel, 2005).

For improving bone health, the American College of Sports Medicine (ACSM, 2009) recommends moderate-to-high-intensity resistance exercises or high-impact exercises (e.g. jumps) to stimulate bone metabolism or to maintain it in the case of the elderly. Therefore, it is essential to investigate the effects of LI exercises with BFR on bone metabolism because the elderly, especially the ones in some special situations (e.g. chronic diseases, obesity, sedentary people and others) may not be able to perform HI exercises.

Thus, this study aimed to analyse the effect of LI exercises with BFR compared with HI exercises without BFR on bone metabolism.

Materials and methods

Identification and selection of studies

The research was carried out on the following databases: PubMed, Web of Science, SPORTDiscus, CINAHL, Science Direct, Cochrane and Google Scholar; in addition, manual searches of the studies' references were performed. The keywords therapeutic occlusion training OR blood flow restriction training OR vascular occlusion training OR KAATSU training OR ischaemia training AND osteogenesis OR bone biomarkers OR bone metabolic marker OR bone mass OR bone turnover OR osteoporosis OR osteopenia were used according to the Medical Subjects Headings (MeSH) using Boolean operators (OR and AND), and the keywords that were not located in the abstracts were located after reading the manuscripts that referred to the same subject.

The following inclusion criteria were considered for the bibliographic research: (i) published between 1990 and 2016; (ii) undefined target populations; (iii) the use of exercises associated with BFR as an intervention; (iv) outcomes of interest related to bone metabolism; (v) well-established methodological criteria; (vi) published in English; and (vii) original articles only.

Articles were excluded if they (i) had scores lower than three on the Physiotherapy Evidence Database (PEDro) scale; (ii) had the same main text under a different title; and (iii) were repeated across other databases.

To select the studies, two blinded and independent researchers (Bittar & Pfeiffer) who strictly complied with the established inclusion and exclusion criteria evaluated the titles and abstracts identified in the initial search. When the title and the abstract did not match (e.g. the title talks about adults while on the abstract the subjects are elderly), the researchers took into account the guiding question of the review to select or not the manuscript. Disagreements between the two researchers were resolved via the opinion of a third evaluator.

Methodological quality: PEDro Scale

Currently, the most used scale in the area of rehabilitation is the PEDro scale (<http://www.pedro.fis.usp.br/eduau>), which was developed by the Physiotherapy Evidence Database for use with regard to experimental studies. This scale has a maximum total score of 10 points and includes criteria concerning the evaluation of internal validity and the presentation of the statistical analysis used. For each criterion defined in the scale, one point (1.0) is attributed to the presence of indicators regarding the quality of the evidence presented, and zero points (0.0) are attributed to its absence.

The PEDro scale is composed of the following elements: (i) the specification of inclusion criteria (item not scored); (ii) random allocation; (iii) concealment of allocation; (iv) similarity of the groups at baseline or the initial phase; (v) blinding of all participants; (vi) blinding of all therapists; (vii) blinding of all assessors; (viii) measures of at least one primary outcome obtained from more than 85% of participants allocated; (ix) 'intention to treat' analysis; (x) between-group comparisons of at least one primary outcome; and (xi) reports of measures of variability and estimations of parameters concerning at least one primary variable (Maher et al., 2003). The researchers used the PEDro scale independently. After its use, they analysed their agreement using the Kappa (K) index.

This study was conducted according to standardization of PRISMA scale (Liberati et al., 2009). Data analysis was carried out based on a critical review of content, using the following criteria: title, abstract, rationale, objectives, protocol, risk of bias across studies, study characteristics, results of individual studies, limitations and conclusions.

Results

The search in the seven databases (PubMed, Web of Science, SPORTDiscus, CINAHL, Science Direct, Cochrane and Google Scholar), in addition to the manual search (i.e. the analysis of references), revealed 170 articles. After discarding duplicate articles and analysing whether the titles were consistent with the object of study, nine articles remained for screening (eight from the databases and one from the manual search). In the second step, the eligibility criteria for the manuscripts to be included in the systematic review were analysed, and five articles were excluded as follows: one case study; one annals

abstract; one of which did not match the abstract (although the title was in accordance with the topic of this review); one duplicate; and one narrative review (Fig. 1).

With respect to the four studies selected and included for analysis, all were relatively recent (2005–2013) with heterogeneous samples (young and older adults including trained and untrained, active and sedentary, and male and female participants). The interventions were based on strength and aerobic training and varied in duration from a minimum of 2 weeks (Bemben et al., 2007) to a maximum of 6 weeks (Karabulut et al., 2011) with frequency of at least one time (Bemben et al., 2007) and at most three times per week (Beekley et al., 2005; Karabulut et al., 2011; Kim et al., 2012). All of the articles specified the muscles worked during the training, the BFR method used, and the duration and type of exercises performed (anaerobic or aerobic). Furthermore, it is important to highlight that all of the manuscripts selected for the systematic review had as the major dependent variable the bone biomarkers (see Table 1).

The studies selected by the authors were evaluated using the PEDro scale (<http://www.pedro.fhs.usyd.edu.au>), and the four articles selected received a score of 8 from the two evaluators (Beekley et al., 2005; Bemben et al., 2007; Karabulut et al., 2011; Kim et al., 2012). Table 2 demonstrates in detail the individual scores of each item between each article.

None of the selected manuscripts were evaluated with the maximum score on the PEDro Scale because they all failed on meeting the following criteria: blinding of all participants, blinding of all therapists and blinding of all assessors. After the evaluation of methodological quality, the Kappa index was used to analyse the agreement between the scores given by the evaluators, and perfect agreement was obtained ($\text{ICC} = 1.00$, $P < 0.025$).

Discussion

This is the first systematic review to address the effect of BFR on bone metabolism in adults and the elderly. Regarding the

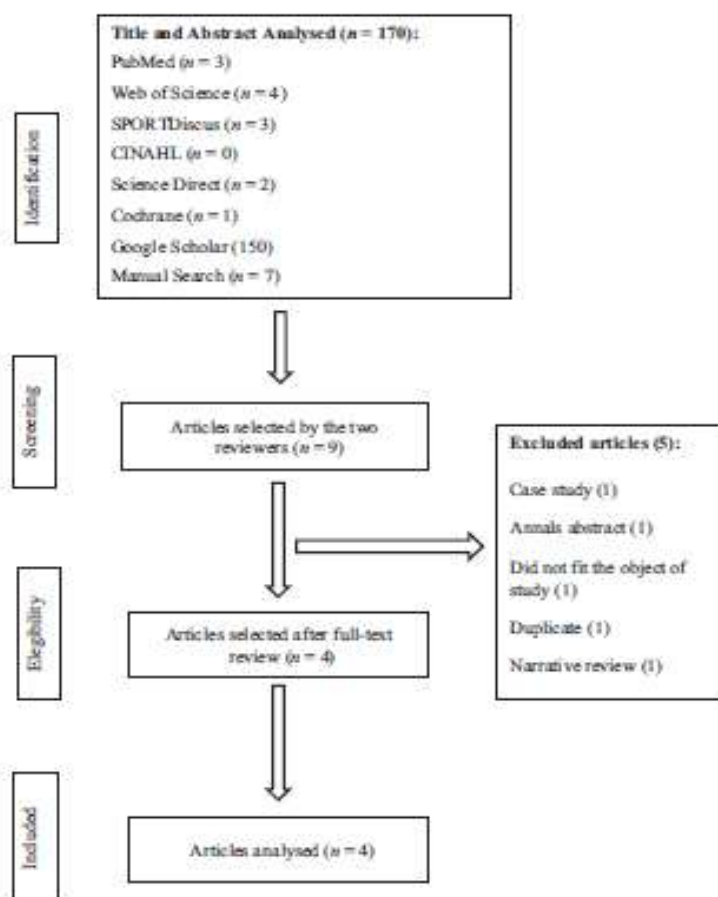


Figure 1 Flow chart of the study selection process.

Table 1 Studies that analysed BFR and bone biomarkers

Author/Year	Study sample	Intervention type and duration	Cuff pressure	Experimental events	Results	Conclusion
Bookley et al. (2005)	n = 18 healthy men (21–28 years old)	15-min walk (50 m min ⁻¹) on the treadmill, 2 × /day, (4–8 interval between sessions) for 3 weeks, 6 days week ⁻¹	KAA75U (160–23.0 mmHg)	Walk with KAA75U (n = 9) or without (control n = 9). The vascular restriction was in the most proximal portion of the thighs and was maintained during the protocol of five sets of 2 min with 1-min interval	Increased CSA (5.8%) ^{***} , 1RM strength (7.5%) ^{***} , and BAP levels (10.9%) ^{***} in the BFRG compared with the CG	Aerobic training combined with BFR increased the levels of BAP
Seibson et al. (2007)	n = 9 active men (18–30 years old)	Two sessions of ST with BFR and control (ST without BFR): 20% 1RM for both groups with a 48-h interval in random order	KAA75U (140–18.0 mmHg)	ST with BFR: one session of 20 reps + three sessions of 15 reps with a 10–4 interval between sets, oxygenation maintained for 10 min throughout the protocol. Blood samples were obtained immediately, before and after exercise, and 30 min after the end of the exercise for the bone biomarker analysis	Decreased plasma volume [*] immediately after exercise in the BFRG Time × training effect for NTx levels (13.3%) ^{***} , 30 min after exercise NTx levels decreased [*] compared with baseline	11 training combined with BFR decreased bone metabolism (NTx) during an acute bout
Karabulut et al. (2011)	n = 37 healthy elderly men (58.8 ± 0.6 years old)	ST: 3 × /week for 6 weeks	KAA75U (120–18.0 mmHg)	HSTG (n = 13): three sets of eight reps at 80% 1RM, 12STG + BFR (n = 13): one set of 20 reps + two sets of 15 reps at 20% 1RM, with induced cuffs for 6–8 min. CG (n = 11): Blood samples were collected 6 weeks before and after to measure the concentrations of bone biomarkers	Time × CTX decrease in the exercise groups [*] Increase in BAP of 2.1% for the 12STG + BFR, 23% for the HSTG and 4.7% for CG	12STG showed significant changes in bone ALP concentrations and bone ALP
Kim et al. (2012)	n = 30 healthy untrained men (18–35 years old)	ST: 3 × /week for 3 weeks	KAA75U (120 mmHg)	Randomized (12STG + BFR, n = 10); 20% 1RM, (HSTG, n = 10): 80% 1RM and BFRG (n = 10). Both the 12STG + BFR and the HSTG performed leg press and isometric hand extension–flexion exercises (3 × /week, two sets of 10 reps) The BFRG was subjected to the same procedure, without the exercise protocol, for 10 min and 3 × /week	Increase in quadriceps CSA [*] , but the HSTG had a greater increase (3.48%) compared with 12STG + BFR (1.15%). The HSTG showed an increase in fasting BAP after training (5.09%) ^{***}	HSTG was more effective than 12STG for eliciting bone formation and muscle hypertrophy responses

CSA, cross-sectional area; BAP, bone-specific alkaline phosphatase (bone formation biomarker); BFRG, BFR group; CG, control group; ST with BFR, ST with BFR; NTx, bone resorption biomarker; HSTG, HI ST group; 12STG + BFR, 12 ST group with BFR; CTX, bone resorption biomarker; BFRG, group that only performs BFR; UE, upper limbs.

*p < 0.05.

***p < 0.01.

Table 2 PEDro Scale of quality for eligible randomized controlled trial

Study	Criteria											Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Beckley et al. (2005)	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	8
Bemben et al. (2007)	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	8
Karabulut et al. (2011)	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	8
Kim et al. (2012)	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	8

1, eligibility criteria were specified; 2 – subjects were randomly allocated to groups; 3 – allocation was concealed; 4 – the groups were similar at baseline regarding the most important prognostic indicators; 5 – there was blinding of all subjects; 6 – there was blinding of all therapists who administered the therapy; 7 – there was blinding of all assessors who measured at least one key outcome; 8 – measures of at least one key outcome were obtained from more than 85% of the subjects initially allocated to groups; 9 – all subjects for whom outcome measures were available received the treatment or control condition as allocated or, where this was not the case, data for at least one key outcome were analysed by 'intention to treat'; 10 – the results of between-group statistical comparisons are reported for at least one key outcome; 11 – the study provides both point measures and measures of variability for at least one key outcome.

articles reviewed, three of them (Beckley et al., 2005; Karabulut et al., 2011; Kim et al., 2012) evaluated the bone-specific alkaline phosphatase biomarker; these were measured with serum, whereas two of them (Bemben et al., 2007; Karabulut et al., 2011) analysed serum markers of bone resorption (telopeptides of type I collagen).

One study evaluated 18 healthy men ageing 21.3 ± 2.3 years (9 = control; 9 = BFR) for 3 weeks (6 days week⁻¹, 2 times day⁻¹, 4-h rest between sessions) using treadmill-walking training at a speed of 50 m min⁻¹ and observed that BFR generated a 10.4% gain ($P < 0.05$) in serum alkaline phosphatase levels, thereby demonstrating the efficiency of BFR when combined with aerobic training in relation to this biomarker (Beckley et al., 2005). According to the authors, these results may be due to the fact that RFS training increases the levels of GH and IGF-1, which are responsible for bone turnover and show that even in healthy young subjects practising low-intensity aerobic exercise, the use of BFR can be feasible and applicable in relation to the bone formation biomarker.

The effect of ST combined with BFR on bone-specific alkaline phosphatase was analysed in two studies (Karabulut et al., 2011; Kim et al., 2012). In the first study (Karabulut et al., 2011), the authors divided 37 healthy elderly men (56.8 ± 0.6 years old) into three randomized groups (HI + ST, 80% 1RM; LI + ST, 20% 1RM combined with BFR; and a control group). After training three times a week for 6 weeks, these authors found increases of 23% and 21% for

the HI and LI combined with BFR (LI + BFR) groups, respectively. In the second study (Kim et al., 2012), 30 healthy untrained men aged 18–35 years old were also divided into three randomized groups (ST + HI, 80% 1RM; ST + LI, 20% 1RM combined with BFR; BFR only), but only the ST + HI, 80% 1RM group showed an increase ($50.1 \pm 12.77\%$, $P < 0.01$) in their levels of bone-specific alkaline phosphatase. Although these two studies used ST as the variable of interest, the difference in their results may be caused by the differences in participant characteristics, such as age and level of physical activity, or duration of intervention (3 and 6 weeks, respectively) (Karabulut et al., 2011; Kim et al., 2012).

In addition to analysing the effects of BFR on bone formation markers (e.g. bone-specific alkaline phosphatase), two studies (Bemben et al., 2007; Karabulut et al., 2011) also found significant results with regard to serum markers of bone resorption. The acute effect of ST + LI combined (or not) with BFR was analysed in nine physically active men (24.9 ± 2.5 years old) who performed two training sessions with a 48-h interval between them (Bemben et al., 2007).

These authors observed that NTx levels (amino-terminal telopeptide of type I collagen) decreased ($13.3 \pm 3.4\%$; $P < 0.05$) from baseline 30 min after ST + LI with BFR. Although this marker responds faster to the stimulus of the exercises than bone formation markers, it ensures that the bone metabolism is under constant formation and resorption. Then, while resorption biomarkers decrease with the practice of BFR exercise, there is a trend towards increasing bone formation (Bemben et al., 2007; Karabulut et al., 2011). This decrease in NTx can be explained by the increase in substances circulating in the blood, such as hormones and proteins (Ahmadizadeh et al., 2006).

In addition, a descriptive decrease was found in carboxy-terminal telopeptide of type I collagen (CTX) concentration in the exercise groups (7.7% for ST + LI 20% 1RM with BFR; 4.1% for ST + HI 80% 1RM), and a 3.3% increase for CON, after training for 6 weeks, 3 times a week; however, this difference between groups was not statistically significant (Karabulut et al., 2011). Therefore, the results observed in different age groups, and intervention durations suggest that exercise is important for the prevention of diseases that weaken bone structure and might delay the osteopenia and osteoporosis caused by ageing.

The results presented by the selected studies showed that both aerobic and anaerobic exercises combined with BFR can provide satisfactory results related to the bone biomarkers. Thus, this technique (BFR) is a feasible and applicable alternative to many population groups (elderly, young, physically active or not), that aim to treat or slow up the effects of bone diseases. Finally, the current studies which approach this theme only show short-term results justifying the use of biomarkers that reflect in a dynamic way the bone metabolism. However, it is believed that this technique combined with low-intensity training, can also bring long-term satisfactory results that must be evaluated in the bone structure, showing that future studies are necessary to

clarify these doubts related to the long-term effects of BFR over bone adaptations.

The limitations of the present study include (i) the small number of articles; (ii) the lack of methodological standardization (sample 'n'; study design; intervention duration); and (iii) the divergences in the exercise protocols.

Conclusions

The results of this study may assist future clinical research with the method of RFS and bone metabolism (formation and resorption) and show the positive effect of this technique combined with exercise in the prevention and treatment of

bone diseases. Furthermore, no methodological standardization was observed across these samples regarding exercise type, intervention frequency or duration. Therefore, additional studies are needed to justify the quality of evidence regarding BFR studies on bone metabolism.

Acknowledgments

No financial assistance was obtained for this study.

Conflict of interest

The authors have no conflict of interest.

References

- Ahmadizadeh S, El-Sayed MS, MacLaren DP. Effects of water intake on the response of haemodilutional variables to resistance exercise. *Clin Hum Biol* (2006); 35: 317–327.
- American College of Sports Medicine. Position Stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* (2009); 41: 687–708.
- Araújo E, Schipani E. Hypoxia, HIFs and bone development. *Bone* (2010); 47: 190–196.
- Beckley MD, Sato Y, Abe T. KAATSU-walk training increases serum bone-specific alkaline phosphatase in young men. *Int J KAATSU Training Res* (2005); 1: 77–81.
- Bemben DA, Palmer LJ, Abe T, et al. Effects of a single bout of low intensity KAATSU resistance training on markers of bone turnover in young men. *Int J KAATSU Training Res* (2007); 3: 21–26.
- Inoue K, Sato Y, Ishii N. Application to rehabilitation of pressure muscle training method. *J Jpn Soc Clin Sports Med* (2002); 10: 395–403.
- Kamibuchi M, Bemben DA, Sherck VD, et al. Effects of high-intensity resistance training and low-intensity resistance training with vascular restriction on bone markers in older men. *Am J Appl Physiol* (2011); 111: 1659–1667.
- Kim S, Sherck V, Bemben M, et al. Effects of short term low intensity resistance training with blood flow restriction on bone markers and muscle cross-sectional area in young men. *Int J Exerc Sci* (2012); 5: 136–147.
- Liberti A, Altman DG, Tetzlaff J, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *Ann Intern Med* (2009); 151: 65–94.
- Lomonte JP, Wilson JM, Wilson GJ, et al. Potential safety issues with blood flow restriction training. *Scand J Med Sci Sports* (2011); 21: 510–518.
- Lomonte JP, Abe T, Wilson JM, et al. Blood flow restriction: An evidence based progressive model (Review). *Acta Physiol Hung* (2012a); 99: 235–250.
- Lomonte JP, Young EC, Fahn CA, et al. Blood flow restriction: Rationale for improving bone. *Med Hypotheses* (2012b); 78: 523–527.
- Mahr CG, Sherrington C, Herbert RD, et al. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Phys Ther* (2003); 83: 713–721.
- Odagiri K. Effectiveness of KAATSU rehabilitation in several patterns. *J Clin Sports Med* (2004); 21: 253–257.
- Seibel MJ. Biochemical markers of bone turnover: part I: biochemistry and variability. *Clin Biochem Rev* (2005); 26: 97–122.
- Takemura Y, Takawara H, Ishii N. Applications of vascular occlusion diminish disuse atrophy of knee extensor muscles. *Med Sci Sports Exerc* (2000); 32: 2035–2039.

