

**Universidade Federal do Maranhão
Agência de Inovação, Empreendedorismo, Pesquisa,
Pós-Graduação e Internacionalização
Programa de Pós-Graduação em Educação Física
Mestrado Acadêmico**



**EFEITOS DO TREINAMENTO RESISTIDO TIPO EXPLOSIVO
DINÂMICO NA RIGIDEZ ARTERIAL E PARÂMETROS
HEMODINÂMICOS EM IDOSOS**

Thiago Matheus da Silva Sousa

**São Luís
2025**

THIAGO MATHEUS DA SILVA SOUSA

EFEITOS DO TREINAMENTO RESISTIDO TIPO EXPLOSIVO
DINÂMICO NA RIGIDEZ ARTERIAL E PARÂMETROS
HEMODINÂMICOS EM IDOSOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal do Maranhão para obtenção do título de Mestre(a) em Educação Física.

Área de Concentração: Biodinâmica do movimento humano

Linha de Pesquisa: Atividade física no contexto da saúde e da doença

Orientador: Prof. Dr. Cristiano Teixeira Mostarda

Co-orientador: Prof. Dr. Bruno Bavaresco Gambassi

São Luís
2025

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Matheus da Silva Sousa, Thiago.

EFEITOS DO TREINAMENTO RESISTIDO TIPO EXPLOSIVO
DINÂMICO NA RIGIDEZ ARTERIAL E PARÂMETROS HEMODINÂMICOS EM
IDOSOS / Thiago Matheus da Silva Sousa. - 2025.
69 p.

Coorientador(a) 1: Bruno Bavaresco Gambassi.

Orientador(a): Cristiano Teixeira Mostarda.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em
Educação Física/ccbs, Universidade Federal do Maranhão,
São Luís, 2025.

1. Treinamento Resistido. 2. Envelhecimento. 3.
Pressão Arterial. 4. Rigidez Arterial. I. Bavaresco
Gambassi, Bruno. II. Teixeira Mostarda, Cristiano. III.
Título.

THIAGO MATHEUS DA SILVA SOUSA

EFEITOS DO TREINAMENTO RESISTIDO TIPO EXPLOSIVO
DINÂMICO NA RIGIDEZ ARTERIAL E PARÂMETROS
HEMODINÂMICOS EM IDOSOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal do Maranhão para obtenção do título de Mestre(a) em Educação Física.

A banca examinadora da dissertação de mestrado, apresentada em sessão pública, considerou o(a) candidato(a) aprovado(a) em: ____/____/____.

Prof. Dr. Cristiano Teixeira Mostarda (Orientador)
Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Bruno Bavaresco Gambassi (Coorientador)
Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Nivaldo de Jesus Silva Soares Junior (Examinador Interno)
Universidade Federal do Maranhão

Profa. Dra. Danielle da Silva Dias (Examinador Interno)
Universidade Federal do Maranhão

Profa. Dr. Paulo Adriano Schwingel (Examinador Externo)
Universidade de Petrolina

AGRADECIMENTOS

A conclusão desta dissertação representa não apenas o encerramento de um ciclo acadêmico, mas também a materialização de um sonho que não teria sido possível sem o apoio e a dedicação de pessoas essenciais ao longo desta jornada.

Primeiramente, agradeço a Deus, fonte de força, sabedoria e resiliência, que me guiou em cada etapa deste percurso e me sustentou diante dos desafios enfrentados.

À minha família, minha maior conquista. À minha esposa Adriane, minha primogênita Luna e o caçula Alih, pelo amor incondicional, paciência e compreensão em cada momento de ausência. À minha mãe (Ana), pelo apoio inestimável e pelos valores educacionais que me transmitiu, que foram fundamentais para minha formação pessoal e profissional. À minha avó materna Josefa Alves da Silva (*in memoriam*) e ao meu pai Cícero Romão Fernandes Sousa (*in memoriam*), cuja memória continua a me inspirar e a me motivar a seguir adiante, honrando os ensinamentos e o legado que deixaram.

Aos professores Cristiano Teixeira Mostarda (orientador) e Bruno Bavaresco Gambassi (Co-orientador), pela orientação precisa, pelo incentivo constante e pela confiança depositada em mim ao longo dessa trajetória.

Ao professor e amigo Filipe Costa, pela parceria e auxílio indispensáveis durante esse período.

Aos professores da banca, cujas contribuições durante a fase de qualificação foram fundamentais para o aprimoramento deste estudo. Suas observações e sugestões foram de grande valor para a construção deste trabalho.

Aos idosos do nosso grupo de pesquisa, meu mais profundo agradecimento. Sem a disponibilidade e a colaboração de cada um de vocês, este estudo não teria sido possível.

À Universidade Ceuma, instituição onde realizei a pesquisa e tenho honra que fazer parte do corpo docente do curso de Educação Física, expresso minha gratidão pelo suporte e pela infraestrutura disponibilizada. O ambiente acadêmico proporcionado foi essencial para o desenvolvimento deste estudo e para o meu crescimento profissional.

Por fim, a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para que este trabalho se tornasse realidade, meu sincero muito obrigado.

RESUMO

Estudos têm abordado os efeitos do treinamento de resistência e de potência com elásticos sobre os parâmetros de saúde de idosos. No entanto, pouco se sabe sobre como os exercícios de potência se relacionam com a rigidez arterial nessa população. O objetivo do presente estudo foi Investigar os efeitos do treinamento resistido tipo explosivo dinâmico com faixas elásticas na rigidez arterial e nos parâmetros hemodinâmicos em idosos. Esse estudo é do tipo experimental, com delineamento experimental com testes pré e pós-tratamento. A amostra foi composta por 26 idosos sedentários, randomizados em Grupo Intervenção (GI = 12) e Grupo Controle (GC = 14). As avaliações e os treinamentos foram realizados na academia e na sala de dança da Universidade Ceuma – São Luís/Ma. Todos os indivíduos foram submetidos a avaliação da velocidade da onda de pulso, pressão de pulso, pressão de pulso central (rigidez arterial), pressão arterial sistólica, pressão arterial diastólica, pressão arterial sistólica central e pressão arterial diastólica central antes e após 12 semanas de treinamento. O protocolo de exercício foi realizado 2x por semana, totalizando 24 sessões. O programa foi composto por 6 exercícios resistidos, intercalados com agachamento e sem intervalo de descanso entre as séries e exercícios. O GC não participou de nenhum programa de exercício físico supervisionado durante 12 semanas. Ao comparar os momentos pré e pós-intervenção, foram observadas melhoras significativas na velocidade da onda de pulso, na pressão de pulso (rigidez arterial) e na pressão arterial sistólica após as 12 semanas de intervenção ($p < 0,05$). Conclui-se que a prática de 12 semanas de treinamento resistido tipo explosivo dinâmico com faixas elásticas reduzem a rigidez arterial e melhoram significativamente a pressão arterial sistólica em idosos.

Palavras-chave: Treinamento resistido; Envelhecimento; Rigidez arterial; Parâmetros hemodinâmicos.

ABSTRACT

Studies have investigated the effects of resistance and power training using elastic bands on health parameters in older adults. However, little is known about how power exercises relate to arterial stiffness in this population. The present study aimed to investigate the effects of dynamic explosive resistance training with elastic bands on arterial stiffness and hemodynamic parameters in older adults. This study follows an experimental design, employing a pre- and post-intervention assessment. The sample consisted of 26 sedentary older adults, randomly assigned to the Intervention Group (IG = 12) and the Control Group (CG = 14). Assessments and training sessions were conducted at the gym and dance studio of Ceuma University – São Luís, MA. All participants underwent evaluations of pulse wave velocity, pulse pressure, central pulse pressure (arterial stiffness), systolic blood pressure, diastolic blood pressure, central systolic blood pressure, and central diastolic blood pressure before and after 12 weeks of training. The exercise protocol was performed twice a week, totaling 24 sessions. The program consisted of six resistance exercises, alternating with squats, with no rest intervals between sets and exercises. The CG did not participate in any supervised exercise program during the 12-week period. Comparing pre- and post-intervention time points, significant improvements were observed in pulse wave velocity, pulse pressure (arterial stiffness), and systolic blood pressure after the 12-week intervention ($p < 0.05$). In conclusion, 12 weeks of dynamic explosive resistance training with elastic bands reduced arterial stiffness and significantly improved systolic blood pressure in older adults.

Keywords: *Resistance training; Aging; Arterial stiffness; Hemodynamic parameters.*

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características antropométricas e clínicas basais	28
Tabela 2 – Alterações na rigidez arterial no início e após 12 semanas de intervenção (n = 26)	29
Tabela 3 – Alterações nos parâmetros hemodinâmicos no início e 12 semanas de intervenção (n = 26)	30

LISTA DE SIGLAS

ANOVA - Análise de Variância
AVE - Acidente Vascular Encefálico
VOP – Velocidade da Onda de Pulso
PP – Pressão de Pulso
PCC – Pressão de Pulso Central
PASC – Pressão Arterial Sistólica Central
PADC – Pressão Arterial Diastólica Central
DCVs – Doenças Cardiovasculares
DP - Desvio Padrão
ECA - Enzima Conversora De Angiotensina
FC - Frequência Cardíaca
GC - Grupo Controle
GI – Grupo Intervenção
TRED – Treinamento Resistido Tipo Explosivo Dinâmico
PTRED - Protocolo Treinamento Resistido Tipo Explosivo Dinâmico
IC - Intervalo de Confiança de 95%
IMC - Índice e Massa Corporal
M - Média
Ms - Milissegundos
N - Tamanho da Amostra
HÁ – Hipertensão Arterial
PA - Pressão Arterial
PAD - Pressão Arterial Diastólica
PAS - Pressão Arterial Sistólica
RISE - *Resistance Intensity Scale for Exercise*
TC - Treinamento Combinado
TR – Treinamento Resistido
TRR – Treinamento de Resistência
TP – Treinamento de Potência
TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVO	12
3. HIPÓTESE	13
4. REVISÃO DE LITERATURA	14
5. MATERIAIS E MÉTODOS	22
6. RESULTADOS	28
7. DISCUSSÃO	31
8. CONCLUSÃO	34
REFERÊNCIAS	35
APÊNDICE 1. Termo de Consentimento Livre E Esclarecido (TCLE)	422
APÊNDICE 2. Artigo científico submetido para publicação no periódico High Blood Pressure & Cardiovascular Prevention	466
ANEXO 1. Parecer substanciado do CEP	644
ANEXO 2. Escala Resistance Intensity Scale for Exercise (RISE)	688
ANEXO 3. Submissão do artigo científico ao periódico High Blood Pressure & Cardiovascular Prevention	69

1. INTRODUÇÃO

O envelhecimento é um fenômeno global e acelerado (He; Goodkind; Kowal, 2016). Projeções indicam que até o ano de 2050, a população global de idosos atingirá a marca de 2 bilhões de indivíduos, representando 22% da população mundial (Machado *et al.*, 2010).

De acordo com a Constituição Brasileira, “idoso” é um termo atribuído as pessoas que apresentam idade igual ou superior a 60 anos (Neumann; Albert, 2018). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2015), este grupo representava 9,7% da população em 2004, 13,7% em 2014, e estima-se que represente 18,6% em 2030 e 33,7% em 2060.

O envelhecimento é definido como um processo natural e progressivo, que se caracteriza pelas alterações fisiológicas e morfológicas do organismo. Essas alterações são responsáveis pela redução da capacidade de adaptação às condições externas e diminuição da independência (César, 2017).

O processo de envelhecimento é capaz de desencadear alterações significativas na aptidão funcional de idosos (Nascimento *et al.*, 2013). Consequentemente, os aspectos relacionados à redução na força muscular e coordenação motora podem impactar negativamente a vida cotidiana dessa população. Além disso, aumenta o risco de desenvolvimento de diversas doenças crônicas, como as doenças cardiovasculares (DCV) (OMS, 2015).

As DCVs aparecem entre os principais problemas mundiais de saúde e estima-se que sejam responsáveis por mais de 17 milhões de mortes por ano, correspondendo a pouco mais de 30% do total de óbitos do planeta (Ribeiro, 2020).