Artigo 2 – Artigo Original

Status da saúde óssea de mulheres idosas com osteopenia/osteoporose após 24 semanas de caminhada com restrição de fluxo sanguíneo: ensaio clínico aleatorizado

Simoni Teixeira Bittar¹. Heleodório Honorato dos Santos^{1,2}. Maria Socorro Cirilo-Sousa¹

¹Programa Associado de Pós-Graduação em Educação Física (UPE/UFPB);

²Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia (UFPB);

Revista: será submetido, após considerações da banca, ao *European Journal of Applied Physiology*

Qualis Capes: A1 / Fator de Impacto: 2,401

Resumo

Objetivo: Este estudo investigou os efeitos crônicos do treinamento aeróbico com e sem restrição de fluxo sanguíneo na densidade mineral óssea (DMO) e concentrações do biomarcador ósseo osteocalcina em mulheres idosas.

Materiais e Métodos: Trinta sujeitos, insuficientemente ativos, foram aleatorizados em 3 grupos: a) caminhada na esteira em baixa intensidade (40% do VO₂ pico) e 20% de restrição de fluxo sanguíneo (CAM+RFS: 64,1±2,5 anos); b) caminhada na esteira em moderada intensidade (60% do VO₂ pico) e sem restrição de fluxo sanguíneo (CAM: 65,2±5,3 anos) e c) restrição de fluxo sanguíneo sem esforço à 20% da restrição (RFS: 68,4±4,8 anos). A DMO da coluna lombar (L1-L4), colo do fêmur (CF) e fêmur total (FT) foi examinada pré e pós 24 semanas, por densitometria óssea de corpo inteiro (DXA) e o soro sanguíneo para análise da osteocalcina foram coletados com 0, 12 e 24 semanas de intervenção.

Resultados: Houve manutenção para todas as variáveis de DMO em todos os grupos, independentemente do tipo de treinamento. Além disso, houve aumento da osteocalcina após 12 semanas e se acentua com 24 semanas de treinamento ($W_{(2)}=10,95$; $P=0,01$), favorecendo a formação óssea em todos os grupos.

Conclusão: As três intervenções foram eficazes para manutenção da DMO e aumento da osteocalcina.

Palavras-chave: Envelhecimento. Menopausa. Exercício. Oclusão terapêutica. Densidade óssea. Osteocalcina.

Abstract

Objective: This study investigated the chronic effects of aerobic training with and without blood flow restriction on bone mineral density (BMD) and bone marrow osteocalcin concentrations in elderly women. **Methods:** Thirty active subjects were randomized into three groups: a) treadmill walk at low intensity (40% of peak VO₂) and 20% of blood flow restriction (CAM + RFS: 64.1±2.5 years); b) treadmill walk at moderate intensity (60% of peak VO₂) and no blood flow restriction (CAM: 65.2±5.3 years) and c) effortless blood flow restriction at 20% of the restriction (RFS: 68.4±4.8 years). Lumbar spine BMD (L2-L4), femoral neck (CF) and total hip (TH) were examined pre and post 24 weeks by whole body bone densitometry (DXA) and blood serum for osteocalcin analysis were collected with 0, 12 and 24 weeks of intervention. **Results:** There was maintenance for all BMD variables in all groups, regardless of the type of training. In addition, osteocalcin increased after 12 weeks and accentuated with 24 weeks of training ($W_{(2)}=10.95$, $P=0.01$), favoring bone formation in all groups. **Conclusion:** All three interventions were effective for maintaining BMD and increasing osteocalcin.

Keywords: Aging. Menopause. Exercise. Therapeutic occlusion. Bone density. Osteocalcin.

Introdução

A densidade mineral óssea (DMO) é um preditor para risco de fraturas que constitui um problema de saúde pública e a redução na produção de estrogênios, característica do estágio de vida após a menopausa, é um fator que acelera a redução da DMO que leva as mulheres serem mais suscetíveis à osteoporose pós-menopausa (Gracia et al. [2005](#)).

A análise de biomarcadores ósseos contribuem com uma informação mais precoce e acerca da remodelação óssea do que as alterações observadas no exame de densitometria óssea. Com isso, os marcadores são bastante eficazes para avaliar os efeitos do exercício físico na formação e reabsorção óssea de forma aguda ou cronicamente (Cadore et al. [2005](#); Lewiecki [2010](#)).

O *American College of Sports Medicine* (ACSM [2004](#)) recomenda, para preservação da saúde óssea, na velhice, exercícios aeróbios de baixo impacto (subir escadas, caminhada), exercícios que envolvam altos impactos (saltos, corrida, *volley* e basquete) e exercícios resistidos (com carga). Existem vários estudos (Bemben et al. [2000](#); Bocalini et al. [2009](#); Yamazaki et al. [2004](#)) na literatura que observaram o efeito de diferentes exercícios (aeróbio, de alto impacto, de força), ou a combinação deles, sobre a DMO em idosas, porém os ganhos de massa óssea são menores que 2%, para coluna lombar (Shea et al. [2004](#)). Já o treino de aeróbio, sem outra intervenção tem baixo ou nenhum efeito

sobre a DMO da coluna e colo do fêmur. Assim, Palombaro (2005), em uma metanálise, conclui que a caminhada ou qualquer exercício de baixo impacto sejam combinados com outras formas de treinamento para preservação da massa óssea em mulheres após a menopausa. No entanto, programas de exercícios de alta intensidade podem não ser viáveis para os idosos, pois esta população é incapaz de tolerar um estresse mecânico excessivo (Loenneke et al. 2010). Assim, o interesse de toda comunidade científica em melhorar a saúde óssea tem procurado alternativas que utilizem menor intensidade, nos exercícios, para tais indivíduos.

Nessa perspectiva, de reduzir o estresse relacionado a carga, os japoneses há quase 50 anos desenvolveram um método de treinamento de força (TF) denominado KAATSU *training* ou restrição vascular que consiste na utilização de cargas baixas (20 a 30% de 1RM) combinadas com a restrição de fluxo sanguíneo (RFS) promovidas por meio de bandas elásticas ou esfigmomanômetros padrões (Sato 2005).

Já está bem descrito na literatura os benefícios neuromusculares com a técnica de RFS associada ao TF (Laurentino et al. 2012; Vechin et al. 2015) e ao treinamento aeróbio - TA (Abe et al. 2010; Ozaki et al. 2011; Neto et al. 2018), porém, em relação à saúde óssea associada à RFS, existem poucos estudos. Segundo Bittar et al. (2018), em uma revisão sistemática, apenas um estudo (Beekley et al. 2005) observou o efeito de três semanas do TA associado à RFS sobre o metabolismo ósseo, entretanto, não foram encontrados estudos que avaliaram o efeito crônico desta técnica sobre a DMO e seus biomarcadores.

Sendo assim, o presente estudo teve por objetivo analisar os efeitos crônicos do treinamento aeróbio associado à RFS sobre a saúde óssea de idosas com osteopenia ou osteoporose.

Materiais e Métodos

Desenho do estudo

O estudo é experimental, prospectivo, clínico e aleatorizado, no qual as voluntárias foram selecionadas e recrutadas, em ambulatórios variados (ginecologia, geriatria, reumatologia, fisioterapia) do Hospital Universitário Lauro Wanderley (HULW) e da Clínica Escola de Fisioterapia da Universidade Federal da Paraíba (CEF/UFPB), além de grupos de convivência de idosos.

Seleção da Amostra

Trinta mulheres, idosas ($66,0 \pm 4,6$ anos) com osteopenia ou osteoporose em pelo menos uma das três áreas analisadas: coluna lombar (CL: L1/L4), ou colo do fêmur (CF) ou fêmur total (FT) participaram do estudo, voluntariamente, atendendo aos seguintes de inclusão: em período natural de pós-menopausa, com pelo menos 12 meses de intervalo da última menstruação (Franklin et al. 2000); sem utilizar terapia hormonal até 3 meses antes do estudo; não praticar treinamento aeróbio; ser insuficientemente ativa e funcionalmente independente de acordo com o IPAQ - forma longa (Benedetti et al. 2004); não ter doença - arterial obstrutiva dos membros inferiores (DAOMI) com ITB entre 0,91 e 1,30 (Resnick et al. 2004; Giollo Júnior and Martin 2010), osteomioarticular associada às dores intensas; cardiopulmonar que as impossibilite realizar atividade física; neoplasia; doença renal; não ser usuária de medicamentos que interferissem no metabolismo ósseo ou tabagista e, não fazer uso de álcool, regularmente.

Os critérios de exclusão foram: ter frequência inferior a 85% das sessões de treino; desistir e apresentar dores ou disfunções osteomioarticulares durante o protocolo de exercícios, que impedisse continuar no treinamento.

No primeiro momento, todos os procedimentos do estudo foram explicados às voluntárias e estas, estando cientes, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) de acordo com a declaração de Helsinque. O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos do Centro de Ciências da Saúde da UFPB (CEP/CCS/UFPB), conforme com a Resolução 466/12 (nº 67125317.1.0000.5188), atendendo aos requisitos do Conselho Nacional de Saúde (CNS) do Brasil e cadastrado na plataforma de Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (ReBEC:RBR-3d957w). Todas as voluntárias foram instruídas a não mudarem seus hábitos alimentares durante os 6 meses de duração do estudo, estando livres de restrições na dieta ou algum tipo de aconselhamento nutricional.

Cálculo amostral

Um cálculo a priori do tamanho da amostra ($f=0,25$; poder=0,80; $\alpha=0,05$; 3 grupos; 3 medidas) foi realizado no *software* G* Power 3.1.9.4, conforme as recomendações de Faul et al. (2009) e Beck (2013) e um mínimo de 36 sujeitos foi estimado. Em princípio, 60 idosas foram selecionadas para avaliação do ITB a fim de realizar uma triagem para entrada nos protocolos, e dessas 5 apresentaram valores fora dos padrões de normalidade para o ITB (0,91 a 1,30 mmHg), 9 não tinham disponibilidade de horários para participarem da pesquisa, resultando em 46 idosas elegíveis, porém 3 não iniciaram o protocolo.

A alocação do presente estudo se deu por meio do *web site* www.randomization.com.br. Foram recrutadas e aleatorizadas 43 voluntárias, divididas em três grupos, houveram 13 perdas no total (Figura 1), participaram e finalizaram o estudo 30 idosas ($66,0 \pm 4,6$ anos; $66,2 \pm 10,7$ kg; $1,52 \pm 0,04$ m; $28,7 \pm 4,4$ kg/m²): 1) Grupo Caminhada e Restrição de Fluxo Sanguíneo (CAM+RFS: n=10); 2) Grupo Caminhada (CAM: n=09); e, 3) Grupo Restrição de Fluxo Sanguíneo (RFS: n=11).

O período de intervenção foi de 24 semanas, 3 vezes por semana, por 20 minutos cada sessão. O grupo CAM+RFS realizou a caminhada, na esteira ergométrica, associada à RFS com 40% do VO₂máx.; o grupo CAM, também realizou a caminhada, na esteira ergométrica, sem RFS com 60% do VO₂máx., e o grupo RFS não realizou nenhum tipo de exercício, apenas a técnica de restrição de fluxo sanguíneo.

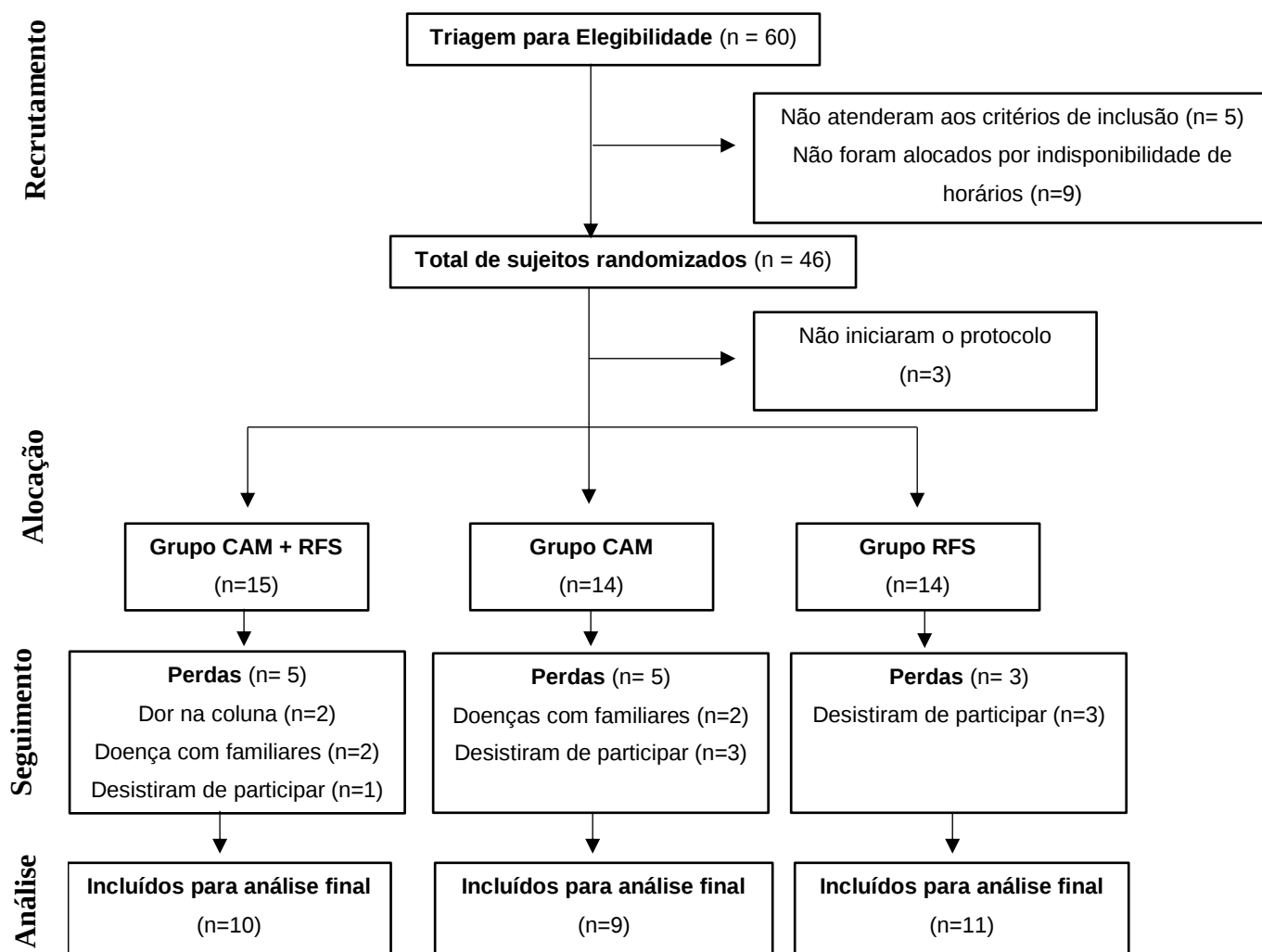


Figura 1. Fluxograma da amostra

Desenho do estudo

Inicialmente, todas as voluntárias responderam ao IPAQ (forma longa), em seguida realizaram as medidas para o ITB e estando aptas a participarem do estudo, continuavam às avaliações, no mesmo dia, para determinação da pressão de restrição de fluxo sanguíneo (PRFS) e teste de consumo de oxigênio máximo (VO_2 máx.). Depois de 24 horas, foram realizadas: a antropometria, a densitometria óssea (DMO) de corpo inteiro e a coleta sanguínea para dosagem do biomarcador ósseo (osteocalcina), e no dia seguinte, a familiarização com o treinamento (Figura 2).

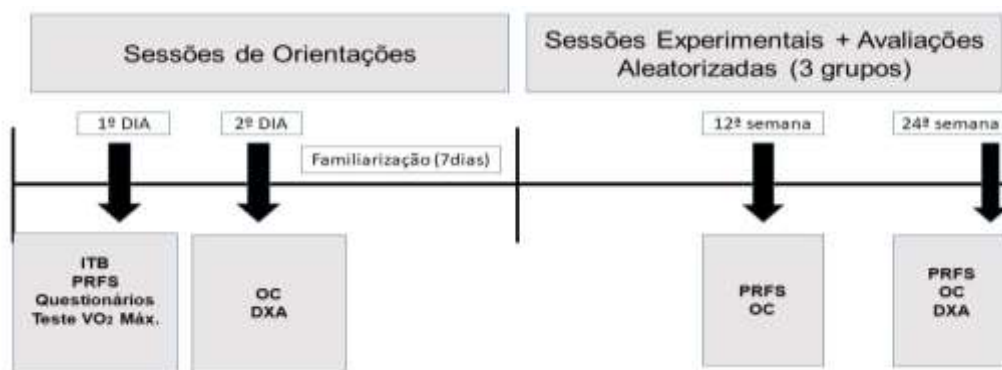


Figura 2. Desenho do Estudo

Legenda: ITB = Índice tornozelo Braquial; PRFS = Pressão de Restrição de Fluxo Sanguíneo; VO₂máx. = Consumo Máximo de Oxigênio; EMG = Eletromiograma; OC = Osteocalcina; DXA = Densitometria Óssea da Coluna Lombar e Fêmur Total.

Mensuração da Pressão de Restrição de Fluxo Sanguíneo (PRFS)

Todas as medidas foram realizadas: pré, 12 e 24 semanas de treino, nos 2 membros inferiores, pelo mesmo avaliador e, de acordo com Laurentino et al. (2012), foram fixados esfigmomanômetros (largura 180 mm; comprimento 900 milímetros) na região da prega inguinal das voluntárias e a PRFS foi obtida por Doppler vascular (MedPeg® DV -2001, Ribeirão Preto, SP, Brasil), no qual a sonda do mesmo foi posicionada sobre a artéria tibial posterior ou pediosa para determinar a pressão arterial (mmHg) da RFS dos membros inferiores até o ponto em que o pulso auscultatório da artéria não ficava mais audível.

As voluntárias do grupo CAM+RFS e RFS usaram torniquetes de pressão em ambas as porções proximais das coxas e, em todo o período de intervenção, permaneceram inflados (20 minutos) a fim de favorecer maior acúmulo de metabólitos (Karabulut et al. 2011). A pressão do manguito usada durante o treinamento foi reajustada mensalmente até o 4º mês e, após esse período, foi realizado o treinamento com 50% até o término do protocolo de exercícios (Quadro 1), para evitar riscos à saúde, de acordo com Loenneke et al. (2014).

Quadro 1. Protocolo da pressão de restrição de fluxo sanguíneo (PRFS)

Tempo de Intervenção	Pressão de Restrição para Treinamento (%)
Familiarização (3 sessões)	20
Primeiro mês	20
Segundo mês	30
Terceiro mês	40
Quarto mês	50
Quinto mês	50
Sexto mês	50

Prescrição do exercício aeróbio pelo consumo de oxigênio máximo

O protocolo de banco de Cirilo, adaptado, foi utilizado com incremento manual das alturas dos *steps* de acordo com a estatura de cada voluntária, a fim de quantificar o VO_2 (ml/kg/min) de forma indireta e garantir incremento na velocidade de treinamento na esteira ergométrica (Sousa et al. 2014). O grupo CAM+RFS treinou com baixa carga (40% do VO_2 máx.) e o grupo CAM treinou com moderada carga (60% do VO_2 máx.). As reavaliações foram realizadas, pré e com 1, 3, 5 e 6 meses, após intervenção. Como as idosas foram classificadas como destreinadas o ritmo do teste utilizado foi de 116 toques por minuto, mensurado por metrônomo (Tagima® Japão) e uma escala de Borg foi utilizada para mensuração da percepção subjetiva de esforço - PSE (Borg and Noble 1974).

Densidade mineral óssea

Todas as voluntárias foram submetidas ao exame de Densitometria Mineral Óssea numa clínica especializada, em equipamento PRODIGY da Lunar-GE^R (GE Medical Systems Lunar, Madison, WI, EUA), pelo mesmo avaliador, com aquisição e análise de imagens da CL: L1/L4 em ântero-posterior, fêmur proximal direito para análise do CF e do FT, antes e após 24 semanas do programa de intervenção. A mínima variação significativa para a coluna lombar e fêmur total a ser considerada foi de 0,03 g/cm² e para o colo femoral de 0,035 g/cm² (Lewin et al. 1997).

Avaliação do biomarcador ósseo

A concentração sérica de osteocalcina (OC) foi avaliada como biomarcador de formação óssea. Para tanto, as amostras sanguíneas foram coletadas nos instantes pré, 12 e 24 semanas pós-intervenção, sempre por uma enfermeira do Hospital Universitário Lauro Wanderley da UFPB, entre 6 e 7h30, após jejum noturno.

As amostras coletadas foram coaguladas à temperatura ambiente e o soro foi separado por centrifugação e transferido para tubos de poliestireno, colocados a -80°C para serem transportados e analisados no Laboratório Hermes Pardini (Vespasiano, MG - Brasil). A concentração sérica de osteocalcina foi avaliada usando o reagente Elecsys, de acordo com um protocolo (EP5-A2) do *Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI), no equipamento MODULAR ANALYTICS E170 (ROCHE), e o intervalo de medição do ensaio de 0,5 a 300 ng/mL. O coeficiente de variação intraensaio é de 4,76% e o interensaio é de 8,00%.

Análise estatística

Os dados foram processados e analisados utilizando o programa *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS - 20.0) e os resultados plotados no *software GraphPad Prism* (5.03). Inicialmente, foi utilizada estatística descritiva, e verificada a normalidade dos dados (teste de Shapiro-Wilk) e a homogeneidade das variâncias (teste de Levene). Em seguida, foi aplicada a ANOVA (*one-way*) para dados paramétricos ou nos casos em que a distribuição da variável foi assimétrica, utilizou-se o teste de *Kruskal-Wallis* para comparação intergrupos no momento pré-intervenção a fim de verificar se os grupos partiram de condições similares. O desempenho dos grupos, ao longo do tempo, para as variáveis DMO (CL, CF e FT) e OC foi analisado por meio de Equações Estimadas Generalizadas (EEG) considerando a matriz de covariância autoregressiva (AR-1) e a função de ligação *log* com modelo de distribuição *gamma* (Ballinger 2004). A seleção de modelos para as variáveis ósseas foi baseada em *Quase Likelihood Independence Criterion* - QIC (Cui 2007). A normalidade dos resíduos foi verificada usando gráficos Q-Q e considerados plausíveis em cada instância. O teste *post hoc* de *Bonferroni* foi utilizado quando uma razão significativa foi identificada para efeito isolado dos fatores analisados

ou para interação entre eles. Associações entre grupo e variáveis categóricas foram verificadas pelo teste Exato de Fisher.

O tamanho do efeito (TE) d de *Cohen*, foi estimado para um delineamento das diferenças das médias dos grupos com tamanhos de amostra desiguais dentro de um desenho pré-pós-controle (Morris 2008) e interpretado como segue: $d < 0,20$ (trivial); $d = 0,20-0,59$ (pequeno); $d = 0,60-1,19$ (moderado); $d = 1,20-1,99$ (grande); $d = 2,00-3,99$ (muito grande) e; $d \geq 4,0$ (efeito quase perfeito), de acordo com Hopkins *et al.* (2009). Para fins do cálculo do TE, o grupo RFS foi considerado como grupo controle. Para a interpretação do d *Cohen*, foi utilizada a probabilidade de superioridade em % (Ruscio 2008; Ruscio and Mullen 2012). Para verificar a relação entre o nível plasmático de DMO da CL, CF e FT e OC com 24 semanas de intervenção utilizou-se o teste de correlação de *Spearman* (Rho - ρ), de acordo com a seguinte classificação: $\rho = 0-0,01$: muito baixa; $\rho = 0,1-0,3$: baixa; $\rho = 0,3-0,5$: moderada; $\rho = 0,5-0,7$: alta; $\rho = 0,7-0,9$: muito alta; $\rho = 0,9-1,0$: quase perfeita (Hopkins *et al.* 2009), adotando-se um nível de significância de 5%, para todas as comparações.

Resultados

Foi verificado, por meio da ANOVA (*one-way*) e *Kruskal-Wallis*, similaridade entre os grupos para todas as variáveis ($P > 0,05$), indicando que todos os grupos partiram de uma condição similar, exceto para a etnia.

Tabela 1 – Dados demográficos e antropométricos dos grupos do estudo

	Grupo CAM+RFS (n = 10)	Grupo CAM (n = 9)	Grupo RFS (n = 11)	P
Idade (anos)	64,1 ± 2,5	65,2 ± 5,3	68,4 ± 4,8	0,098‡
Etnia				
Branca	5 (50,0%)	2 (22,2%)	2 (18,2%)	0,045∞
Negra	5 (50,0%)	2 (22,2%)	3 (27,3%)	
Parda	0 (0,0%)	5 (55,6%)	6 (54,5%)	
Classificação da Osteoporose				
T-CL				
Normal	1 (10,0%)	2 (22,2%)	2 (18,2%)	

Osteopenia	6 (60,0%)	5 (55,6%)	5 (45,5%)	0,963 [∞]
Osteoporose	3 (30,0%)	2 (22,2%)	4 (36,4%)	
T-CF				
Normal	2 (20,0%)	2 (22,2%)	2 (18,2%)	
Osteopenia	8 (80,0%)	7 (77,8%)	7 (63,6%)	0,596 [∞]
Osteoporose	0 (0,0%)	0 (0,0%)	2 (18,2%)	
T-FT				
Normal	4 (40,0%)	6 (66,7%)	4 (36,4%)	
Osteopenia	5 (50,0%)	3 (33,3%)	6 (54,5%)	0,704 [∞]
Osteoporose	1 (10,0%)	0 (0,0%)	1 (9,1%)	
Massa corporal (kg)	64,7 ± 10,5	69,4 ± 8,2	64,9 ± 12,8	0,441 [◇]
Estatura (m)	1,52 ± 0,04	1,53 ± 0,05	1,50 ± 0,03	0,880 [◇]
IMC (kg/m²)	28,0 ± 4,1	29,7 ± 3,3	28,6 ± 5,7	0,563 [◇]

Legenda: T-CL= T score lombar; T-CF = T score Colo Fêmur; T-FT = T Score Fêmur Total.

Nota: dados são apresentados em média ± desvio padrão; idade, massa corporal, estatura e índice de massa corporal (IMC); ◇ = Anova; ‡ = Kruskal-Wallis; ∞ = Exato de Fisher.

De acordo com a Tabela 2, para todas as variáveis da DMO (CL, CF e FT), não foram observadas diferenças significantes ($P>0,05$) para grupo, avaliação ou interação (grupo X avaliação).

Tabela 2. Valores médios das variáveis de densitometria óssea ao longo das 24 semanas de intervenção

DXA	CAM + RFS		CAM		RFS		Valor de P		
	Média (EP)		Média (EP)		Média (EP)		G	T	GxT
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final			
CL	0,94(0,04)	0,95(0,04)	1,01(0,05)	1,00(0,05)	0,94(0,03)	0,95(0,02)	0,31	0,93	0,99
CF	0,79(0,03)	0,78(0,03)	0,89(0,05)	0,88(0,05)	0,81(0,04)	0,80(0,05)	0,17	0,94	0,99
FT	0,84(0,04)	0,86(0,04)	0,94(0,04)	0,93(0,04)	0,86(0,05)	0,85(0,05)	0,06	0,98	0,99

Legenda: CL = Coluna Lombar L1-L4 (g/cm²); CF = Colo do Fêmur (g/cm²); FT = Fêmur Total (g/cm²); G = Grupo; T = Avaliação; GxT = Grupo*Avaliação.

Conforme pode ser observado na Figura 2, não houve diferença entre os grupos para a OC ($W_{(2)}=0,27$; $P=0,87$), no entanto foi possível observar que, independente do grupo, todos os indivíduos apresentaram valores significativamente maiores 24 semanas pós-intervenção, quando comparado à

avaliação pré ($P=0,002$) e 12 semanas pós-intervenção ($P=0,006$). Sendo assim, independentemente do tipo de treinamento, efeitos positivos na osteocalcina foram evidenciados após 12 e 24 semanas de intervenção ($W_{(2)}=10,95$; $P<0,01$).

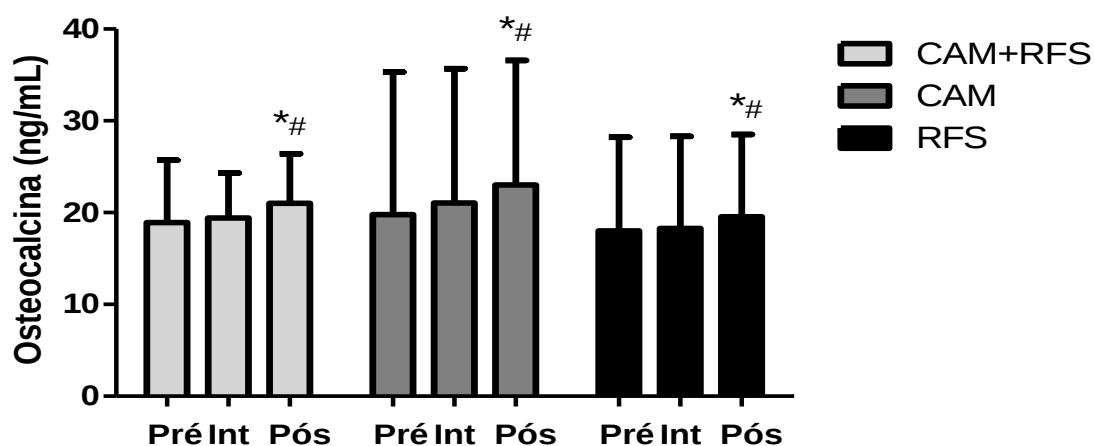


Figura 2 – Concentrações de osteocalcina nos diferentes momentos ao longo da intervenção

Legenda: CAM+RFS = caminhada com restrição de fluxo sanguíneo; CAM = caminhada; RFS = restrição de fluxo sanguíneo; Pré: avaliação inicial; Int: avaliação com 12 semanas; Pós: avaliação com 24 semanas.

Nota: (*) diferente da avaliação pré; (#) diferente da avaliação intermediária.

Com 12 semanas de intervenção, os grupos CAM+RFS ($d=0,256$) e CAM ($d=0,162$) apresentaram efeitos pequenos e o grupo RFS ($d=0,078$) apresentou efeito trivial. Porém, com 24 semanas de intervenção, houve efeito moderado ($d=1,00$) para o grupo CAM+RFS e pequenos ($d=0,342$; $d=0,447$) para os grupos CAM e RFS, respectivamente.

Efeito trivial foi observado na concentração de OC nos grupos de CAM+RFS e CAM quando comparados ao grupo RFS, com um efeito $d=0,027$ e $d=0,079$ após 12 semanas de intervenção e efeito trivial para ambos os grupos experimentais (CAM+RFS: $d=0,065$; CAM: $d=0,136$) 24 semanas pós-intervenção.

Quanto às correlações entre as variáveis da DMO (CL, CF e FT) *versus* OC, o teste de *Spearman* apresentou correlações muito baixas, baixas e não significantes: DMO, CL e OC ($\rho=0,02$; $P=0,92$; IC95% [-0,35 a 0,39]); DMO, CF e OC ($\rho=0,08$; $P=0,67$; IC95% [-0,30 a 0,44]) e DMO, FT e OC ($\rho=0,14$; $P=0,45$; IC95% [-0,24 a 0,49]).

Discussão

De acordo com a literatura atual, esse foi o primeiro estudo que realizou o TA com a RFS em mulheres idosas, com osteopenia/osteoporose, durante 24 semanas. Os principais achados do presente estudo foram: 1) a manutenção da DMO da CL, CF e FT, em todos os grupos e 2) aumentou o nível na OC e foram evidenciados após 12 e se acentua com 24 semanas de intervenção, independente do protocolo de intervenção (CAM+RFS, CAM e RFS) apresentando um efeito moderado, com 24 semanas pós-intervenção, para o grupo CAM+RFS.

Para as variáveis densitométricas, apenas no estudo de Hatori et al. (1993), verificou-se aumento significativo na DMO de 1,1% da CL ($P < 0,05$) com 28 semanas de intervenção, com protocolo de caminhada de alta intensidade (110% FC máx.) em mulheres após a menopausa. No presente estudo, pode-se observar uma manutenção na DMO, no grupo CAM apesar de ter utilizado, praticamente, 50% da intensidade na caminhada (60%VO₂ máx.) comparada ao estudo de Hatori et al. (1993).

Além disso, deve-se ressaltar que a maioria dos estudos de caminhada em idosas (Brooke-Wavell et al. 1997; Ebrahim et al. 1997; Brooke-Wavell et al. 2001; Yamazaki et al. 2004) fez, no mínimo, 48 semanas de intervenção, para observar alguma mudança detectável na DMO.

Martyn-St and Carroll (2008), em sua metanálise, observaram que houve efeito baixo, porém, significativo da caminhada, realizada diariamente, sobre a DMO do colo fêmur (0,014 g/cm²; IC95%: 0,000-0,028; $P = 0,05$), mas nenhum na coluna lombar, sugerindo que outras formas de exercício, que proporcionam maior carga, podem ser necessárias para preservar ou aumentar a DMO em mulheres após a menopausa.

No presente estudo, apesar de não haver ganho significativo, houve manutenção da massa óssea para CL, CF e FT em todos os grupos de intervenção, após 24 semanas. Pode-se destacar o fato de que, nos grupos CAM+RFS e RFS utilizou-se baixas cargas (40% VO₂ máx.) que mostra o mesmo resultado quando comparado ao grupo CAM que treinou com moderada intensidade (60% VO₂ máx.). A manutenção da DMO, no presente estudo, possivelmente, se deve ao aumento da ativação da via de sinalização do Fator Transcricional Induzido por Hipóxia (HIF) e, simultaneamente, da ativação do

Fator de Crescimento Endotelial Vascular (VEGF) que induz a angiogênese, consequentemente o suprimento de oxigênio e nutrientes para a osteogênese em função da RFS ser associada ou não ao exercício (Maher et al. 2003; Araldi and Schipani 2010).

Também, acredita-se que o aumento do fluido intersticial dentro do osso longo justaposto ao torniquete de oclusão, devido à elevação da pressão venosa com a isquemia local (Fritton and Weinbaum 2009), seja outro mecanismo que estimule formação óssea pela técnica de RFS.

Embora, nenhum estudo tenha verificado o efeito crônico do TA com RFS, sobre a saúde óssea, em idosas com osteoporose, apenas o estudo de Beekley et al. (2005), também utilizando caminhada com RFS verificou aumentos significantes de outro biomarcador de formação óssea (fosfatase alcalina específica para osso - FAO), no entanto, isso foi verificado em jovens saudáveis.

Bittar et al. (2018), numa revisão sistemática da RFS associada ao exercício, sobre a saúde óssea, encontraram 4 estudos (Beekley et al. 2005; Bembem et al. 2007; Karabulut et al. 2011; Kim et al. 2012), que analisaram a fosfatase alcalina específica para osso, como biomarcador de formação óssea, porém, no presente estudo, pelo baixo custo do exame e por ser um marcador mais específico para formação óssea, optou-se por utilizar a OC. A FAO é específica para a formação óssea, mas não elimina a reação cruzada com a isoforma hepática (15-20%), sendo mais específica e indicativa que a fosfatase alcalina total, porém menos específica que a osteocalcina (Seibel 2005).

Para estudos clínicos aleatorizados, o ideal é que se analise o efeito da intervenção em relação ao controle e para satisfazer essa condição fizemos o tamanho de efeito dos grupos no qual a probabilidade de superioridade de um participante selecionado, aleatoriamente, do grupo de treinamento CAM+RFS e CAM ter um nível plasmático de osteocalcina maior do que um participante do grupo controle (RFS) foi de 50%, após 12 semanas de intervenção. Após 24 semanas de intervenção, o grupo CAM+RFS apresentou 50% de probabilidade de superioridade e o grupo CAM apresentou 52,82%.

Em comparação ao estudo de Beekley et al. (2005) que, com 3 semanas de intervenção em homens saudáveis de 21 a 28 anos, com treinamento aeróbio obteve 61,14% de probabilidade de superioridade de um homem do grupo Kaatsu Training ter um nível plasmático de FAO maior do que um indivíduo do

grupo controle. Apesar da magnitude do efeito ter sido maior em relação ao presente estudo deve-se levar em consideração a diferença de sexo e idade, já que, em mulheres após a menopausa, deve-se levar em consideração à uma reabsorção óssea acentuada devido à queda do hormônio estrogênio e uma baixa formação.