No Brasil, é a principal causa de morte e está entre os maiores motivos de internação hospitalar, gerando altos custos para o sistema de saúde do país (Ribeiro *et al.*, 2016).

Neste sentido, a rigidez arterial é um importante marcador prognóstico no diagnóstico da doença coronariana (Husmann *et al.*, 2015). Segundo Vlachopoulos *et al.* (2015), uma maior rigidez arterial, geralmente evidenciada pela velocidade de onda de pulso, eleva o risco de ocorrência de um primeiro evento cardiovascular.

A rigidez arterial é definida como a redução da elasticidade e da complacência arterial, sendo fortemente influenciada pela pressão arterial e pela idade cronológica do indivíduo. De acordo com Mostarda *et al.* (2009), as elevações da pressão arterial sistólica na população idosa, promove a redução da complacência arterial e o aumento da espessura da parede das artérias, reduzindo a sua luz.

Por outro lado, a prática regular de exercício físico é indicada como uma ferramenta importante para atenuar os prejuízos funcionais e cardiovasculares relacionados ao processo de envelhecimento (Silva *et al.*, 2014).

Segundo Cavalcante *et al.* (2020), o treinamento resistido é caracterizado pela produção de força muscular contra uma resistência externa, com o objetivo de aumentar a força e/ou resistência muscular.

O estudo conduzido por Miura *et al.* (2008) avaliou os efeitos de diferentes frequências de treinamento resistido na rigidez arterial de 77 idosas. Os resultados demonstraram uma redução significativa na rigidez arterial no grupo de idosas que realizou o treinamento duas vezes por semana, em comparação com o grupo que treinou apenas uma vez por semana e o grupo controle.

De acordo com Ferreira *et al.* (2022), o treinamento resistido de intensidade moderada a vigorosa, promoveu redução significativa na pressão arterial sistólica (PAS) e pressão arterial diastólica (PAD) de 31 idosas submetidas a 8 semanas de

treinamento. Ainda neste estudo, foi possível observar melhora na força muscular e na capacidade cognitiva das idosas.

Em um ensaio clínico randomizado realizado por Marcos-Pardo *et al.* (2019), 45 indivíduos foram submetidos a 12 semanas de treinamento resistido com intensidade moderada a alta. Os resultados do estudo mostraram melhorias significativas na capacidade funcional dos participantes, bem como melhorias na força muscular dos membros superiores e inferiores.

O treinamento de força se configura como uma das intervenções terapêuticas mais seguras e essenciais para a população idosa, visto que sua prática regular se associa a uma diminuição dos riscos de DCVs e a um aumento da força muscular por meio do processo de hipertrofia (Liu *et al.*, 2019; Medeiros, 2010). Além disso, a abordagem de treinamento proposta neste estudo apresenta vantagens adicionais, como sua facilidade de replicação, custos reduzidos, e a capacidade de dinamizar as sessões de treinamento, tornando-se altamente compatível com as necessidades físicas cotidianas dos idosos.

2. OBJETIVO

2.1 Geral

Investigar os efeitos do treinamento resistido tipo explosivo dinâmico (TRTE) com faixas elásticas na rigidez arterial e nos parâmetros hemodinâmicos em idosos.

2.2 Específicos

Avaliar os efeitos do treinamento resistido tipo explosivo dinâmico com faixas elásticas sobre:

- a) Rigidez Arterial;
- b) Pressão arterial sistólica e diastólica;

3. HIPÓTESE

Espera-se através deste estudo que o treinamento resistido tipo explosivo dinâmico promova redução na rigidez arterial, da pressão arterial sistólica e diastólica.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Epidemiologia do envelhecimento

No século XX, os países desenvolvidos começaram a vivenciar os efeitos da transição demográfica decorrente do envelhecimento populacional. Em contraste, os países em desenvolvimento, como o Brasil, ainda estavam distantes dessa tendência (Melo et al., 2017).

No Brasil, a mudança na estrutura etária da população ocorreu de forma mais tardia e acelerada. Segundo Melo et al. (2017), a população com mais de 60 anos passou de três milhões em 1960 para vinte milhões em 2008, representando um acréscimo de dezessete milhões de idosos em aproximadamente cinco décadas.

Diversos fatores têm influenciado essa transformação demográfica no país. A queda na taxa de natalidade e a redução da mortalidade desempenham um papel central nesse processo (Oliveira, 2019).

A ampliação do acesso aos serviços de saúde e os avanços nas inovações médicas têm contribuído para a diminuição da mortalidade, beneficiando tanto os idosos quanto os recém-nascidos (Alves, 2014). Paralelamente, a redução da natalidade está associada ao aumento do nível de escolaridade e à maior participação feminina no mercado de trabalho, o que tem levado ao adiamento da maternidade (Godinho & Yezaki, 2016).

Conforme destacado por Oliveira (2019), a transição demográfica resulta na redução da proporção de crianças na população e no crescimento relativo da parcela de indivíduos com mais de 60 anos. Estimativas indicam que, a partir de 2039, o número de brasileiros com idade superior a 65 anos ultrapassará o de crianças com até 14 anos (Minayo, 2019).

As projeções demográficas apontam para um crescimento expressivo da população idosa no Brasil, estimando-se que, em 2030, haverá aproximadamente 41,6 milhões de idosos, e que, em 2060, a proporção populacional será de um idoso para cada três habitantes (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019a).

Além disso, a expectativa de vida dos brasileiros segue em ascensão. Em 2019, atingiu 76,6 anos, representando um aumento de três meses em relação a 2018 e um expressivo crescimento de 31 anos desde 1940 (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019b).

4.3 Prejuízos do processo de envelhecimento nos parâmetros hemodinâmicos e rigidez arterial

Com o avanço da idade, os vasos sanguíneos sofrem um processo de degeneração morfológica e fisiológica, denominado envelhecimento vascular. Esse fenômeno está associado a modificações estruturais e funcionais dos vasos sanguíneos, favorecendo o desenvolvimento de doenças cardiocerebrovasculares (DCVDs), como hipertensão arterial sistêmica, doença arterial coronariana, aneurismas e acidente vascular encefálico (AVE) (Cortes-Canteli & Iadecola, 2020; North & Sinclair, 2012).