Outra possível justificativa para o presente estudo ter uma magnitude de efeito pequena, seria a pressão de restrição de fluxo sanguíneo utilizadas nos grupos de intervenção com RFS. Nos estudos de Beekley et al. (2005) e Karabulut et al. (2011) que tiveram um efeito moderado, foi utilizada uma média de 170 mmHg de pressão, enquanto que, no presente estudo, utilizou-se uma média de 110 mmHg, pois o incremento na pressão era feito mensalmente, tendo iniciado com uma média muito baixa (50mmHg). Isso pode ser justificado pelo fato de se ter optado por trabalhar numa margem de segurança para a população de idosas sem nenhum risco à saúde das mesmas (Loenneke et al. 2014), no entanto para se ter uma maior resposta sobre a DMO, talvez, uma pressão um pouco mais elevada, sem causar desconforto, tivesse surgido maiores efeitos.

As possíveis limitações apontadas no presente estudo foram: 1) a baixa pressão de restrição de fluxo sanguíneo aplicada; 2) o tempo de intervenção curto, pois boa parte dos estudos utilizam 48 semanas; 3) a perda amostral considerável, que pode ter alterado os resultados e; 4) ausência de grupo controle, que não tivesse realizado nenhuma intervenção.

Conclusão

O presente estudo permitiu concluir que os três protocolos utilizados foram efetivos para a manutenção da DMO e aumento na OC com 24 semanas de intervenção, mostrando que a RFS é uma alternativa eficaz para a preservação da massa óssea. Logo, a população idosa poderá escolher o treinamento CAM+RFS, ou CAM, ou RFS de acordo com a sua preferência.

Futuras pesquisas são necessárias com a técnica de RFS associada ao exercício em idosas com protocolo superior a 24 semanas, e há a necessidade de estudar a pressão de restrição de fluxo sanguíneo ideal para a osteogênese, sem nenhum risco à saúde do idoso.

Referências

- Abe T, Fujita S, Nakajima T, Sakamaki M et al (2010) Effects of low-intensity cycle training with restricted leg blood flow on thigh muscle volume and VO₂max in young men. *J Sports Sci Med* 9:452-458.
- ACSM (2004) American college of sports medicine position stand: physical activity and bone health. *Med Sci Sports Exerc* 36:1985-1996. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000142662.21767.58>
- Araldi E, Schipani E (2010) Hypoxia, HIFs and bone development. *Bone* 47:190–196. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2010.04.606>
- Ballinger GA (2004) Using generalized estimating equations for longitudinal data analysis. *Organizational research methods* 7:127-150. <https://doi.org/10.1177/1094428104263672>
- Beck TW (2013) The importance of a priori sample size estimation in strength and conditioning research. *J Strength Cond Res* 27:2323-2337. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318278eea0>
- Beekley MD, Sato Y, Abe T (2005) KAATSU-walk training increases serum bone-specific alkaline phosphatase in young men. *Int J KAATSU Training Res* 1:77–81. <https://doi.org/10.3806/ijkr.1.77>
- Bemben DA, Fellers NL, Bemben MG et al (2000) Musculoskeletal responses to high- and low-intensity resistance training in early postmenopausal women. *Med Sci Sports Exerc* 32:1949–57.
- Bemben DA, Palmer IJ, Abe T et al (2007) Effects of a single bout of low intensity KAATSU resistance training on markers of bone turnover in young men. *Int J KAATSU Training Res* 3:21–26.
- Benedetti TB, Mazo GZ, Barros MVG (2004) Application of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) for evaluation of elderly women: concurrent validity and test-retest reproducibility. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 12:25-34. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2010v12N6P480>
- Bittar ST, Pfeiffer PS, Santos HH et al (2018) Effects of blood flow restriction exercises on bone metabolism: a systematic review. *Clin Physiol Funct Imaging* 1:1-6. <https://doi.org/10.1111/cpf.12512>
- Bocalini DS, Serra AJ, Dos Santos L et al (2009) Strength training preserves the bone mineral density of postmenopausal women without hormone replacement therapy. *J Aging Health* 21:519–27. <https://doi.org/10.1177/0898264309332839>
- Borg GAV, Noble BJ (1974) Perceived exertion. Wilmore JH. Editor (2th ed), *Exercise and Sport Sciences Reviews* (pp.31-53). New York: Academic Press.

- Brooke-Wavell K, Jones PRM, Hardman AE (1997) Brisk walking reduces calcaneal bone loss in post-menopausal women. *Clin Sci* 92:75-80 (Printed in Great Britain).
- Brooke-Wavell K, Jones PR, Hardman AE et al (2001) Commencing, continuing, and stopping brisk walking: effects on bone mineral density, quantitative ultrasound of bone, and markers of bone metabolism in postmenopausal women. *Osteoporos Int* 12:581-587.
- Cadore EL, Brentano MA, Kruel LFM (2005) Effects of the physical activity on the bone mineral density and bone remodeling. *Rev Bras Med Esporte* 11:338-344.
- Cui J (2007) QIC program and model selection in GEE analyses. *Stata journal* 7:209-220. <https://doi.org/10.1177/1536867X0700700205>
- Ebrahim S (1997) Randomized placebo-controlled trial of brisk walking in the prevention of postmenopausal osteoporosis. *Age Aging* 26:253-260. <https://doi.org/10.1093/ageing/26.4.253>
- Faul F, Erdfelder E, Buchner A et al (2009) Statistical power analyses using G*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods* 41:1149-1160 <https://doi.org/10.3758/BRM.41.4.1149>
- Franklin BA, Whaley MH, Howley ET (2000) ACSM's guidelines for exercise testing and prescription (6th ed), (pp.137-164). Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.
- Fritton SP, Weinbaum S (2009) Fluid and solute transport in bone: flow-induced mechanotransduction. *Annu Rev Fluid Mech* 41:347-374. <https://doi.org/10.1146/annurev.fluid.010908.165136>
- Gracia CR, Sammel MD, Freeman EW et al (2005) Defining menopause status: creation of a new definition to identify the early changes of the menopausal transition. *Menopause* 12:128-135.
- Giollo Júnior L, Martin J (2010) Índice tornozelo-braquial no diagnóstico da doença aterosclerótica carotídea. *Rev Bras Hipertens* 17:117-118.
- Hatori M, Hasegawa A, Adachi H et al (1993) The effects of walking at the anaerobic threshold level on vertebral bone loss in postmenopausal women. *Calcif Tissue Int* 52:411-414.
- Hopkins WG, Marshall SW, Batterham AM et al (2009) Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Med Sci Sports Exerc* 41:3-13. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31818cb278>
- Karabulut M, McCarron J, Abe T et al (2011) The effects of different initial restrictive pressures used to reduce blood flow and thigh composition on tissue oxygenation of the quadriceps. *J Sports Sci* 29:951-958. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.572992>

- Kim S, Sherk VD, Bembem MG, Bembem DA (2012) Effects of short term low intensity resistance training with blood flow restriction on bone markers and muscle cross-sectional area in young men. *Int J Exerc Sci* 5: 136-147.
- Laurentino GC, Ugrinowitsch C, Roschel H et al (2012) Strength training with blood flow restriction diminishes myostatin gene expression. *Med Sci Sports Exerc* 44:406-412. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318233b4bc>
- Lewiecki EM (2010) Benefits and limitations of bone mineral density and bone turnover markers to monitor patients treated for osteoporosis. *Curr Osteoporos Rep* 8:15–22. <https://doi.org/10.1007/s11914-010-0004-5>
- Lewin S, Gouveia CHA, Marone MMS et al (1997) Densidade mineral óssea vertebral e femoral de 724mulheres brancas brasileiras: influência da idade e do peso corporal. *Rev Ass Med Brasil* 43:127-36.
- Loenneke JP, Wilson GJ, Wilson JM (2010) A mechanistic approach to blood flow occlusion. *Int J Sports Med* 31:1-4. <https://doi.org/10.1055/s-0029-1239499>
- Loenneke JP, Thiebaud RS, Abe T et al (2014) Blood flow restriction pressure recommendations: the hormesis hypothesis. *Med Hypotheses* 82:623–626. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2014.02.023>
- Maher CG, Sherrington C, Herbert RD et al (2003) Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Phys Ther* 83:713-721.
- Martyn-St JM, Carroll S (2008) Meta-analysis of walking for preservation of bone mineral density in postmenopausal women. *Bone* 43:521-531. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2008.05.012>
- Morris SB (2008) Estimating effect sizes from pretest-posttest-control group designs. *Organizational Research Methods* 11:364-386. <https://doi.org/10.1177/1094428106291059>
- Neto EAP, Bittar ST, Silva JCG et al (2018) Walking with blood flow restriction improves the dynamic strength of women with osteoporosis. *Rev Bras Med Esporte* 24:135-139. <https://doi.org/10.1590/1517-869220182402175290>
- Ozaki H, Sakamaki M, Yasuda T et al (2011) Increases in thigh muscle volume and strength by walk training with leg blood flow reduction in older participants. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 66:257-263. <https://doi.org/10.1093/gerona/glq182>
- Palombaro KM (2005) Effects of walking-only interventions on bone mineral density at various skeletal sites: a meta-analysis. *J Geriatr Phys Ther* 28:102-107.
- Resnick HE, Lindsay RS, McDermott MMG et al (2004) Relationship of high and low ankle brachial index to all-cause and cardiovascular disease mortality:

the strong heart study. *Circulation* 109:733-739. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.0000112642.63927.54>

Ruscio J (2008) A probability-based measure of effect size: robustness to base rates and other factors. *Psychol Methods* 13:19-30. <https://doi.org/10.1037/1082-989X.13.1.19>

Ruscio J, Mullen T (2012) Confidence intervals for the probability of superiority effect size measure and the area under a receiver operating characteristic curve. *Multivariate Behav Res* 47:201-223. <https://doi.org/10.1080/00273171.2012.658329>

Sato Y (2005) The history and future of KAATSU training. *Int. J. Kaatsu Training Res* 1:1-5. <https://doi.org/10.3806/ijktr.1.1>

Seibel MJ (2005) Biochemical markers of bone turnover part I: biochemistry and variability. *Clin Biochem Rev* 26:97-122.

Shea B, Bonaiuti D, Lovine R et al (2004) Cochrane Review on exercise for preventing and treating osteoporosis in postmenopausal women. *Eur Med Phys* 40:199-209.

Sousa MSC, Aniceto RR, Neto GR et al (2014) Development and validation of an automated step ergometer. *J Hum Kinet* 43:113-124. <https://doi.org/10.2478/hukin-2014-0096>

Vechin FC, Libardi CA, Conceição MS et al (2015) Comparisons between low-intensity resistance training with blood flow restriction and high-intensity resistance training on quadriceps muscle mass and strength in elderly. *J Strength Cond Res* 29:1071-1076. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000703>

Yamazaki S, Ichimura S, Iwamoto J et al (2004) Effect of walking exercise on bone metabolism in postmenopausal women with osteopenia/osteoporosis. *J Bone Miner Metab* 22:500–508. <https://doi.org/10.1007/s00774-004-0514-2>

Artigo 3 - Artigo Original**O treinamento aeróbio com restrição de fluxo sanguíneo (TA+RFS) promove aumento da ativação muscular e força em idosas?**

Simoni Teixeira Bittar, Heleodório Honorato dos Santos, Maria Socorro Cirilo de Sousa

Revista: será submetido após considerações da banca ao *The Journal of Applied Physiology*

Qualis Capes: A1 / Fator de Impacto: 3,056

Resumo

A dinapenia é a perda de força muscular devido ao próprio envelhecimento que gera incapacidade funcional e quedas. O treinamento resistido e aeróbio, de alta intensidade, são importantes para melhorar a força e ativação muscular em idosas, no entanto, o treinamento de baixas cargas com restrição do fluxo sanguíneo (RFS) é uma alternativa aos métodos tradicionais de exercícios nessa população. O objetivo foi analisar os efeitos crônicos do treinamento aeróbio com RFS sobre a força e ativação muscular dos flexores e extensores do joelho, em idosas. Trinta mulheres (66,0±4,6 anos; 66,2±10,7 kg; 1,52±0,04 m; 28,7±4,5 kg/m²) foram aleatorizadas em três grupos: a - caminhada de baixa intensidade com restrição de fluxo sanguíneo (CAM+RFS à 40% do VO₂ máx.); b - caminhada de moderada intensidade e (CAM à 60% do VO₂ máx.); c - treinamento de restrição de fluxo sanguíneo (RFS). A avaliação da ativação muscular e força dos flexores e extensores do joelho foram realizados pré, 12 e 24 semanas de pós-intervenção. Para a análise dos dados realizou-se o teste de Equações Estimadas Generalizadas com teste de *post hoc* de *Bonferroni*, no software SPSS (20.0), considerando um $P \leq 0,05$ em todas as análises. Todos os grupos apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre as avaliações, para o EMG e a força na flexão ($W_{(2)}=27,09$; $P<0,01$; $W_{(2)}=75,37$; $P<0,01$); e extensão ($W_{(2)}=57,32$; $P<0,01$; $W_{(2)}=79,87$; $P<0,01$), respectivamente. Não houve diferença significativa entre os grupos ($P>0,05$), porém, houve interação entre pré X 24 sem. no EMG da flexão ($W_{(4)}=14,21$; $P=0,01$) e entre pré X 12 sem. e pré X 24 sem. no EMG da extensão ($W_{(4)}=19,10$; $P=0,01$) no grupo CAM+RFS. Quanto a força, ($W_{(4)}=9,67$; $P=0,04$), todos os grupos tiveram aumento entre pré X 24 sem. durante a flexão. A caminhada com baixa intensidade, associada à RFS pode ser uma estratégia de treinamento para melhorar da ativação muscular e força da musculatura do joelho, em idosas.

envelhecimento; exercício aeróbio; isquemia; eletromiografia

Abstract

Dynapenia is the loss of muscle strength due to aging itself that generates functional disability and falls. Resistant, aerobic, high-intensity training is important for improving muscle strength and activation in the elderly, however, low blood flow restriction (RFS) training is an alternative to traditional exercise methods in this population. The objective was to analyze the chronic effects of aerobic training with RFS on the muscular strength and activation of knee flexors and extensors in the elderly. Thirty women (66.0 ± 4.6 years, 66.2 ± 10.7 kg, 1.52 ± 0.04 m, 28.7 ± 4.5 kg / m²) were randomized into three groups: a - low intensity walking with restriction of blood flow (CAM + RFS at 40% of VO₂ max); b - moderate intensity walking and (CAM at 60% of VO₂ max); c - blood flow restriction training (RFS). The evaluation of muscle activation and strength of the knee flexors and extensors were performed pre, 12 and 24 weeks postintervention. For the data analysis, the Generalized Estimated Equations test was performed with Bonferroni post hoc test in SPSS software (20.0), considering a $P \leq 0.05$ in all analyzes. All groups presented statistically significant differences between the evaluations for EMG and flexural strength ($W_{(2)} = 27.09$, $P < 0.01$, $W_{(2)} = 75.37$, $P < 0.01$); and extension ($W_{(2)} = 57.32$, $P < 0.01$, $W_{(2)} = 79.87$, $P < 0.01$), respectively. There was no significant difference between the groups ($P > 0.05$), however, there was interaction between pre X 24 weeks in the EMG of the flexion ($W_{(4)} = 14.21$, $P = 0.01$) and between pre X 12 weeks and pre X 24 sem. in the extension EMG ($W_{(4)} = 19.10$, $P = 0.01$) in the CAM + RFS group. As for strength, ($W_{(4)} = 9.67$, $P = 0.04$), all groups had an increase between pre X 24 weeks during flexion. The walking with low intensity associated with RFS may be a training strategy to improve muscle activation and strength of the knee musculature in the elderly.

aging; aerobic exercise; ischemia, electromyography

Introdução

Com o envelhecimento há uma perda progressiva força (dinapenia) e de massa magra (sarcopenia). A dinapenia é a perda de força muscular que não está associada a doenças musculares ou neurológicas (12, 26), diminuição do número de neurônios motores, deficiência nutricional, sedentarismo e redução na produção de hormônios anabolizantes (11, 19), porém, contribui numa grande incapacidade funcional e alto risco de quedas na população idosa (16).

Assim nos últimos anos, a importância clínica de preservação da força muscular nos idosos vem crescendo absurdamente com o intuito de melhorar o desempenho físico e funcional. Nesse sentido, os exercícios aeróbios e de força tradicionais são comumente recomendados para melhorar a saúde e abrandar o impacto da incapacidade relacionado ao envelhecimento (8, 26). Segundo o Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM), o exercício resistido deve ser realizado com intensidades $\geq 65\%$ de uma repetição máxima (1RM) para

promover ganhos de força e hipertrofia (4, 51) e o exercício aeróbio tradicional deve ser praticado com intensidades acima de 75% do $\text{VO}_2\text{máx.}$, com o intuito de aumentar a resposta cardiorespiratória e muscular (25). No entanto, esse tipo de intensidade de treino pode não ser viável para a maioria da população idosa devido a doenças articulares ou alterações neuromusculares que limitam a capacidade física (15).

Com isso, os japoneses há quase 50 anos desenvolveram um método denominado KAATSU *training* que consiste na utilização de cargas baixas (20 a 30% de 1RM) em combinação com a restrição de fluxo sanguíneo (RFS) promovidas por meio de bandas elásticas ou esfigmomanômetros padrões (54). A técnica de RFS tem sido estudada como outra alternativa associada ao treinamento resistido e aeróbio para ganho de força (13, 41, 42, 45) na população idosa e melhora na ativação muscular (57, 62) nos adultos jovens. O estudo de Abe et al. (2, 3), mostra que o treinamento aeróbio com baixa intensidade (20-40% do $\text{VO}_2\text{máx.}$), associada à RFS, teve aumento na força muscular e na área de secção transversa (AST) semelhante ao fortalecimento muscular com RFS em adultos jovens. Portanto, faltam estudos que comparem o efeito do treinamento aeróbio com RFS na ativação e força muscular na senescência.

Foi hipotetizado que o (TA+RFS) promove aumento na força e ativação muscular de idosas similar ao TA de moderada intensidade. Portanto, o presente estudo teve como objetivo analisar os efeitos crônicos do treinamento aeróbio com RFS (TA+RFS) sobre a força e ativação muscular dos flexores e extensores do joelho em idosas.

Materiais e Métodos

Sujeitos

Mulheres com idade igual ou superior a 60 anos, com osteopenia ou osteoporose em pelo menos uma das áreas analisadas, como: coluna lombar (CL), colo do fêmur (CF) e fêmur total (FT), em período natural de pós-menopausa; com pelo menos 12 meses de intervalo da última menstruação (21); sem fazer uso de terapia hormonal até 3 meses antes do estudo; sem praticar treinamento aeróbio; insuficientemente ativas e funcionalmente independentes de acordo com o IPAQ - forma longa (7); com índice tornozelo-braquial (ITB) entre 0,91 e 1,30 (23); sem doenças osteomioarticulares e cardiorrespiratórias

que as impossibilitassem de realizar atividade física, neoplasias, doença renal, não usuárias de medicamentos que interferissem no metabolismo ósseo; não tabagistas e que não fizessem uso de álcool, regularmente.

Foram excluídas as voluntárias que: apresentassem dores ou disfunções osteomioarticulares durante o protocolo de exercícios; tivessem frequência inferior a 85% e as que desistissem de participar do estudo.

Primeiramente, todos os procedimentos do estudo foram explicados às voluntárias e estas estando cientes, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) elaborado de acordo com a declaração de Helsinque. O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos do Centro de Ciências da Saúde da UFPB (CEP/CCS/UFPB), atendendo aos requisitos do Conselho Nacional de Saúde (CNS) do Brasil, de acordo com a Resolução 466/12 (67125317.1.0000.5188), cadastrado na plataforma de Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (ReBEC: RBR-3d957w).

Todas as voluntárias foram instruídas a não mudarem seus hábitos alimentares durante o estudo (6 meses), estando livres de restrições na dieta ou algum tipo de aconselhamento nutricional.

Cálculo amostral

À priori, um cálculo do tamanho da amostra ($f=0,25$; poder=0,80; $\alpha=0,05$; 3 grupos e 3 medidas) foi realizado no *software* G* Power 3.1.9.4, conforme as recomendações de Faul et al. (20) e Beck (6) e um mínimo de 36 sujeitos foi estimado. Em princípio, 60 idosas foram selecionadas para avaliação do ITB a fim de realizar uma triagem para entrada nos protocolos. Porém, destas, 14 não puderam participar do estudo: a) cinco (5) não atenderam aos critérios de inclusão e; b) nove (9), não tinham horário disponível.

Das 46 voluntárias que participaram da alocação, 3 delas não puderam iniciar o protocolo, e as 43 restantes foram divididas, aleatoriamente (www.randomization.com.br), em 3 grupos: 1) grupo Caminhada e Restrição de Fluxo Sanguíneo (CAM+RFS: $n=15$); 2) grupo Caminhada (CAM: $n=14$); e, 3) grupo Restrição de Fluxo Sanguíneo (RFS: $n=14$) e no total, finalizaram o estudo 30 idosas: $66,0 \pm 4,6$ anos; $66,2 \pm 10,7$ kg; $1,52 \pm 0,04$ m; $28,7 \pm 4,4$ kg/m² (Figura 1). Logo, houveram 13 perdas no total (CAM+RFS: $n=5$; CAM: $n=5$; RFS: $n=3$).

O período de intervenção foi de 24 semanas, realizando 3 sessões por semana, por 20 minutos, cada sessão. O grupo CAM+RFS realizou a caminhada associada à RFS, na esteira ergométrica, com 40% do $VO_{2máx.}$; o grupo CAM, realizou a caminhada com 60% $VO_{2máx.}$ (sem RFS) e o grupo RFS não realizou nenhum tipo de exercício, apenas foi submetido a técnica de RFS.

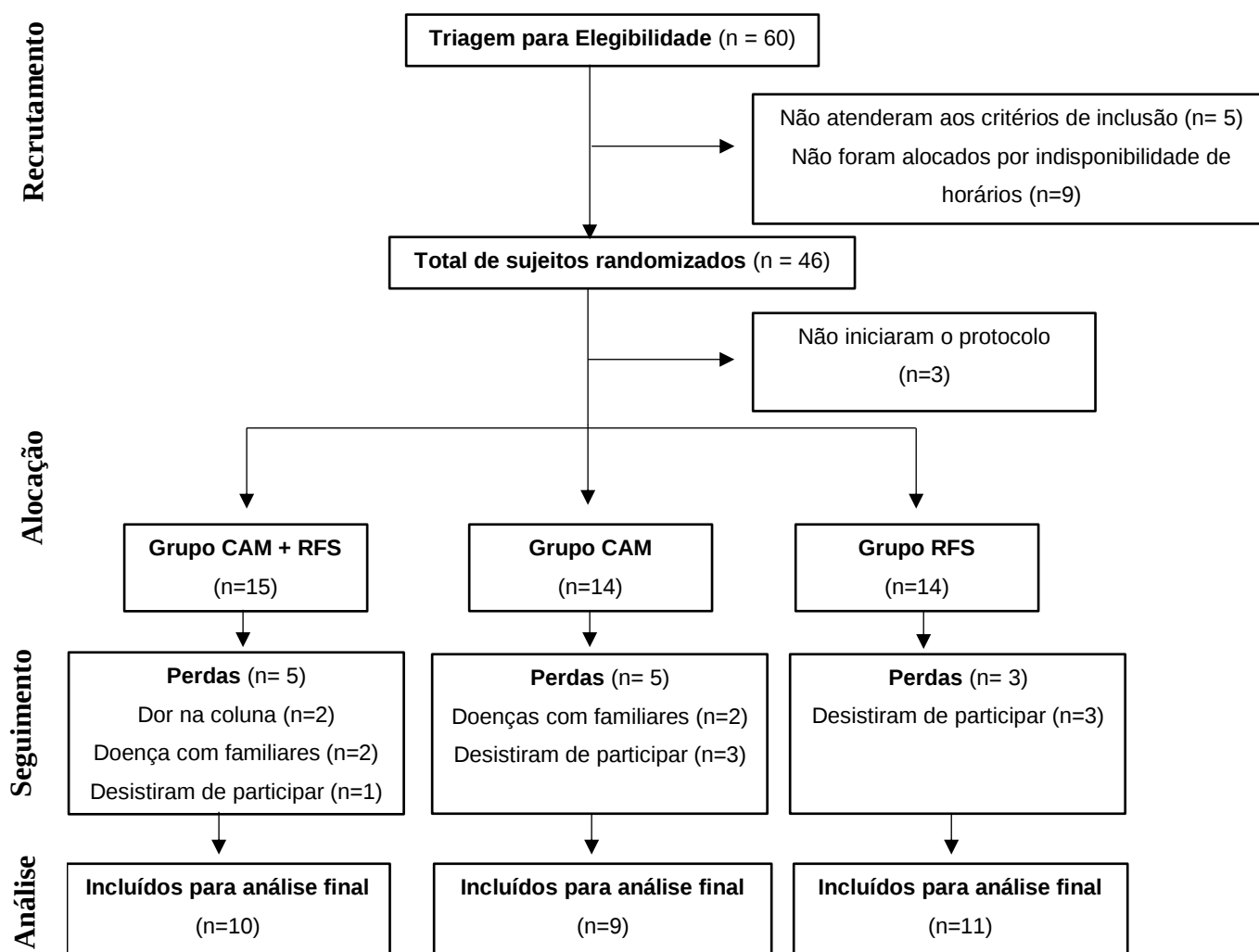


Figura 1. Fluxograma da amostra

Desenho do estudo

Todas as voluntárias responderam ao IPAQ, com o objetivo de verificar se atendiam aos critérios de inclusão do estudo. As voluntárias, estando aptas a realizar a intervenção, foram orientadas, sempre nos dias de testes, a não ingerir alimentos com cafeína, guaraná em pó ou qualquer outra substância ergogênica (30 minutos antes) e a não realizar outros tipos de exercícios (24 horas antes).

Na primeira visita ao laboratório, foram registrados dados seguintes das seguintes variáveis: ITB, antropometria, determinação da Pressão de Restrição de Fluxo Sanguíneo (PRFS), e VO_2 máx.; no segundo dia: eletromiograma (EMG) e força muscular e; no terceiro dia: 3 sessões de familiarização seguida da intervenção propriamente dita, durante 24 semanas, com avaliações da força e ativação muscular, pré e após 12 e 24 semanas (Figura 2).



Figura 2. Desenho do Estudo

Legenda: ITB = Índice tornozelo Braquial; PRFS = Pressão de Restrição de Fluxo Sanguíneo; VO_2 máx. = Consumo Máximo de Oxigênio; EMG = Eletromiograma.

O ITB foi mensurado com um critério de segurança para determinar o risco para doenças arteriais obstrutivas de membros inferiores (23, 48). Foram aferidas as pressões sistólicas nos membros inferiores na altura do tornozelo (artéria tibial posterior ou pediosa) e superiores (artéria braquial), por meio de um Doppler vascular portátil (MedPeg® DV -2001, Ribeirão Preto, SP, Brasil), de alta frequência: 5 a 10 MHz, para aumentar a acurácia do exame e esfigmomanômetro. Posteriormente, o índice foi calculado, bilateralmente, e consistirá na razão entre a pressão arterial sistólica do tornozelo sobre a pressão arterial sistólica braquial.

Protocolo do ponto de restrição de fluxo sanguíneo

A PRFS foi obtida por meio do Doppler vascular (MedPeg® DV – 2001; Ribeirão Preto, SP - Brasil), e para tal a sonda foi posicionada sobre a artéria tibial posterior ou pediosa para determinar a pressão arterial (mmHg) da RFS dos membros inferiores. As voluntárias permaneceram em decúbito dorsal e um esfigmomanômetro padrão, de pressão arterial para obesos (largura 180 mm; comprimento 900 mm) foi fixado na região da prega inguinal em ambas as coxas

e inflado até o ponto em que o pulso auscultatório da artéria tibial foi interrompido (33).

As voluntárias do grupo CAM+RFS e RFS usaram torniquetes de pressão em ambas as porções proximais das coxas e, todo o período de intervenção, permaneceram inflados, por 20 minutos, a fim de favorecer maior acúmulo de metabólitos (31). A pressão do manguito, usada durante o treinamento, foi reajustada, mensalmente, até o 4º mês, e a partir daí, o treinamento foi mantido com 50% da PRFS até o término do protocolo de exercícios (Quadro 1) para evitar riscos à saúde (38).

Quadro 1. *Protocolo da pressão de RFS*

Tempo de Intervenção	Pressão de Restrição para Treinamento (%)
Familiarização (3 sessões)	20
Primeiro mês	20
Segundo mês	30
Terceiro mês	40
Quarto mês	50
Quinto mês	50
Sexto mês	50

Prescrição do exercício aeróbio pelo consumo de oxigênio máximo

Para quantificar VO₂ (ml/kg/min) de forma indireta e garantir incremento na velocidade de treinamento na esteira, foi realizado um teste submáximo de subida e descida do ergômetro de *step* com incremento da altura do mesmo, de acordo com a estatura individual de cada voluntária (14). Como as idosas foram classificadas como destreinadas, o ritmo do teste utilizado foi de 116 toques por minuto, mensurados por um metrônomo (Tagima® Japão). As reavaliações foram feitas com 0, 1, 3, 5 e 6 meses pós-intervenção. Durante todas as sessões de treinamento, a FC e a percepção subjetiva de esforço / PSE (10) foram registradas no 5º, 10º, 15º e 20º minuto de cada sessão.

Dinamometria e eletromiografia da extensão e flexão do joelho

Após o aquecimento de 5 minutos em bicicleta ergométrica a 25W, a medida da força isométrica máxima foi coletada, com a voluntária sentada na cadeira de *Bonett* (adaptada) mantendo o joelho no ângulo de 60°, para os extensores, e de 30° para os flexores, mensurados por flexímetro (Instituto Code de Pesquisa – Brasil), tomando-se como referência a extensão do joelho (0°). Todas as voluntárias se posicionaram, com o tronco apoiado no encosto a $\cong 85^\circ$ do assento e estabilizados por cintos de contenção nas regiões do tronco e pelve, bem como na coxa do membro inferior a ser avaliado (Figura 3). Durante todos os procedimentos de teste as voluntárias foram orientadas a segurar, firmemente, nos apoios laterais do assento, de forma a manter todos os segmentos corporais estabilizados (24, 51).

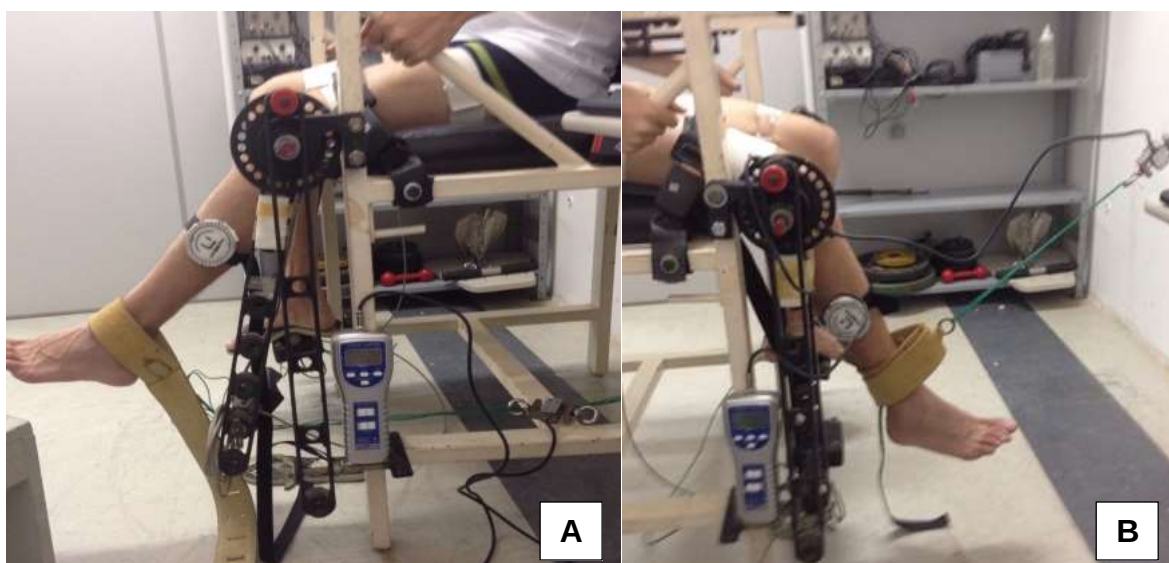


Figura 3. Medida da força de extensores (A) e flexores (B) do joelho

Para medida de força foi utilizado um dinamômetro digital portátil (modelo DD-300, Instrutherm Ltd., Brasil) e o teste consistiu em uma série de 3 contrações isométricas voluntárias máximas (CIVM), ao mesmo tempo que a voluntária recebia um estímulo vocal do avaliador “força, força, força”, mantendo cada contração, por 5 segundos, com intervalo de 1 minuto entre elas, e registrada a média dos 3 picos de força (PF) obtidos, para cada voluntária.

A atividade elétrica dos músculos VM, VL, ST e BF foi registrada, concomitante a avaliação da força, utilizando um eletromiógrafo (modelo W4X8, Biometrics Ltd., UK) de 8 canais, *bluetooth*, apresentando as seguintes características técnicas: *hardware* com placa de conversão analógico-digital

(A/D) de 12 bits; amplificador com ganho de 1000 vezes; filtro passa banda de 20 a 500 Hz (*Butterworth* de 2ª ordem); razão de rejeição de modo comum (RRMC) > 100 dB; taxa de ruído do sinal < 3 µV RMS; impedância de 10⁹ Ohms; eletrodos superficiais, bipolares, ativos, simples diferencial, com pré-amplificação de 20 vezes - fixados conforme Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles – SENIAM (29), eletrodo de referência e um *software* DataLOG para coleta e análise de sinais com frequência de amostragem de 1000 Hz.

Para o VL, o eletrodo foi posicionado a 80% na linha entre a espinha íliaca anterior superior (EIAS) e o espaço articular na borda anterior do ligamento lateral; para o VM, foi posicionado a 80% na linha entre a EIAS e do espaço articular na frente da borda anterior do ligamento medial; para BF, foi posicionado a 50% da linha entre a tuberosidade isquiática e do epicôndilo lateral da tíbia e; para o ST, foi posicionado a 50% da linha entre a tuberosidade isquiática e do epicôndilo medial da tíbia (29).

Inicialmente, foi feita a tricotomia e limpeza da pele, com álcool a 70%, e para garantir o posicionamento dos eletrodos e minimizar problemas comuns de localização de sensores apontados em estudos de EMG, eles foram fixados, pelo mesmo avaliador, utilizando tintura de Henna para marcação dos pontos e, em todas as avaliações, o eletrodo de referência foi fixado no maléolo lateral do membro contra-lateral.

Para o processamento do sinal de EMGs, dos 5 segundos de registro, foram ignorados o primeiro e o último segundo e considerados os 3 s centrais, do janelamento, em cada músculo (VL, VM, BF e ST) para os movimentos de extensão e flexão do joelho, respectivamente, e adotando-se a *Root Mean Square* (RMS) como padrão, em todas as análises (53).

O valor de referência para a normalização do sinal EMGs (valor %) foi o pico da contração isométrica voluntária máxima (CIVM), de cada músculo, somando-se os valores do VL + VM na extensão e, do BF + ST na flexão do joelho (49) para garantir a comparação entre sujeitos e grupos. Tanto para registro da força quanto da atividade eletromiográfica, foi feita uma aleatorização (www.randomization.com) entre o membro dominante (MD) e não dominante (MND) para iniciar a coleta dos dados.

Análise estatística

Os dados foram processados e analisados utilizando o programa *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS - 20.0), enquanto que os resultados foram plotados no software *GraphPad Prism* (5.03). Inicialmente, foi utilizada estatística descritiva, e verificada a normalidade dos dados (teste de *Shapiro-Wilk*) seguida da análise de variância de um fator (ANOVA *one-way*) para dados paramétricos ou nos casos em que a distribuição da variável foi assimétrica, utilizou-se o teste de *Kruskal-Wallis* para comparação intergrupos.

Para as variáveis de eletromiografia que apresentaram ausência de valores nas avaliações intermediárias, foi realizada análise de imputação simples pela repetição do último valor (36). O desempenho dos grupos ao longo do tempo, para as variáveis de ativação e força muscular foi analisado por meio de Equações Estimadas Generalizadas (EEG). Foi utilizada a matriz de covariância autorregressiva (AR-1) e a função de ligação *log* com modelo de distribuição *gamma* (5). A seleção de modelos para as variáveis ativação (EMG) e força muscular foi baseada no menor valor de *Quase Likelihood Independence Criterion* / QIC (17). A normalidade dos resíduos foi verificada usando gráficos Q-Q e considerada plausível em cada modelo. O teste *post hoc* de *Bonferroni* foi utilizado quando uma razão significativa foi identificada para efeito isolado dos fatores analisados ou para interação entre eles.