O envelhecimento vascular é caracterizado por um conjunto de alterações progressivas que comprometem a integridade dos vasos sanguíneos. Em nível estrutural, há um aumento na deposição de colágeno, degradação das fibras elásticas e proliferação das células musculares lisas, fatores que contribuem para o enrijecimento das artérias (Wu et al., 2019). Simultaneamente, em nível funcional, ocorrem disfunções neuro-humorais, redução da biodisponibilidade de óxido nítrico e

aumento da inflamação sistêmica, promovendo vasoconstrição e, conseqüentemente, maior rigidez arterial.

A rigidez arterial e as alterações hemodinâmicas associadas ao envelhecimento começam a se manifestar a partir da quinta década de vida, tornando-se mais evidentes com o avanço da idade. O aumento progressivo da pressão arterial sistólica (PAS) e da pressão de pulso (PP) tornam-se marcadores do envelhecimento arterial, sendo acompanhados por alterações histológicas e mecânicas, como estresse metabólico e redução da resposta vasodilatadora (AlGhatrif & Lakatta, 2015).

Nesse contexto, Benetos, Salvi e Lacolley (2011) destacam que o envelhecimento arterial está associado ao espessamento da parede das artérias, acúmulo de colágeno e fibronectina, depósitos de cálcio, desorganização da rede de elastina e interações entre células e matriz extracelular. Essas mudanças estruturais resultam na diminuição da elasticidade arterial e no aumento da rigidez vascular, impactando diretamente os parâmetros hemodinâmicos.

Adicionalmente, Mostarda et al. (2009) ressaltam a relação entre o envelhecimento e o aumento da PAS, enquanto a pressão arterial diastólica (PAD) tende a diminuir após a sexta década de vida. Esse aumento progressivo da PAS está diretamente relacionado à redução da complacência arterial e ao espessamento da parede das artérias, levando ao estreitamento de sua luz. Portanto, o aumento da RA é a principal causa de aumento da PAS que se observa no processo de envelhecimento (O'Rourke *et al.*, 1990).

As modificações estruturais e funcionais resultantes do aumento pressórico podem comprometer os mecanismos autonômicos de regulação cardiovascular. Essas disfunções estão associadas a um maior risco de eventos cardiovasculares

adversos e aumento da mortalidade por causas cardiovasculares (De Angelis, Santos & Irigoyen, 2004; McCraty & Shaffer, 2015; La Rovere et al., 1998).

4.5 Benefícios do exercício físico na rigidez arterial e nos parâmetros hemodinâmicos de idosos

A prática de exercícios físicos é amplamente reconhecida como um fator relevante na prevenção de doenças, especialmente quando associada a mudanças no estilo de vida. Ela representa uma alternativa não farmacológica para tratar várias condições de saúde, incluindo a hipertensão arterial sistêmica (Paula *et al.*, 2024).

A atividade física (AF) está relacionada a qualquer movimento corporal que aumente o gasto energético acima daquele em repouso, como locomoção, atividades laborais, domésticas e de lazer. Por outro lado, o exercício físico (EF), relaciona-se à AF de maneira estruturada, organizada e com objetivo específico, como melhorar a saúde e/ou a aptidão física (Caspersen *et al.*, 1985; Liu *et al.*, 2017).

A prática regular de AF diminui a incidência de HA.458 Além disso, hipertensos que praticam atividade física com base nas recomendações para a saúde, apresentam redução significativa no risco de mortalidade, variando de 27 a 50% (Leitzmann *et al.*, 2007).

O exercício físico, quando planejado e estruturado para o tratamento da HA, apresenta outros benefícios associados. O treinamento aeróbio apresenta resultados comprovados na redução e controle da PA de consultório. O treinamento resistido também apresenta resultados satisfatórios para a PA de consultório, mas não existem evidências suficientes para confirmar sua eficácia na redução da PA ambulatorial (Cao *et al.*, 2019).

O American College of Sports Medicine (2007) preconiza a realização semanal de exercícios resistidos (2 a 3 dias por semana) associados a exercícios aeróbicos (3 a 5 dias por semana). Além das recomendações supracitadas, diversos estudos têm demonstrado benefícios da prática do exercício físico estruturado em parâmetros hemodinâmicos de idosos.

No estudo realizado por Sousa *et al.*, (2022), os autores analisaram o impacto do volume semanal de caminhada sobre a VOP em 33 idosos hipertensos. A amostra foi dividida em dois grupos: fisicamente inativos (FI) e fisicamente ativos (FA). Foram realizadas avaliações antropométricas, medidas hemodinâmicas basais e VOP. De acordo com os achados, os idosos do grupo FA tiveram melhoras na pressão arterial diastólica, pressão de pulso e vop, sugerindo que um maior volume de caminhada semanal está associado a melhorias nos parâmetros vasculares em idosos hipertensos.

O treinamento de força se configura como uma das intervenções terapêuticas mais seguras e essenciais para a população idosa, visto que sua prática regular se associa a uma diminuição dos riscos de DCVs e a um aumento da força muscular por meio do processo de hipertrofia, promovendo efeitos benéficos sobre as respostas hemodinâmicas (Liu *et al.*, 2019; Medeiros, 2010; Leonel *et al.*, 2022).

O estudo de Miura *et al.* (2008) investigaram os efeitos de diferentes frequências de treinamento resistido sobre a rigidez arterial em 77 mulheres idosas. Os resultados indicaram uma redução significativa na rigidez arterial no grupo que realizou o treinamento duas vezes por semana, quando comparado tanto ao grupo que treinou apenas uma vez por semana quanto ao grupo controle.

De acordo com Ferreira *et al.* (2022), o treinamento resistido de intensidade moderada a vigorosa resultou em uma redução significativa da pressão arterial

sistólica (PAS) e da pressão arterial diastólica (PAD) em 31 idosas após oito semanas de intervenção. Além disso, o estudo também observou melhorias na força muscular e na capacidade cognitiva das participantes.