O tamanho do efeito (*d* de Cohen) foi estimado para um delineamento das diferenças das médias de grupos com tamanhos de amostra desiguais dentro de um desenho pré-pós-controle (40) e interpretado como segue: $d < 0,20$: trivial; $d = 0,20-0,59$: pequeno; $d = 0,60-1,19$: moderado; $d = 1,20-1,99$: grande; $d = 2,00-3,99$: muito grande e; $d \geq 4,0$: quase perfeito (30). Para fins do cálculo do TE, o grupo RFS foi considerado como grupo controle e, para a interpretação do *d* Cohen, foi utilizada a probabilidade de superioridade em percentual (%). O tamanho do efeito informa a probabilidade de que uma pessoa escolhida aleatoriamente do grupo de tratamento tenha uma pontuação maior do que uma pessoa escolhida aleatoriamente do grupo de controle (50, 51).

Para verificar a correlação entre a força dos flexores e extensores do joelho e ativação muscular (EMG) com 0, 12 e 24 semanas de intervenção utilizou-se o teste de correlação de *Spearman*, considerando-se os seguintes valores de *Rho* (ρ): 0,00 = nula; 0,01 a 0,30 = fraca; 0,31 a 0,60 = moderada;

0,61 a 0,90 = forte; 0,91 a 0,99 = muito forte e; 1 = plena ou perfeita (30), adotando-se um nível de significância de $P \leq 0,05$ para todas as comparações.

Resultados

Na comparação intergrupos não houve diferenças significantes para a força muscular dos flexores do joelho ($P=0,888$); dos extensores do joelho ($P=0,932$); nem para ativação muscular dos flexores ($P=0,227$) e dos extensores do joelho ($P=0,283$), pré-intervenção.

Tabela 1. Dados demográficos, osteopênicos e antropométricos dos sujeitos que participaram do estudo

Variáveis	Total (n=30)	Grupo CAM+RFS (n = 10)	Grupo CAM (n = 9)	Grupo RFS (n = 11)
<i>Idade (anos)</i>	66,0 ± 4,6	64,1 ± 2,5	65,2 ± 5,3	68,4 ± 4,7
<i>Etnia</i>				
Branca	9 (30,0%)	5 (50,0%)	2 (22,2%)	2 (18,2%)
Negra	10 (33,3%)	5 (50,0%)	2 (22,2%)	3 (27,3%)
Parda	11 (36,7%)	0 (0,0%)	5 (55,6%)	6 (54,5%)
<i>DMO</i>				
T-CL				
Normal	5 (16,7%)	1 (10,0%)	2 (22,2%)	2 (18,2%)
Osteopenia	16 (53,3%)	6 (60,0%)	5 (55,6%)	5 (45,5%)
Osteoporose	9 (30,0%)	3 (30,0%)	2 (22,2%)	4 (36,4%)
T-CF				
Normal	6 (20,0%)	2 (20,0%)	2 (22,2%)	2 (18,2%)
Osteopenia	22 (73,3%)	8 (80,0%)	7 (77,8%)	7 (63,6%)
Osteoporose	2 (6,7%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	2 (18,2%)
T-FT				
Normal	14 (46,7%)	4 (40,0%)	6 (66,7%)	4 (36,4%)
Osteopenia	14 (46,7%)	5 (50,0%)	3 (33,3%)	6 (54,5%)
Osteoporose	2 (6,7%)	1 (10,0%)	0 (0,0%)	1 (9,1%)
Massa corporal (kg)	66,2 ± 10,7	64,7 ± 10,5	69,4 ± 8,2	64,9 ± 12,8
Estatura (m)	1,52 ± 0,04	1,52 ± 0,04	1,53 ± 0,05	1,50 ± 0,03
IMC (kg/m²)	28,7 ± 4,5	28,0 ± 4,1	29,7 ± 3,3	28,6 ± 5,7

Legenda: T-CL = T score lombar; T-CF = T score Colo Fêmur; T-FT = T Score Fêmur Total; IMC = índice de massa corporal.

Nota: dados são apresentados em frequência absoluta e relativa; média ± desvio padrão.

Na análise intragrupo, todos os grupos apresentaram diferença estatisticamente significativa para o EMG dos flexores ($W_{(2)}=27,09$; $P<0,01$) e extensores do joelho ($W_{(2)}=57,32$; $P<0,01$); e força dos flexores ($W_{(2)}=75,37$; $P<0,01$) e extensores do joelho ($W_{(2)}=79,87$; $P<0,01$) com relação ao tempo (pré, 12 e 24 semanas). A ativação muscular (EMG) dos extensores aumentou em todos os momentos, no entanto a ativação dos flexores aumentou na avaliação final comparada a inicial. Em nenhuma variável houve efeito dos grupos: EMG dos flexores ($P=0,62$); EMG dos extensores do joelho ($P=0,28$); força dos flexores ($P=0,78$) e extensores do joelho ($P=0,99$).

A análise de interação grupo*avaliação foi significativa para o EMG dos flexores do joelho ($W_{(4)}=14,21$; $P=0,01$), no qual o grupo CAM+RFS apresentou valores superiores com 24 semanas de intervenção ($P<0,01$) comparado a inicial. Para o EMG dos extensores do joelho ($W_{(4)}=19,10$; $P=0,01$), a interação grupo*avaliação mostrou-se significativa no grupo CAM+RFS, no qual valores da ativação muscular foram superiores na avaliação intermediária e final ($P<0,01$) em relação ao inicial. E no grupo RFS, houve aumento significativo da avaliação final para intermediária ($P<0,01$), para a inicial ($P<0,01$) e para a avaliação inicial do CAM+RFS ($P=0,002$). A força dos flexores ($W_{(4)}=9,67$; $P=0,04$) mostrou-se significativa, evidenciando que todos os grupos melhoraram entre a avaliação inicial e final ($P<0,01$), onde o grupo CAM e grupo RFS evoluíram entre a avaliação intermediária e final ($P<0,01$), e o grupo CAM+RFS ($P<0,01$) evoluiu entre a avaliação inicial e intermediária ($P<0,01$).

A respeito da interação grupo*avaliação, pode-se observar que a força de flexores de joelho, no grupo CAM+RFS, não se alterou, e entre os grupos CAM e RFS, a força final do CAM é maior que a inicial do RFS ($P<0,05$).

A ativação muscular (EMG) dos flexores, após 12 e 24 semanas de intervenção, apresentou efeito moderado, tanto no grupo CAM+RFS ($TE = 0,602$; e $TE = 0,602$), quanto no grupo CAM ($TE = 0,599$ e $TE = 0,599$), respectivamente, comparado ao grupo RFS (controle).

Para o EMG dos extensores, o grupo CAM+RFS obteve efeito pequeno ($TE = 0,211$) com 12 semanas e moderado ($TE = 1,055$) com 24 semanas, comparado ao controle (RFS), enquanto que o grupo CAM, obteve efeito trivial, tanto com 12 ($TE = 0,154$) quanto com 24 semanas ($TE = 0,000$), respectivamente, também comparado ao grupo RFS.

Quanto a força muscular, no movimento de flexão, o grupo CAM+RFS apresentou um efeito trivial com 12 (TE = -0,029) e 24 semanas (TE = 0,169); enquanto que o grupo CAM apresentou um efeito trivial (TE = 0,072) e moderado (TE = 0,920), para 12 e 24 semanas, respectivamente, sempre comparado ao grupo RFS (controle). Já, para o movimento de extensão, o grupo CAM+RFS apresentou um efeito trivial (TE = 0,116) e pequeno (TE = 0,251), enquanto que o grupo CAM apresentou um efeito trivial, após 12 (TE = 0,040) e 24 (TE = 0,160) semanas de intervenção, respectivamente.

Entre força e ativação muscular dos flexores e extensores do joelho, as correlações foram baixas e não significantes ($P > 0,05$) na avaliação pré ($\rho = -0,28$; $P = 0,13$ e $\rho = 0,02$; $P = 0,92$; respectivamente), 12 ($\rho = 0,07$; $P = 0,69$ e $\rho = 0,01$; $P = 0,95$; respectivamente) e 24 semanas ($\rho = 0,01$; $P = 0,95$ e $\rho = 0,07$; $P = 0,72$; respectivamente).

Tabela 2. Valores de média, erro padrão (EP) e de significância (P) do nível de ativação muscular normalizado e força muscular dos flexores e extensores do joelho ao longo de 24 semanas de intervenção

Variáveis	Grupo CAM + RFS Média (EP)			Grupo CAM Média (EP)			Grupo RFS Média (EP)			Valor-P		
	Inicial	Inter	Final	Inicial	Inter	Final	Inicial	Inter	Final	G	T	GxT
EMG_FJ	0,49 (0,02)	0,53 (0,02)	0,55 (0,01)*	0,50 (0,02)	0,54 (0,01)	0,56 (0,01)	0,51 (0,02)	0,51 (0,02)	0,53 (0,02)	0,62	<0,01	<0,01
EMG_EJ	0,46 (0,02)	0,49 (0,03)*	0,55 (0,02)*	0,52 (0,03)	0,55 (0,03)	0,56 (0,03)	0,52 (0,01)	0,54 (0,01)	0,56 (0,01)*#†	0,28	<0,01	<0,01
For_FJ	128,7 (11,57)	137,3 (11,67)*	161,4 (11,72)*#	122,5 (10,53)	134,6 (13,99)*	180,2 (12,43)*#††	121,4 (10,40)	131,0 (11,57)*	148,1 (13,06)*#	0,78	<0,01	0,04
For_EJ	229,7 (15,05)	249,8 (18,33)	290,1 (19,02)	233,6 (20,40)	249,4 (22,09)	289,5 (26,77)	239,8 (19,77)	253,0 (22,66)	285,4 (21,53)	0,99	<0,01	0,83

Legenda: EMG_FJ = ativação dos flexores do joelho (semitendíneo+bíceps femoral); EMG_EJ = ativação dos extensores do joelho (vasto medial+vasto lateral); For_FJ = Força dos Flexores do Joelho (kgf); For_EJ = Força dos Extensores de Joelho (kgf), G = Grupo; T = Tempo; GxT: interação Grupo*Tempo.

Nota: (*) diferente da avaliação inicial intragrupo; (#) diferente da avaliação intermediária intragrupo; † diferente da avaliação inicial do grupo CAM+RFS; †† diferente da avaliação inicial do grupo RFS; (P < 0,05).

Discussão

De acordo com a literatura atual, esse foi o primeiro estudo a verificar o efeito crônico da ativação e da força muscular em idosas após caminhada com RFS, no qual, os principais achados foram: a) aumento significativo da ativação e da força muscular, em todos os momentos, independentemente da intervenção realizada; b) interação Grupo X Avaliação para no EMG dos flexores ($P=0,01$) e extensores do joelho ($P=0,01$), além da força de flexão do joelho ($P=0,04$), porém; c) as correlações entre força X EMG foram baixas e não significantes, em todos os momentos (pré, 12 e 24 semanas).

Com relação à ativação muscular dos extensores do joelho, após 24 semanas de intervenção, no presente estudo foi observado um efeito moderado, no grupo CAM+RFS e trivial para o grupo CAM. No estudo Sousa et al. (57) realizado com jovens saudáveis, após 6 semanas de treino, tanto o grupo que treinou força + RFS (30% de 1RM) o grupo de treinamento de força de alta intensidade (80% de 1RM) obtiveram um efeito pequeno quando comparado com o grupo controle (treino de força a 30% 1RM, sem RFS).

O presente estudo apesar de ter sido com idosas submetidas ao treino aeróbio, a magnitude de efeito foi superior ao estudo de Sousa et al. (57). Provavelmente, isto se deva ao tempo de duração do protocolo (24 semanas), pois, segundo Kubo et al. (32) e Frontera et al. (22), quando a pesquisa envolve idosos, o primordial é realizar um estudo acima de 12 semanas. Os achados desta investigação apontam que há uma chance de 76% de que uma pessoa escolhida, aleatoriamente, do grupo de CAM+RFS tenha uma maior ativação dos extensores do joelho do que uma pessoa escolhida, aleatoriamente, do grupo controle (probabilidade de superioridade).

Exercícios com baixa carga associados à RFS têm aumentado à ativação muscular (59, 62). Fisiologicamente, à redução no aporte de oxigênio e acúmulo de metabólitos pela própria técnica de RFS com os manguitos pressionados na porção proximal das coxas, leva ao aumento significativo do recrutamento de fibras de contração rápida (tipo II) para manutenção e preservação da força (39, 60, 61).

Quanto aos efeitos pequeno e trivial para a força dos extensores do joelho, observados nos grupos CAM+RFS e CAM, respectivamente, 24 semanas pós-intervenção, os achados desta investigação apontam que há uma chance de

56% e 53% de que uma pessoa escolhida aleatoriamente do grupo de CAM+RFS e do grupo CAM tenha uma maior força dos extensores do joelho do que uma pessoa escolhida aleatoriamente do grupo controle (probabilidade de superioridade). Sendo que os estudos de CAM e RFS de Abe et al. (3); Ozaki et al. (41, 42) apresentaram TE superior ao encontrado no presente estudo, como: 0,616; 1,086 e 1,618, respectivamente.

E para F.Flex., o tamanho do efeito encontrado indica que há uma chance de 53% de que uma pessoa escolhida aleatoriamente do grupo de CAM+RFS e 74% do grupo CAM tenha uma maior força dos flexores do joelho do que uma pessoa escolhida aleatoriamente do grupo controle (probabilidade de superioridade). Logo a intervenção de moderado VO₂ máx. teve magnitude superior à de baixa intensidade e RFS, provavelmente devido a baixa pressão de RFS. Segundo Abe et al. (3); Ozaki et al. (41, 42) apresentaram TE: 0,760; 1,550 e 3,228, respectivamente para os grupos de caminhada associada à técnica de RFS (baixa intensidade- 45% da frequência cardíaca de reserva- FCR).

No presente estudo, o aumento de intensidade de treino pelo VO₂ máx. foi realizado a cada 8 semanas para garantir um estímulo para força muscular, já nos estudos de Abe et al. (3); Ozaki et al. (41, 42) permaneciam com a velocidade de caminhada constante durante todo período de intervenção. O presente estudo teve uma média de velocidade de treino na esteira de 4,4 km/h o que corrobora o estudo de Slys, Stultz e Burr (56), no qual relata que, para incremento da força, o ideal para o treinamento aeróbio associado à RFS deve ser adotada uma velocidade superior à 4,2 km/h para incremento da força.

O presente estudo houve correlação entre a força e ativação dos flexores e extensores do joelho, porém não foi significativo. Com o envelhecimento, a ativação neural de músculos agonistas pode estar prejudicada, com isso a diminuição da co-ativação dos antagonistas e, também, a ativação dos sinergistas pode ser maior em idosos e ser a base do aumento da força muscular. No entanto, a adaptação neural não é apenas a via para induzir o ganho de força nessa população (22, 27, 28, 47).

Vale ressaltar também, que existem vários fatores intrínsecos e extrínsecos que afetam o sinal no eletromiograma (EMG), por exemplo, se a unidade motora recém- recrutada com o treinamento estiver localizada próxima

ao eletrodo, será maior o sinal do EMG do que o aumento da força correspondente. Portanto, a relação não linear faz com que a amplitude do sinal EMG aumente mais que a força muscular (18) o que justifica o ocorrido no presente estudo do aumento da ativação não linear em relação à força muscular.

Os principais mecanismos elucidativos do mecanismo de RFS para ativação muscular e ganho de força vem do princípio do aumento na ativação das vias de sinalização da rapamicina (mTOR) para síntese proteica e proteína quinase (MAPK) e aumento do hormônio de crescimento/GH (37, 46). Outros possíveis fatores relacionados ao aumento de força são devido: 1) ao inchaço celular que ocorre de forma aguda; 2) ao aumento do recrutamento de fibras musculares tipo II; 3) ao acúmulo de metabólitos; 4) a diminuição da miostatina e; 5) a proliferação das células satélites (1, 42). Porém no estudo de Ozaki *et al.* (43), o aumento de GH circulante após treino agudo de caminhada em idosos, não houve correlação com o aumento da área de secção transversa e possível hipertrofia.

No presente estudo houve um efeito de magnitude pequena para a força muscular no grupo CAM + RFS e segundo Centner (13), em uma metanálise, comparando estudos que utilizaram caminhada e exercício de baixa intensidade (4km/h ou 45% da FCR e 20-30% 1 RM) associada à RFS, com aqueles que, apenas realizavam treinos de baixa intensidade (4km/h) (sem RFS), em idosos, foram observadas grandes magnitudes ao analisar o TE. Portanto, a associação do exercício aeróbio com o resistido e RFS pode ter resultados melhores quando comparados apenas ao aeróbio.

No presente estudo, pode-se verificar um aumento significativo na força (26,25% CAM+RFS; 23,95% CAM; 19,02% RFS), mesmo o protocolo sendo exclusivamente aeróbio. Porém quando há a combinação do aeróbio e de força com ou sem RFS, os resultados são superiores. Brentano *et al.* (9), em seu estudo utilizando 2-3 séries de exercícios de baixa intensidade (45-60% 1RM), em circuitos sem a técnica de RFS, já verificou aumento significativo da força de extensão do joelho após 24 semanas de intervenção, sem alteração na ativação do quadríceps, em mulheres pós- menopausa. Libardi *et al.* (35), fez um protocolo de circuito com RFS em idosos (1 série de 30 e 2 de 15 repetições com 20-30% de 1RM), houve aumento significativo de 35,4% na força de 1RM.

Houve aumento significativo, também, na ativação (12,24% CAM+RFS; 7,69% CAM; 7,69% RFS) dos extensores do joelho entre as avaliações, em ambos os grupos intervenção (CAM+RFS e CAM) com ênfase maior na ativação muscular. Provavelmente, esse fenômeno se deve ao maior recrutamento das unidades motoras ocasionado pela RFS, associada ou não ao exercício. A RFS promove o aumento do estresse metabólico e a redução da disponibilidade de oxigênio que são importantes mediadores do aumento no recrutamento de unidades motoras de limiar mais elevado observadas na eletromiografia (58, 61).

Portanto, a técnica de RFS associada a uma intervenção de baixa carga, pode ser eficaz para minimizar as consequências da sarcopenia e dinapenia, evitando a síndrome do imobilismo e possíveis quedas, melhorando, assim, a qualidade de vida dos idosos (26).

No presente estudo, a oscilação do esfigmomanômetro elevada no grupo CAM+RFS em relação ao grupo RFS que ficava em decúbito dorsal para fazer a técnica de RFS, ambos os grupos melhoraram a força entre as avaliações, mas entre os grupos nenhum teve um aumento significativo devido a pressão de treinamento utilizada (± 110 mmHg) ter sido bem menor do que nos estudos de Abe et al. (3); Ozaki et al. (41, 42) e Pereira Neto et al. (45).

Apesar do período de intervenção ter sido de 24 semanas no presente estudo, o estudo de Letieri et al. (34) apenas com 16 semanas de treino resistido com RFS em idosos, foi mais eficaz pois utilizou uma pressão de restrição de fluxo sanguíneo mais alta (± 180 mmHg). Foi utilizada uma pressão de restrição inferior no presente estudo, como cautela para não proporcionar risco à saúde (38) das idosos, já que eram aplicados 20 minutos de RFS, de forma contínua, em cada sessão.

Pode-se elencar como limitações do estudo: 1) a baixa PRFS utilizada (± 110 mm Hg); 2) perda amostral (13 sujeitos), reduzindo a possibilidade de encontrar um efeito mais significativo, para as variáveis estudadas.

Conclusão

Os resultados do presente estudo mostram que, 24 semanas de caminhada, de baixa intensidade, associada à RFS, foram suficientes para a manutenção e incremento da força e da ativação muscular em idosos com dinapenia.

Para pessoas em que a alta intensidade do exercício seja contra-indicada, como a população idosa, a caminhada, de baixa intensidade, associada à RFS pode ser uma estratégia para melhorar a força e a ativação muscular dos membros inferiores.

Referências

1. **Abe T, Kearns CF, Sato Y.** Muscle size and strength are increased following walk training with restricted venous blood flow from the leg muscle, Kaatsu-walk training. *J Appl Physiol* 100: 1460–1466, 2006. doi:[10.1152/japplphysiol.01267.2005](https://doi.org/10.1152/japplphysiol.01267.2005)
2. **Abe T, Kearns CF, Fujita S, Sakamaki M, Sato Y, Brechue WF.** Skeletal muscle size and strength are increased following walk training with restricted blood flow: implications for training duration and frequency. *Int J Kaatsu Train Res* 5: 9–15, 2009.
3. **Abe T, Sakamaki M, Fujita S, Ozaki H, Sugaya M, Sato Y, Nakajima T.** Effects of low-intensity walk training with restricted leg blood flow on muscle strength and aerobic capacity in older adults. *J Geriatr Phys Ther* 33:34-40, 2010.
4. **ACSM. American College of Sports Medicine:** position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 41: 687–708, 2009. doi: [10.1249/MSS.0b013e3181915670](https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181915670)
5. **Ballinger GA.** Using generalized estimating equations for longitudinal data analysis. *Organizational Research Methods* 7: 127-150, 2004.
6. **Beck TW.** The importance of a priori sample size estimation in strength and conditioning research. *J Strength Cond Res* 27: 2323–2337, 2013. doi: [10.1519/JSC.0b013e318278eea0](https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318278eea0)
7. **Benedetti TB, Mazo GZ, Barros MVG.** Application of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) for evaluation of elderly women: concurrent validity and test-retest reproducibility. *R. bras. Ci. e Mov* 12: 25-34. 2004.
8. **Benjumea AM, Curcio CL, Duque G, Gómez F.** Dynapenia and Sarcopenia as a Risk Factor for Disability in a Falls and Fractures Clinic in Older Persons. *Open Access Maced J Med Sci* 6: 344-349, 2018. doi: [10.3889/oamjms.2018.087](https://doi.org/10.3889/oamjms.2018.087)
9. **Brentano MA, Cadore EL, Silva EM, Ambrosini AB, Coertjens M, Petkowicz R, Viero I, Kruel LFM.** Physiological adaptations to strength and circuit training in postmenopausal women with bone loss. *J Strength Cond Res* 22: 1816–1825, 2008. doi: [10.1519/JSC.0b013e31817ae3f1](https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31817ae3f1)
10. **Borg GAV, Noble BJ.** Perceived exertion. In: Wilmore J. H. (editor). *Exerc Sport Sci Rev*, v. 2. p.131-53, New York: Academic Press, 1974.
11. **Borst SE.** Interventions for sarcopenia and muscle weakness in older people. *Age Ageing* 33: 548–555, 2004. doi:[10.1093/ageing/afh201](https://doi.org/10.1093/ageing/afh201)
12. **Clark BC, Manini TM.** What is dynapenia? *Nutrition* 28: 495–503, 2012. doi: [10.1016/j.nut.2011.12.002](https://doi.org/10.1016/j.nut.2011.12.002)
13. **Centner C, Wiegel P, Gollhofer A, König D.** Effects of blood flow restriction training on muscular strength and hypertrophy in older individuals: a

- systematic review and meta-analysis. *Sports Med* 49: 95-108, 2018. doi: [10.1007/s40279-018-0994-1](https://doi.org/10.1007/s40279-018-0994-1)
14. **Cirilo-Sousa MS, Aniceto RR, Rodrigues Neto G, ARAÚJO RCT, Sousa JBC, Costa JAD, Pellegrinotti IL.** Development and validation of an automated step ergometer. *J Hum Kinet* 43: 113-124, 2014. doi: [10.2478/hukin-2014-0096](https://doi.org/10.2478/hukin-2014-0096)
 15. **Cook SB, Laroche DP, Villa MR, Barile H, Manini TM.** Blood flow restricted resistance training in older adults at risk of mobility limitations. *Exp Gerontol* 1: 138–145, 2018. doi: [10.1016/j.exger.2017.10.004](https://doi.org/10.1016/j.exger.2017.10.004)
 16. **Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, Martin FC, Michel JP, Rolland Y, Schneider SM, Topinková E.** Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing* 39: 412-23, 2010. doi: [10.1093/ageing/afq034](https://doi.org/10.1093/ageing/afq034)
 17. **Cui J.** QIC program and model selection in GEE analyses. *Stata J* 7: 209-220, 2007. doi: [10.1177/2F1536867X0700700205](https://doi.org/10.1177/2F1536867X0700700205)
 18. **De Luca CI.** The Use of Surface Electromyography in Biomechanics. *J Appl Biomech* 13: 135-163, 1997.
 19. **Doherty TJ.** Invited review: aging and sarcopenia. *J Appl Physiol* 95: 1717–1727, 2003. doi: [10.1152/japplphysiol.00347.2003](https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00347.2003)
 20. **Faul F, Erdfelder E, Buchner A, Lang AG.** Statistical power analyses using G*Power 3.1: tests for correlation and regression analyses. *Behav Res Methods* 241: 1149-1160, 2009. doi: [10.3758/BRM.41.4.1149](https://doi.org/10.3758/BRM.41.4.1149)
 21. **Franklin BA, Whaley MH, Howley ET.** ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins. 6th ed, 137-164, 2000.
 22. **Frontera WR, Meredith CN, O'Reilly KP, Knuttgen HG, Evans WJ.** Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function. *J Appl Physiol* 64: 1038-1044, 1988. doi: [10.1152/jappl.1988.64.3.1038](https://doi.org/10.1152/jappl.1988.64.3.1038)
 23. **Giollo Júnior L, Martin J.** Índice tornozelo-braquial no diagnóstico da doença aterosclerótica carotídea. *Rev Bras de Hipertens* 17: 117–118, 2010.
 24. **Gouveia VHO, Araújo AGF, Maciel SS, Ferreira JJA, Santos HH.** Confiabilidade das medidas inter e intra-avaliadores com goniômetro universal e flexímetro. *Fisioter Pesq* 21: 229-235, 2014. doi: [10.590/1809-2950/52921032014](https://doi.org/10.590/1809-2950/52921032014)
 25. **Hackney KJ, Everett M, Scott JM, Ploutz-Snyder L.** Blood flow-restricted exercise in space. *Extrem Physiol Med* 1: 1-13, 2012. doi: [10.1186/2046-7648-1-12](https://doi.org/10.1186/2046-7648-1-12)
 26. **Hackney KJ, Brown WJ, Stone KA, David J, Tennent DJ.** The role of blood flow restriction training to mitigate sarcopenia, dynapenia, and enhance clinical recovery. *Tech Orthop* 33: 72-79, 2018.
 27. **Hakkinen K, Newton RU, Gordon SE, McCormick M, Volek JS, Nindl BC, Gotshalk LA, Campbell WW, Evans WJ, Häkkinen A, Humphries BJ, Kraemer WJ.** Changes in muscle morphology, electromyographic activity, and force production characteristics during progressive strength training in young and older men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 53: B415-B423, 1998a. doi: [10.1093/gerona/53a.6.b415](https://doi.org/10.1093/gerona/53a.6.b415)
 28. **Hakkinen K, Kallinen M, Izquierdo M, Jokelainen K, Lassila H, Malkia E, Kraemer WJ, Newton RU, Alen M.** Changes in agonist-antagonist EMG, muscle CSA, and force during strength training in middle-aged and older

- people. *J Appl Physiol* 84: 1341–1349, 1998b. doi: [10.1152/jappl.1998.84.4.1341](https://doi.org/10.1152/jappl.1998.84.4.1341)
29. **Hermens HJ, Freriks B, Disselhorst- Klug C, Rau G.** Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *J Electromyogr Kinesiol* 10: 361-374, 2000.
 30. **Hopkins WG, Marshall SW, Batterham AM, Hanin J.** Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Med Sci Sports Exerc* 41: 3-13, 2009. doi: [10.1249/MSS.0b013e31818cb278](https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31818cb278)
 31. **Karabulut M, McCarron J, Abe T, Sato Y, Bemben M.** The effects of different initial restrictive pressures used to reduce blood flow and thigh composition on tissue oxygenation of the quadriceps. *J Sports Sci* 29: 951–958, 2011. doi: [10.1080/02640414.2011.572992](https://doi.org/10.1080/02640414.2011.572992)
 32. **Kubo K, Ishida Y, Suzuki S, Komuro T, Shirasawa H, Ishiguro N, Shukutani Y, Tsunoda N, Kanehisa H, Fukunaga T.** Effects of 6 months of walking training on lower limb muscle and tendon in elderly. *Scand J Med Sci Sports* 18: 31–39, 2008. doi: [10.1111/j.1600-0838.2007.00654.x](https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2007.00654.x)
 33. **Laurentino GC, Ugrinowitsch C, Roschel H, Aoki MS, Soares AG, Neves MJr, Aihara AY, Fernandes Ada R, Tricoli V.** Strength training with blood flow restriction diminishes myostatin gene expression. *Med Sci Sports Exerc* 44: 406-412, 2012. doi: [10.1249/MSS.0b013e318233b4bc](https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318233b4bc)
 34. **Letieri RV, Teixeira AM, Furtado GE, Lamboglia CG, Reesc JL, Gomes BB.** Effect of 16 weeks of resistance exercise and detraining comparing two methods of blood flow restriction in muscle strength of healthy older women: A randomized controlled trial. *Exp Gerontol* 114: 78–86, 2018. doi: [10.1016/j.exger.2018.10.017](https://doi.org/10.1016/j.exger.2018.10.017)
 35. **Libardi CA, Chacon-Mikahil MPT, Cavaglieri CR, Tricoli V, Roschel H, Vechin FC, Conceição MS, Ugrinowitsch C.** Effect of Concurrent Training with Blood Flow Restriction in the Elderly. *International Journal of Sports Medicine* 36: 395-9, 2014.
 36. **Little RJ, D'Agostino R, Cohen ML, Dickersin K, Emerson SS, Farrar JT, Frangakis C, Hogan JW, Molenberghs G, Murphy SA, Neaton JD, Rotnitzky A, Scharfstein D, Shih WJ, Siegel JP, Stern H.** The prevention and treatment of missing data in clinical trials. *N Engl J Med* 367: 1355-60, 2012. doi: [10.1056/NEJMSr1203730](https://doi.org/10.1056/NEJMSr1203730)
 37. **Loenneke JP, Wilson GJ, Wilson JM.** A mechanistic approach to blood flow occlusion. *Int J Sports Med* 31: 1 – 4, 2010. doi: [10.1055/s-0029-1239499](https://doi.org/10.1055/s-0029-1239499)
 38. **Loenneke JP, Thiebaud RS, Abe T, Bemben MG.** Blood flow restriction pressure recommendations: the hormesis hypothesis. *Med Hypotheses* 82: 623–626, 2014. doi: [10.1016/j.mehy.2014.02.023](https://doi.org/10.1016/j.mehy.2014.02.023)
 39. **Moritani T, Sherman WM, Shibata M, Matsumoto T, Shinohara M.** Oxygen availability and motor unit activity in humans. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 64: 552–556, 1992.
 40. **Morris SB.** Estimating effect sizes from pretest-posttest-control group designs. *Organizational Research Methods* 11: 364-386, 2008. doi: [10.1177/1094428106291059](https://doi.org/10.1177/1094428106291059)
 41. **Ozaki H, Miyachi M, Nakajima T, Abe T.** Effects of 10 weeks walk training with leg blood flow reduction on carotid arterial compliance and muscle size in the elderly adults. *Angiology* 62: 81-86, 2011a. doi: [10.1177/0003319710375942](https://doi.org/10.1177/0003319710375942)

42. **Ozaki H, Sakamaki M, Yasuda T, Fujita S, Ogasawara R, Sugaya M, Nakajima T, Abe T.** Increases in thigh muscle volume and strength by walk training with leg blood flow reduction in older participants. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 66: 257–263, 2011b. doi: [10.1093/gerona/glq182](https://doi.org/10.1093/gerona/glq182)
43. **Ozaki H, Kakigi R, Kobayashi H, Loenneke JP, Naito H.** Effects of walking combined with restricted leg blood flow on mTOR and MAPK signalling in young men. *Acta Physiol* 211: 97–106, 2014. doi: [10.1111/apha.12243](https://doi.org/10.1111/apha.12243)
44. **Ozaki H, Loenneke JP, Abe T.** Blood flow-restricted walking in older women: does the acute hormonal response associate with muscle hypertrophy? *Clin Physiol Funct Imaging* 37: 379–383, 2017. doi: [10.1111/cpf.12312](https://doi.org/10.1111/cpf.12312)
45. **Pereira Neto EA, Bittar ST, Silva JCG, Pfeiffer PAS, Santos HH, Cirilo-Sousa MS.** Walking with blood flow restriction improves the dynamic strength of women with osteoporose. *Rev Bras Med Esporte* 24: 135-139, 2018. doi: [10.1590/1517-869220182402175290](https://doi.org/10.1590/1517-869220182402175290)
46. **Pope ZK, Willardson JM, Schoenfeld BJ.** Exercise and blood flow restriction. *J Strength Cond Res* 27: 2914-2926, 2013. doi: [10.1519/JSC.0b013e3182874721](https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182874721)
47. **Reeves ND, Maganaris CN, Narici MV.** Plasticity of dynamic muscle performance with strength training in elderly humans. *Muscle Nerve* 31: 355-364, 2005. doi: [10.1002/mus.20275](https://doi.org/10.1002/mus.20275)
48. **Resnick HE, Lindsay RS, McDermott MM, Devereux RB, Jones KL, Fabsitz RR, Howard BV.** Relationship of high and low ankle brachial index to all-cause and cardiovascular disease mortality: the strong heart study. *Circulation* 109: 733–739, 2004. doi: [10.1161/01.CIR.0000112642.63927.54](https://doi.org/10.1161/01.CIR.0000112642.63927.54)
49. **Rodrigues Neto G, Santos HH, Sousa JBC, Araújo Júnior AT, Araújo JP, Aniceto RR, Cirilo-Sousa MS.** Effects of high-intensity blood flow restriction exercise on muscle fatigue. *J Hum Kinet* 41: 163-172, 2014. doi: [10.2478/hukin-2014-0044](https://doi.org/10.2478/hukin-2014-0044)
50. **Ruscio, J.** A probability-based measure of effect size: robustness to base rates and other factors. *Psychological Methods* 13: 19–30, 2008. doi: [10.1037/1082-989X.13.1.19](https://doi.org/10.1037/1082-989X.13.1.19)
51. **Ruscio J, Mullen T.** Confidence intervals for the probability of superiority effect size measure and the area Under a receiver operating characteristic curve. *Multivariate Behav Res* 47: 201–223, 2012. doi: [10.1080/00273171.2012.658329](https://doi.org/10.1080/00273171.2012.658329)
52. **Santos HH, Sousa CO, Barela JA, Barela AMF, Salvini TF.** Effects of isokinetic eccentric training on knee extensor and flexor torque and on gait of individuals with long term ACL reconstruction: a controlled clinical trial. *Motriz* 20: 431-441, 2014a. doi: [10.1590/S1980-65742014000400010](https://doi.org/10.1590/S1980-65742014000400010)
53. **Santos HH, Hanashiro DN, Ávila MA, Camargo PR, Oliveira AB, Salvini TF.** Efeito do treino isocinético excêntrico sobre a razão I/Q do torque e EMGs em sujeitos saudáveis. *Rev Bras Med Esporte* 20: 227-232, 2014b. doi: [10.1590/1517-86922014200301210](https://doi.org/10.1590/1517-86922014200301210)
54. **Sato Y.** The history and future of KAATSU training. *Int. J. Kaatsu Training Res* 1: 1-5, 2005. doi: [10.3806/ijktr.1.1](https://doi.org/10.3806/ijktr.1.1)
55. **Sharman MJ, Newton RU, Triplett-Mcbride T, Mcguigan MRM, Mcbride JM, Hakkinen A, Hakkinen K, Kraemer WJ.** Changes in myosin chain composition with heavy resistance training in 60- to 75-year old men and women. *Eur J Appl Physiol* 84: 127–132, 2001. doi: [10.1007/s004210000334](https://doi.org/10.1007/s004210000334)

56. **Slysz J, Stultz J, Burr JF.** The efficacy of blood flow restricted exercise: A systematic review & meta-analysis. *J Sci Med Sport* 19: 669–675, 2016. doi: [10.1016/j.jsams.2015.09.005](https://doi.org/10.1016/j.jsams.2015.09.005)
57. **Sousa JBC, Neto GR, Santos HH, Araújo JP, Silva HG, Cirilo-Sousa MS.** Effects of strength training with blood flow restriction on torque, muscle activation and local muscular endurance in healthy subjects. *Biol. Sport* 34: 83-90, 2017. doi: [10.5114/biolsport.2017.63738](https://doi.org/10.5114/biolsport.2017.63738)
58. **Suga T, Okita K, Takada S, Omokawa M, Kadoguchi T, Yokota T, Hirabayashi K, Takahashi M, Morita N, Horiuchi M, Kinugawa S, Tsutsui H.** Effect of multiple set on intramuscular metabolic stress during low-intensity resistance exercise with blood flow restriction. *Eur J Appl Physiol* 112: 3915–3920, 2012. doi: [10.1007/s00421-012-2377-x](https://doi.org/10.1007/s00421-012-2377-x)
59. **Takarada Y, Nakamura Y, Aruga S, Onda T, Miyazaki S, Ishii N.** Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. *J Appl Physiol* 88: 61–65, 2000. doi: [10.1152/jappl.2000.88.1.61](https://doi.org/10.1152/jappl.2000.88.1.61)
60. **Yasuda T, Brechue WF, Fujita T, Shirakawa J, Sato Y, Abe T.** Muscle activation during low-intensity muscle contractions with restricted blood flow. *J Sports Sci* 27: 479–489, 2009. doi: [10.1080/02640410802626567](https://doi.org/10.1080/02640410802626567)
61. **Yasuda T, Abe T, Brechue WF, Iida H, Takano H, Meguro K, Kurano M, Fujita S, Nakajima T.** Venous blood gas and metabolite response to low-intensity muscle contractions with external limb compression. *Metabolism* 59: 1510–1519, 2010. doi: [10.1016/j.metabol.2010.01.016](https://doi.org/10.1016/j.metabol.2010.01.016)
62. **Yasuda T, Fukumura K, Fukuda T, Iida H, Imuta H, Sato Y, Yamasoba T, Nakajima T.** Effects of low-intensity, elastic band resistance exercise combined with blood flow restriction on muscle activation. *Scand J Med Sci Sports* 24: 55–61, 2014. doi: [10.1111/j.1600-0838.2012.01489.x](https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2012.01489.x)

ANEXO A – Escala de Afetividade

Ficha 1 - SESSÕES DE ORIENTAÇÃO E EXPERIMENTAIS ESCALA DE SENSACÃO DE AFETIVIDADE

INSTRUÇÕES DE ESCALA E PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO

ATENÇÃO! Antes de ler, informe ao sujeito que ele pode fazer a todo o momento qualquer pergunta, e deixe a escala sempre visível em todas as etapas.