Ainda sobre o treinamento resistido, Gambassi *et al.* (2023) avaliaram os efeitos agudos do treinamento de potência com faixas elásticas na pressão de pulso (PP), PAS e PAD. Dezoito idosos hipertensos foram recrutados e participaram de duas sessões experimentais de maneira aleatória (Protocolo e controle). A PP, PAS e PAD foram medidas antes (basal) e após a realização do protocolo (imediatamente após, 10 e 20 minutos após a sessão). O protocolo de exercícios foi composto por 2 exercícios consecutivos com um total de 5 séries. De acordo com os resultados, houve uma redução significativa nos níveis de PAS ($\Delta = -14,1$ mmHg; $P = 0,04$) com grande tamanho de efeito ($d_z = 0,9$) após 20 minutos, quando comparado ao grupo controle. Além disso, houve redução clínica na PP ($\Delta = -7,8$ mmHg) e na PAD ($\Delta = -6,3$ mmHg), sendo mais expressiva no momento pós-20 minutos em comparação aos outros momentos avaliados.

Estudos recentes têm demonstrado os efeitos positivos do treinamento combinado sobre parâmetros hemodinâmicos em idosos. Park *et al.* (2020) avaliaram 40 homens idosos e obesos, divididos em dois grupos: treinamento combinado ($n = 20$) e controle ($n = 20$). O protocolo de treinamento foi realizado três vezes por semana e consistiu em exercícios resistidos com banda elástica, seguidos de caminhada ou corrida em esteira e bicicleta, a 60-70% da frequência cardíaca máxima. Após 12 semanas de intervenção, houve uma redução significativa da pressão arterial, da pressão arterial média e da pressão de pulso.

Resultados semelhantes foram observados em mulheres sedentárias e hipertensas no estudo de Masroor *et al.* (2018). As 28 participantes foram distribuídas

aleatoriamente entre um grupo de treinamento combinado e um grupo controle, que recebeu apenas tratamento convencional, sem intervenção com exercícios. Após quatro semanas, o grupo que realizou o treinamento combinado apresentou melhora significativa na pressão arterial sistólica e diastólica ($p < 0,05$), além de melhorias nos parâmetros da variabilidade da frequência cardíaca (VFC).

O impacto do treinamento combinado em idosas foi analisado por Anunciação et al. (2016), que compararam a pressão arterial e as respostas autonômicas após sessões isoladas e combinadas de exercícios aeróbicos e resistidos. Para isso, 21 idosas foram submetidas a quatro sessões experimentais realizadas em dias distintos. Na primeira sessão, realizaram apenas 40 minutos de caminhada/corrida a 50-60% da frequência cardíaca de reserva; na segunda, executaram oito exercícios resistidos, em três séries de 15 repetições a 40% de 1RM; na terceira, realizaram exercícios aeróbicos seguidos de exercícios resistidos; e, na quarta sessão (grupo controle), não realizaram nenhuma atividade. A pressão arterial, a frequência cardíaca e a VFC foram medidas em repouso e 180 minutos após as sessões. Os resultados indicaram que tanto a sessão aeróbica isolada quanto a sessão combinada promoveram reduções significativas na pressão arterial sistólica e diastólica em comparação ao grupo controle.

Corroborando esses achados, Lima et al. (2017) demonstraram que o treinamento combinado e o treinamento aeróbico isolado foram igualmente eficazes na redução da pressão arterial sistólica e diastólica em idosos. Além disso, Figueroa et al. (2011) observaram não apenas a redução da pressão arterial sistólica e diastólica, mas também da pressão arterial média em mulheres submetidas a um protocolo de treinamento combinado de intensidade moderada por 12 semanas.

De acordo com Schroeder et al. (2019), a prática de treinamento combinado por oito semanas resultou em reduções significativas na pressão arterial diastólica periférica e central, além de melhorias na aptidão cardiorrespiratória, no fortalecimento dos membros superiores e inferiores e no aumento da massa magra ($p < 0,05$).

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Tipo de estudo

Esse estudo é do tipo experimental, com delineamento experimental de grupos randomizados com testes pré e pós-tratamento.

5.2 Aspectos éticos

Esse estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Ceuma, sob o parecer nº 5.257.795, e está vinculado ao projeto intitulado “EFEITOS DO TREINAMENTO FÍSICO SOBRE PARÂMETROS METABÓLICOS, INFLAMATÓRIOS, FUNCIONAIS E CARDIOVASCULARES DE IDOSOS”, já aprovado por este comitê de ética.

5.3 Definição da amostra

O tamanho da amostra foi calculado utilizando o software G*Power® (Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Düsseldorf, Alemanha, versão 3.1.9.4, 2019). Para o cálculo, foi considerado um nível de significância α de 0,05, poder estatístico de 0,95 e tamanho de efeito grande, conforme as recomendações mais recentes (Beck, 2013), resultando em 12 indivíduos por grupo. Para compensar eventuais perdas, foram selecionados 15 participantes por grupo, totalizando em 30 indivíduos.

O recrutamento dos participantes foi realizado através do projeto Uniceuma sem fronteiras. As avaliações e os treinamentos foram realizados na academia e na sala de dança da Universidade Ceuma, localizado no município de São Luís – Ma. Todos os voluntários receberam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), e após a assinatura, foram submetidos a familiarização dos testes, bem como do protocolo de exercícios.