Instruções de Escala (*Scaling Instructions*)

“Você irá submeter-se a um exercício na esteira, e será questionado sobre sua percepção de afetividade na escala. A escala contém 11 categorias numéricas no formato bipolar de bom/ruim, acompanhadas por descritores verbais. Você irá usar esta escala para avaliar suas percepções de afetividade 5 minutos após a sessão de exercício. Neste contexto, a afetividade refere-se ao sentimento de prazer e desprazer que você sentiu sobre a sessão de exercício. Nós usamos essa escala para que você possa traduzir em números seus pensamentos de afetividade”.

“Os números desta escala representam vários níveis de afetividade de “muito ruim” a “muito bom”. Para ajudar você a selecionar um número correspondente aos seus sentimentos subjetivos dentro desta amplitude, considere o seguinte: Quando sentir que o exercício na esteira está “muito ruim” responda com o **número -5**, por exemplo, você deve responder com um número -5, quando sentir que o exercício está desagradável ao máximo. Quando sentir que o exercício na bicicleta está “muito bom” responda com o **número +5**, por exemplo, uma resposta de +5 deve ser apropriada, quando seus sentimentos de afetividade são agradáveis ao máximo. Quando sentir que o exercício na esteira está “neutro” responda com o **número 0**, por exemplo, você deve responder com um número 0, quando sentir que o exercício nem é prazeroso e nem é desprazeroso.

“Responda com a maior precisão e honestidade possível. Não subestime ou superestime a sua afetividade ao exercício, simplesmente classifique-a no momento seus sentimentos de prazer e desprazer causados pelo exercício na

esteira. Estamos avaliando sua própria sensação de afetividade, e não a comparação com o que ocorre com outras pessoas. Também não tem a menor importância o que ocorre com outras pessoas. Use as expressões verbais para ajudá-lo a selecionar um número que classifique seus sentimentos. Responda qualquer número que você sente apropriado para descrever suas percepções de prazer/desprazer durante e após a sessão de exercício na esteira. Lembre-se, não existe resposta (número) certa ou errada”.

((Neste momento, permita ao sujeito visualizar a escala de afetividade e pergunte se ele entendeu a escala e se tem alguma dúvida)).

Avaliação da Percepção de Afetividade Durante e Após às Sessões

Experimentais

“Responda a sensação de prazer e desprazer, a cada 5 minutos durante a intervenção e após 5 minutos da sessão na esteira”.

Importante:

Avaliador! A cada 05 minutos durante a intervenção e após 05 minutos da sessão, avalie a sensação de afetividade. Faça a seguinte pergunta:

1. Como você classifica a sensação do seu treino?

ESCALA DE SENSAÇÃO (FEELING SCALE)

+5	Muito bom
+4	
+3	Bom
+2	
+1	Razoavelmente bom
0	Neutro
-1	Razoavelmente ruim
-2	
-3	Ruim
-4	
-5	Muito ruim

Fonte: HARDY, C. J.; REJESKI, W. J. Not what, but how one feels: the measurement of affect during exercise. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, v. 11, n. 3, p. 304-317, 1989.

ANEXO B – Escala de Borg

FICHA 2 – SESSÃO DE ORIENTAÇÃO – Escala de BORG INSTRUÇÕES DE ESCALA E PROCEDIMENTOS DE ANCORAGEM

ATENÇÃO! Antes de ler, informe ao sujeito que ele pode fazer a todo o momento qualquer pergunta, e deixe a escala sempre visível em todas as etapas.

Instruções de Escala (*Scaling Instructions*)

“Você irá submeter-se a um exercício na esteira, e será questionado sobre sua percepção de esforço na escala de BORG. A escala contém categorias numéricas de 0-10, acompanhadas por descritores verbais. A percepção de esforço físico é definida como a intensidade subjetiva de esforço, tensão, desconforto, e/ou fadiga que você sente durante o exercício. Nós usamos essa escala para que você possa traduzir em números seus pensamentos de esforço enquanto se exercita”.

“Os números desta escala representam vários níveis de esforço de “nenhum esforço/muito leve” a “extremamente intenso/muito intenso”. Para ajudar você a selecionar um número correspondente aos seus sentimentos subjetivos dentro desta amplitude, considere o seguinte: Quando sentir que o esforço durante a esteira está “muito leve” responda com o número 1, por exemplo, você deve responder com um número 1, quando você estiver caminhando em baixa velocidade na esteira. Quando sentir que o esforço durante a esteira está “muito, muito intenso” responda com o número 9, por exemplo, uma resposta de 9 deve ser apropriada, quando seus sentimentos de esforço são os mesmos quando você estiver caminhando em alta velocidade ou não pode ser capaz de exercitar por mais tempo devido à fadiga”.

“Você será questionado para classificar seu nível de esforço para 2 separadas percepções: primeiro – para os músculos das pernas, e segundo – para o corpo em geral. Quando classificar os sentimentos nos músculos das pernas, certifique-se de atender apenas às sensações específicas nessas regiões do corpo, que você está usando para realizar o exercício na esteira. Quando classificar seu esforço geral, certifique-se de selecionar o número que corresponde mais precisamente aos seus sentimentos do corpo todo”.

“Responda cada classificação com a maior precisão e honestidade possível. Não subestime ou superestime o seu esforço, simplesmente classifique no momento seus sentimentos de esforço causados pelo o exercício na esteira. Estamos avaliando sua própria sensação de esforço, e não a comparação com o que ocorre com outras pessoas. Também não tem a menor importância o que ocorre com outras pessoas. Use as expressões verbais para ajudá-lo a selecionar um número que classifique seus sentimentos. Responda qualquer número que você sente apropriado para descrever suas percepções de esforço nos músculos das pernas e no corpo em geral, durante e após a sessão de exercício na esteira. Lembre-se, não existe resposta (número) certa ou errada”. (Neste momento, permita ao sujeito examinar a escala de BORG e pergunte se ele entendeu a escala e se tem alguma dúvida).

Procedimentos de Ancoragem Exercício (*Exercise Anchoring Procedures*)

“Você irá realizar um teste máximo na esteira para estabelecer as ancoras baixa e alta para a escala de percepção de esforço. As instruções a seguir serão usadas para este procedimento de ancoragem. Durante cada sessão de exercício na esteira, nós iremos medir sua percepção de esforço. Nós vamos usar esta escala para fazer as medições”.

Percepção de Ancoragem Baixa

“A fim de familiarizá-lo com as percepções de esforço que são equivalentes a uma **classificação de 1**, você irá caminhar na esteira durante 2 minutos em baixa velocidade. Pense sobre suas percepções de esforço no corpo em geral e nas pernas, quando estiver caminhando na esteira. Atribua uma **classificação de 1** para cada uma dessas percepções”.

((Em seguida o avaliador deve colocar o indivíduo para caminhar na esteira durante 2 minutos sem carga e deixar a escala visível para o indivíduo a todo o momento durante o procedimento. Ao final, fazer as perguntas e pedir ao indivíduo que memorize essas percepções)).

1. Como você classifica o seu esforço nas pernas?
2. Como você classifica o seu esforço no corpo em geral?

Percepção de Ancoragem Alta

“A fim de familiarizá-lo com as percepções de esforço que são equivalentes a uma classificação de **9**, você irá agora realizar um teste máximo na esteira. Pense sobre suas percepções de esforço no corpo em geral e nas pernas, quando estiver caminhando em alta velocidade na esteira. Atribua uma classificação de **9** para cada uma dessas percepções”.

((Em seguida o avaliador deve colocar o indivíduo para iniciar o teste cardiorrespiratório, e realizar as duas perguntas no final de cada estágio. Ao final do teste, pedir ao indivíduo que memorize as percepções do último estágio válido)).

3. Como você classifica o seu esforço nas pernas?
4. Como você classifica o seu esforço no corpo em geral?

Ler estas instruções ao fim do teste cardiorrespiratório:

“Nas futuras sessões de exercício na esteira, suas avaliações de percepção de esforço devem ser feitas relativas aos seus sentimentos quando estava caminhando na esteira em baixa velocidade, “**classificação de 1**”, e seus sentimentos quando estava caminhando em sua velocidade máxima chegando à fadiga, “**classificação de 9**”.

“A classificação de **0** deve ser dada para qualquer percepção de esforço que são menores do que aquelas que você experimentou quando caminhou em baixa velocidade e uma classificação de **10** deve ser dada para qualquer percepção de esforço que são maiores do que aquelas que você experimentou quando caminhou em sua velocidade máxima, chegando à fadiga”.

0	Nenhuma
0,5	Muito, muito leve
1	Muito leve
2	Leve
3	Moderada
4	Pouco intensa
5	Intensa
6	
7	Muito intensa
8	
9	Muito, muito intensa
10	Máxima

Fonte: BORG G. A. V.; NOBLE B. J. Perceived exertion. Wilmore J. H., editor. Exercise and Sport Sciences Reviews, v. 2. Academic Press, p.131-153, New York, 1974.

FICHA 2 – SESSÃO EXPERIMENTAL – Escala de BORG
INSTRUÇÕES DE ESCALA E PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO

ATENÇÃO! Antes de ler, informe ao sujeito que ele pode fazer a todo o momento qualquer pergunta, e deixe a escala sempre visível em todas as etapas.

Instruções de Escala (Scaling Instructions)

“Você irá submeter-se a um exercício na esteira, e será questionado sobre sua percepção de esforço na escala de BORG. A escala contém categorias numéricas de 0-10, acompanhadas por descritores verbais. A percepção de esforço físico é definida como a intensidade subjetiva de esforço, tensão, desconforto, e/ou fadiga que você sente durante o exercício. Nós usamos essa escala para que você possa traduzir em números seus pensamentos de esforço enquanto se exercita”.

“Os números desta escala representam vários níveis de esforço de “nenhum esforço/muito leve” a “extremamente intenso/muito intenso”. Para ajudar você a selecionar um número correspondente aos seus sentimentos subjetivos dentro desta amplitude, considere o seguinte: Quando sentir que o esforço durante a esteira está “muito leve” responda **com o número 1**, por exemplo, você deve responder com um número 1, quando você estiver caminhando em baixa velocidade na esteira. Quando sentir que o esforço durante a esteira está “muito, muito intenso” responda **com o número 9**, por exemplo, uma resposta de 9 deve ser apropriada, quando seus sentimentos de esforço são os mesmos quando você estiver caminhando em alta velocidade ou não pode ser capaz de exercitar por mais tempo devido à fadiga”.

“Você será questionado para classificar seu nível de esforço para 2 separadas percepções: primeiro – para os músculos das pernas, e segundo – para o corpo em geral. Quando classificar os sentimentos nos músculos das pernas, certifique-se de atender apenas às sensações específicas nessas regiões do corpo, que você está usando para realizar o exercício na esteira. Quando classificar seu esforço geral, certifique-se de selecionar o número que corresponde mais precisamente aos seus sentimentos do corpo todo”.

“Responda cada classificação com a maior precisão e honestidade possível. Não subestime ou superestime o seu esforço, simplesmente classifique

no momento seus sentimentos de esforço causados pelo o exercício na esteira. Estamos avaliando sua própria sensação de esforço, e não a comparação com o que ocorre com outras pessoas. Também não tem a menor importância o que ocorre com outras pessoas. Use as expressões verbais para ajudá-lo a selecionar um número que classifique seus sentimentos. Responda qualquer número que você sente apropriado para descrever suas percepções de esforço nos músculos das pernas e no corpo em geral, durante e após a sessão de exercício na esteira. Lembre-se, não existe resposta (número) certa ou errada”.
((Neste momento, permita ao sujeito examinar a escala de BORG e pergunte se ele entendeu a escala e se tem alguma dúvida)).

Procedimentos de Ancoragem Memória (Memory Anchoring Procedures)

“Você irá realizar uma sessão de exercício na esteira, lembre das classificações de 1 (nenhum esforço) e 9 (esforço máximo) que você experimentou na primeira visita desta pesquisa. A classificação de 0 deve ser dada para qualquer percepção de esforço que são menores do que aquelas que você experimentou quando caminhou em baixa velocidade e uma classificação de 10 deve ser dada para qualquer percepção de esforço que são maiores do que aquelas que você experimentou quando caminhou em alta velocidade chegando à fadiga”.

Avaliação da PSE Durante e Após as Sessões Experimentais

“Durante e após esta sessão de exercício na esteira, nós iremos medir suas percepções de esforço para os músculos das pernas e para o corpo em geral. Responda separadamente as percepções subjetivas de esforço a cada 05 minutos do protocolo de caminhada”.

Importante:

Avaliador! A cada 05 minutos, avalie a PSE do indivíduo para os músculos das pernas e para o corpo em geral. Faça as seguintes perguntas, respectivamente:

1. Como você classifica o seu esforço nas pernas?
2. Como você classifica o seu esforço no corpo em geral?

Avaliador! Após 30 minutos da sessão, avalie a PSE da sessão. Faça a seguinte pergunta:

1. Como você classifica o esforço do seu treino?

ANEXO C – Certidão do CEP/CCS/UFPB**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DA EMENDA**

Título da Pesquisa: EFEITOS CRÔNICOS DO TREINAMENTO AERÓBIO COM RESTRIÇÃO DO FLUXO SANGUÍNEO (RFS) SOBRE A SAÚDE ÓSSEA, DESEMPENHO NEUROMUSCULAR E PERCEPÇÃO DE PRAZER/DESPRAZER EM IDOSAS

Pesquisador: Simoni Teixeira Bittar

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 67125317.1.0000.5188

Instituição Proponente: Universidade Federal da Paraíba

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.086.608

Apresentação do Projeto:

Esta submissão trata-se da segunda versão por submissão de Emenda para inserção dos nomes do orientador e coorientador como Equipe de Pesquisa. A presente proposta consiste no trabalho de tese de doutorado da discente Simoni Teixeira Bittar, vinculada ao Programa Associado de Pós-Graduação em Educação Física UPE- UFPB. Trata-se de um estudo experimental, randomizado, o qual será composto por 45 idosas com idade igual ou superior a 60 anos diagnosticadas com osteopenia ou osteoporose que serão submetidas ao treino aeróbico e/ou restrição de fluxo sanguíneo (RFS). As voluntárias serão divididas em três grupos: 1. Caminhada com 40% do pico de VO₂ e 20% de RFS; 2. Caminhada com 40% de pico de VO₂ sem RFS; 3. Grupo controle que será posteriormente submetido à 20% da RFS, sem esforço. A intervenção terá uma frequência de 3 vezes semanais durante 24 semanas. Serão avaliadas variáveis de saúde óssea, desempenho neuromuscular e prazer/desprazer à intervenção.

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo da pesquisa é "analisar os efeitos crônicos do treinamento aeróbico com restrição de fluxo sanguíneo (RFS) sobre a saúde óssea, desempenho neuromuscular e percepção de prazer/desprazer em idosas"

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

A pesquisadora responsável apresentou os possíveis riscos e benefícios consoantes com a resolução

466/12. " Benefícios: Melhora da saúde óssea, força muscular e capacidade funcional das idosas. Riscos: Desconfortos musculares e dores articulares. Em relação aos riscos e desconfortos: os riscos de saúde são mínimos para os indivíduos do presente estudo, pois o pesquisador irá manter sempre a pressão de restrição de forma segura, sentindo apenas leve desconforto físico devido a exigência dos exercícios utilizando manguitos para a restrição do fluxo sanguíneo, e a realização de teste de velocidade máxima, devido à realização de esforço máximo, mas, sem nenhum dano à saúde das voluntárias da pesquisa."

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A presente proposta apresenta nítida relevância científica e prática. A justificativa do estudo está bem elaborada e os aspectos éticos e metodológicos bem alinhados.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos de apresentação obrigatória estão adequados e foram devidamente anexados e a inserção dos nomes da Equipe de Pesquisa foram inseridos.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O presente projeto encontra-se de acordo com as Resolução do CNS 466/12. A pesquisadora inseriu nas Informações Básicas do Projeto o nome do orientador e coorientador como Equipe de Pesquisa, conforme solicitado. Diante disso, declaro a situação do parecer desta Emenda como APROVADO.

Considerações Finais a critério do CEP:

Certifico que o Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba – CEP/CCS aprovou a execução do referido projeto de pesquisa.

Outrossim, informo que a autorização para posterior publicação fica condicionada à submissão do Relatório Final na Plataforma Brasil, via Notificação, para fins de apreciação e aprovação por este egrégio Comitê.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_918413_E1.pdf	10/05/2017 10:20:55		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Simoni.doc	24/04/2017 18:54:54	Valéria Mayaly Alves de Oliveira	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Simoni.pdf	12/04/2017 14:09:24	Simoni Teixeira Bittar	Aceito
Outros	Certidao_Simoni.pdf	12/04/2017 13:17:31	Simoni Teixeira Bittar	Aceito
Outros	Carta_de_Anuencia.pdf	12/04/2017 13:16:19	Simoni Teixeira Bittar	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_SIMONI.pdf	12/04/2017 13:10:30	Simoni Teixeira Bittar	Aceito
Folha de Rosto	folhaderosto.pdf	12/04/2017 12:31:19	Simoni Teixeira Bittar	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

JOAO PESSOA, 29 de Maio de 2017

Assinado por:**Eliane Marques Duarte de Sousa
(Coordenador)**