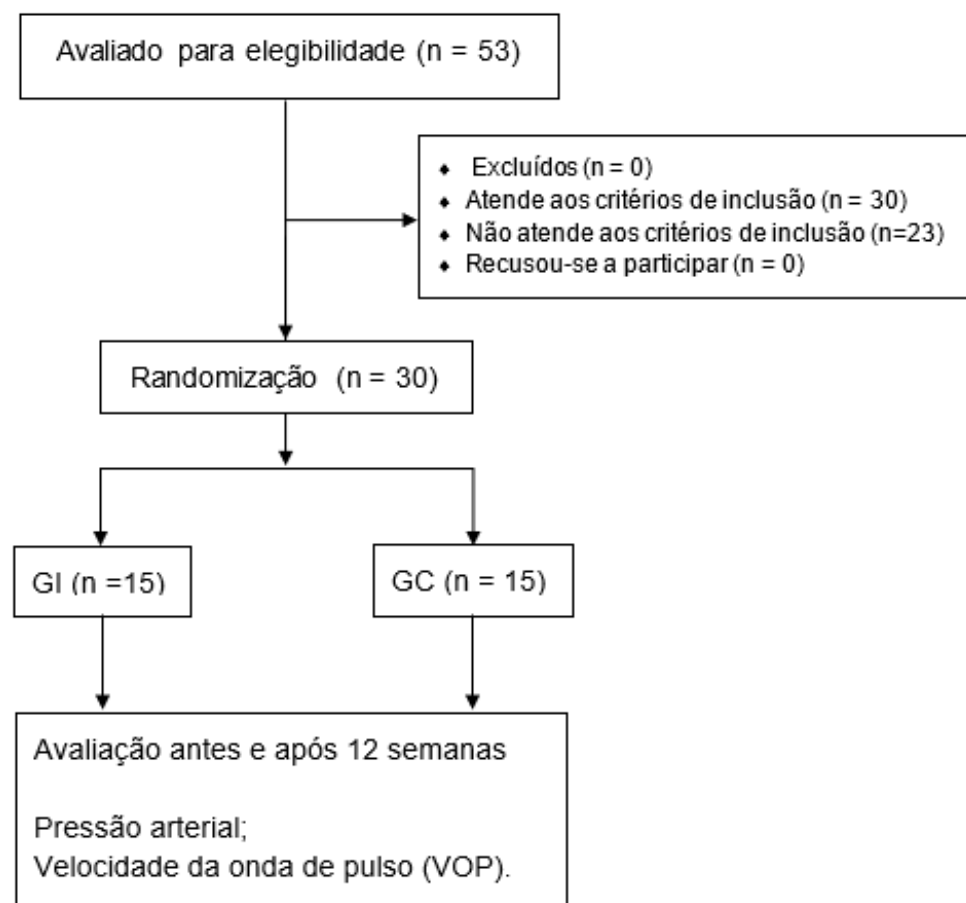
Os sujeitos foram randomizados em Grupo Intervenção (GI = 15) e Grupo Controle (GC = 15). A randomização foi realizada através do site www.randomizer.org. Todos os

indivíduos foram submetidos a avaliação da pressão arterial e velocidade da onda de pulso (VOP) antes e após 12 semanas de treinamento.

Foram adotados como critério de inclusão: Ter idade ≥ 60 anos; não realizar exercícios físicos independente do programa e/ou participar de programa de atividade física supervisionado; não apresentar arritmias, dor, hipertensão não controlada, doença pulmonar obstrutiva crônica e lesão ortopédica que impossibilite a realização do experimento;

Como critério de exclusão, foram adotados: Apresentar intolerância a qualquer etapa do estudo, ou qualquer reação aos testes (náuseas, tontura, mal-estar, sensação de desmaio, taquicardia e sudorese excessiva); possuir menos de 80% de frequência no programa e pedir para sair do programa de exercícios físicos.

Figura 1 – Fluxograma do processo de seleção e randomização dos indivíduos



5.4 Medidas antropométricas

A massa corporal total dos participantes, em quilogramas (kg), e a altura, em centímetros (cm), foram medidos com uma balança antropométrica devidamente calibrada (NBR ISO/IEC 17025:2005) (PL-200, Filizola S.A. Pesagem e Automação, São Paulo, SP, Brasil), com precisão de 50 gramas e 0,1 cm. O índice de massa corporal (IMC) foi calculado dividindo-se o peso corporal (kg) pelo quadrado da altura (m^2).

5.5 Avaliação da rigidez arterial e dos parâmetros hemodinâmicos

A velocidade de onda de pulso (VOP) é definida como a distância percorrida pela onda de pressão ao longo do sistema arterial, após a ejeção ventricular, em um determinado intervalo de tempo, sendo expressa em metros por segundo (m/s) (Ettehad et al., 2016; Mikael et al., 2017; Van Sloten et al., 2014). Considerada o método padrão-ouro para a quantificação da rigidez arterial (RA), a VOP apresenta valores mais elevados à medida que a RA se intensifica (Feitosa et al., 2024). Sua mensuração é simples, não invasiva e pode ser realizada em ambiente ambulatorial (Townsend et al., 2015; van Bortel et al., 2012).

A pressão arterial (PA) foi utilizada como critério de elegibilidade para a escolha do braço destinado à avaliação da velocidade de onda de pulso (VOP). O braço selecionado foi aquele que apresentou o maior valor de pressão arterial sistólica (PAS) registrado.

A PAS e a PAD foram aferidas conforme procedimentos detalhados nas Diretrizes Brasileiras de Hipertensão – 2021 (Barroso *et al.*, 2020).

Os participantes foram instruídos a evitar a prática de exercícios físicos nas 48 horas anteriores à avaliação, bem como a abstenção de bebidas contendo cafeína e/ou álcool nas 24 horas que antecederam o procedimento.

Um monitor de pressão arterial automático, não invasivo, calibrado e validado (HEM-7130; Omron Healthcare Inc., Lake Forest, Illinois, EUA) foi utilizado para medir a PAS e PAD.

Durante a avaliação, os participantes permaneceram em silêncio. O manguito foi colocado no braço, aproximadamente 2 cm acima da fossa antecubital. Foram realizadas três medições da pressão arterial em ambos os braços, com intervalos de 1 minuto entre as aferições. Os valores médios obtidos foram utilizados como referência para a pressão arterial de consultório. O braço com os maiores valores de pressão arterial foi selecionado para as medições realizadas no início e após a intervenção.

Para a avaliação da rigidez arterial, os participantes foram instruídos a permanecerem em repouso absoluto por 10 minutos. A velocidade da onda de pulso (VOP), a pressão de pulso (PP), a pressão de pulso central (PPC), a PAS central e a PAD central foram medidas no braço com os valores mais altos de pressão arterial registrados, utilizando o dispositivo automatizado oscilométrico Arteris AOP (Cardio Sistemas Comercial Industrial Ltda., São Paulo, SP, Brasil) com o método de tripla velocidade de onda de pulso (Gambassi *et al.*, 2024; Chaves *et al.*, 2024).

5.6 Protocolo de treinamento resistido tipo explosivo dinâmico (TRTED)

Antes de iniciar o programa de treinamento, os participantes foram submetidos a duas semanas de familiarização. Nesse período, sob a orientação do pesquisador responsável, foram instruídos na execução correta de cada exercício, no manuseio do elástico para garantir a manutenção da intensidade proposta, bem como relatar a percepção de esforço durante a aplicação da escala correspondente.

O protocolo de exercícios foi realizado durante 12 semanas, com frequência semanal de 2x (intervalo de descanso de 48h entre cada sessão na semana), totalizando 24 sessões. O programa foi composto por 6 exercícios resistidos, intercalados com agachamento e sem intervalo de descanso entre as séries e exercícios.

O treinamento resistido tipo explosivo dinâmico (TRTED) adotado neste estudo, foi adaptado do protocolo proposto por Gambassi *et al.* (2023). Estes exercícios foram realizados com faixas elásticas (Thera Band) de tensão moderada (0.5mm) da marca Liveup Sports® (150x15cm).

O GC não participou de nenhum programa de exercício físico supervisionado durante 12 semanas.

O protocolo foi conduzido da seguinte forma:

- a) Supino vertical intercalado com Agachamento;
- b) Panturrilha sentado intercalado com Agachamento;
- c) Remada sentado intercalado com Agachamento;
- d) Abdução de quadril intercalado com Agachamento;
- e) Rosca martelo intercalado com Agachamento;
- f) Abdominal sentado intercalado com Agachamento;

O volume total de treino foi ajustado da seguinte forma:

- a) 5 semanas: 3x6;
- b) 5 semanas: 3x8;
- c) 2 semanas: 3x10;

Todos os exercícios, exceto o agachamento, foram realizados na máxima amplitude de movimento. Além disso, os sujeitos foram orientados a realizar a fase concêntrica o mais rápido possível, enquanto a fase excêntrica foi realizada em 3 segundos.

Para controlar a intensidade das sessões de treinamento resistido, a tensão do elástico foi ajustada com base na aplicação da Escala Resistance Intensity Scale for Exercise (RISE) (Colado et al., 2020). Os participantes realizaram um número alvo de repetições utilizando uma tensão elástica que permitisse atingir uma percepção subjetiva de esforço moderado. Após a conclusão de cada exercício, o esforço percebido foi avaliado, e, caso algum participante relatasse uma intensidade inferior à esperada (baixa intensidade), a tensão da banda elástica era reajustada.

5.7 Análise estatística

A análise estatística foi realizada utilizando o software Prism (GraphPad Inc., San Diego, CA, EUA, versão 8.4.3, 2020). A normalidade da distribuição e a homogeneidade das medidas foram testadas utilizando os testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. As médias e os desvios padrão foram calculados para cada variável dependente.

Uma análise de variância (ANOVA) de duas vias ("grupo" x "tempo") com medidas repetidas foi usada para avaliar os efeitos relacionados ao treinamento ao longo do tempo e entre os grupos. Quando um efeito de interação significativo foi

encontrado, um teste post-hoc do método de Bonferroni foi usado para identificar a mudança dentro do grupo ao longo do tempo. Todos os testes de significância foram bilaterais, com nível de significância requerido de $p \leq 0,05$. O tamanho do efeito (TE) foi determinado utilizando valores de eta-quadrado parcial (η^2p) (Lakens, 2013), considerando valores de $\eta^2p \geq 0,01$ como pequeno, $\eta^2p \geq 0,06$ como médio, e $\eta^2p \geq 0,14$ como grande (Santo; Daniel, 2018).

6. RESULTADOS

Neste estudo, 26 idosos completaram as medições prévias e posteriores às 12 semanas e tiveram seus dados incluídos na análise estatística (GC: n = 14; GI: n = 12).

a) Características antropométricas e clínicas basais

Antes do programa de treinamento não foram observadas diferenças significativas sobre as características antropométricas e clínicas entre os Grupos intervenção e controle, conforme apresentado na tabela 1.

Tabela 1 – Características antropométricas e clínicas basais (n = 26)

Variáveis	GC (n = 14)	GI (n = 12)	Valor de p
Idade, anos*	70.3 ± 8.4	65.3 ± 6.7	0.120
Índice de massa corporal (kg/m ²)*	26.1 ± 4.0	28.0 ± 5.7	0.329
Mulheres, n (%)	8 (71.4)	12 (100)	0.044
Comorbidades associadas (%)			
Hipertensão	78.6	50.0	0.127
Diabetes mellitus tipo II	42.9	16.7	0.149
Medicações (%)			
Inibidor do receptor de angiotensina	50.0	25.0	0.191
Bloqueadores de canal de cálcio	7.1	0	0.345
Betabloqueador	35.7	8.3	0.099
Diuréticos	14.3	8.3	0.636
Hipoglicemiantes	42.9	16.7	0.149
Estatinas	42.9	16.7	0.149

*: Valores expressos em média ± desvio padrão; GC: grupo controle; GI: grupo intervenção.

b) Rigidez Arterial

Os resultados da ANOVA de duas vias indicaram efeitos de interação estatisticamente significativos ($p \leq 0,05$) entre a intervenção e o tempo para a velocidade da onda de pulso ($p \leq 0,03$) e a pressão de pulso ($p \leq 0,04$), ambos apresentando grande tamanho de efeito. Além disso, as análises post-hoc confirmaram que após 12 semanas de treinamento resistido tipo explosivo dinâmico, o grupo intervenção apresentou melhoras significativas na velocidade da onda de

pulso. Por outro lado, não houve melhora, nem interação significativa intra-grupo na variável pressão de pulso central ($p = 0,35$).

Tabela 2. Alterações na rigidez arterial no início e após 12 semanas de intervenção (n=26)

Variáveis	Grupo controle M $\pm$ DP	Grupo intervenção M $\pm$ DP	GC vs. GI M (95% IC)	Valor de (η^2_p) p		
				Grupo	Tempo	Interação
Velocidade da onda de pulso (m/s)				0.244 (0.84)	0.281 (0.05)	0.039[†] (0.17)
Pré	9.9 $\pm$ 1.7	9.3 $\pm$ 1.3	0.6 (-0.8 – 2.0)			
Pós	10.0 $\pm$ 1.8	9.1 $\pm$ 1.2*	0.9 (-0.5 – 2.3)			
Pressão de pulso central (mmHg)				0.235 (0.33)	0.247 (0.06)	0.352 (0.04)
Pré	36.3 $\pm$ 9.4	33.3 $\pm$ 10.3	3.0 (-5.4 – 11.5)			
Pós	36.0 $\pm$ 9.5	30.7 $\pm$ 7.6	5.3 (-3.1 – 13.8)			
Pressão de pulso (mmHg)				0.430 (0.31)	0.592 (0.01)	0.048[†] (0.15)
Pré	47.0 $\pm$ 12.0	45.6 $\pm$ 13.0	1.4 (-10.3 – 13.1)			
Pós	48.9 $\pm$ 14.9	42.4 $\pm$ 10.6	6.4 (-5.2 – 18.1)			

Valores expressos em média $\pm$ desvio padrão; M: média; IC: intervalo de confiança; η^2_p : eta quadrado parcial; GC: Grupo controle; GI: Grupo intervenção. [†] Interação significativa. *mudança intra-grupo ao longo do tempo; m/s: milissegundos; mmHg: milímetro de mercúrio.

c) Parâmetros Hemodinâmicos

Os resultados da ANOVA de duas vias de medidas repetidas mostraram efeitos de interação estatisticamente significativos ($p \leq 0,05$) entre a intervenção e o tempo para a pressão arterial sistólica, com grandes tamanhos de efeito. No entanto, não foi possível observar Interação significativa entre o tempo e a intervenção sobre a pressão arterial diastólica, pressão arterial sistólica central e pressão arterial diastólica central ($p \geq 0,05$) (Tabela 3).

As análises post-hoc confirmaram reduções significativas na pressão arterial sistólica ($p = 0,02$) no grupo intervenção. Contudo, não foi possível observar redução significativa na pressão arterial diastólica ($p = 0,15$), pressão arterial sistólica central ($p = 0,07$) e pressão arterial diastólica central ($p = 0,19$), após 12 semanas de treinamento resistido tipo explosivo dinâmico.

Tabela 3. Alterações nos parâmetros hemodinâmicos no início e após 12 semanas de intervenção (n = 26)

Variáveis	Grupo controle M ± DP	Grupo intervenção M ± DP	GC vs. GI M (95% IC)	Valor (η^2_p) p		
				Grupo	Tempo	Interação
Pressão arterial sistólica (mmHg)				0.723 (0.05)	0.055 (0.15)	0.028[†] (0.18)
Pré	124.9 ± 14.4	127.4 ± 18.8	-2.5 (-18.0 – 13.0)			
Pós	125.6 ± 17.2	118.5 ± 18.0*	7.1 (-8.5 – 22.6)			
Pressão arterial diastólica (mmHg)				0.438 (0.10)	0.034 (0.17)	0.155 (0.08)
Pré	77.7 ± 8.7	82.0 ± 7.2	-4.3 (-11.7 – 3.1)			
Pós	76.6 ± 8.1	76.9 ± 8.4	-0.3 (-7.7 – 7.1)			
Pressão arterial sistólica central (mmHg)				0.639 (0.08)	0.011 (0.24)	0.079 (0.12)
Pré	115.4 ± 10.5	115.9 ± 15.9	-0.6 (-12.6 – 11.5)			
Pós	113.9 ± 12.2	108.7 ± 14.2	5.3 (-6.7 – 17.3)			
Pressão arterial diastólica central (mmHg)				0.502 (0.08)	0.049 (0.15)	0.195 (0.07)
Pré	78.9 ± 8.3	82.6 ± 7.4	-3.7 (-11.0 – 3.5)			
Pós	77.9 ± 7.9	78.0 ± 8.4	-0.1 (-7.4 – 7.1)			

Valores expressos em média ± desvio padrão; M: média; IC: intervalo de confiança; η^2_p : eta quadrado parcial; GC: grupo controle; GI: grupo intervenção. † Interação significativa; * Mudança intra-grupo ao longo do tempo.

7. DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos do treinamento resistido tipo explosivo dinâmico (TRED) sobre parâmetros hemodinâmicos e rigidez arterial de idosos. Os principais achados deste estudo incluem a redução da rigidez arterial e a melhora da pressão arterial sistólica (PAS) em idosos após 12 semanas de treinamento resistido tipo explosivo dinâmico (TRED) com faixas elásticas. Esses resultados têm importantes implicações clínicas, uma vez que a redução da rigidez arterial está relacionada a um menor risco de mortalidade cardiovascular.

Estudos mostram que pequenos declínios na média da pressão arterial da população resultam em grandes reduções no número de doenças cardiovasculares relacionados à pressão arterial elevada (Stamler *et al.*, 1991).

Neste sentido, o nosso estudo observou uma redução clínica significativa na PAS (8,9 mmHg), representando um menor risco de mortalidade por acidente vascular cerebral (AVC) e doença arterial coronariana (Whelton *et al.*, 2002). Adicionalmente, embora não tenha sido observado redução estatística na pressão arterial diastólica (PAD), foi demonstrado redução clínica importante nessa variável (5,1 mmHg) após as 12 semanas de TRTED com faixas elásticas. Consonante a isso, Cook *et al.* (1995) demonstraram que uma redução de 2 mmHg na PAD diminui o risco de AVC e doença arterial coronariana. Assim, este estudo apresenta como proposta, uma abordagem de baixo custo e fácil acesso para reduzir o risco de mortalidade cardiovascular em idosos.

Diversas evidências envolvendo TR e algumas com TP estão em acordo com nossos achados, demonstrando uma redução da pressão arterial em idosos. Nesse sentido, este estudo demonstrou uma redução significativa na PAS ($\Delta = -8,9$ mmHg). De forma semelhante, Gambassi *et al.* (2023), demonstrou uma redução significativa da PAS ($\Delta = -7,4$ mmHg) em mulheres idosas hipertensas após a prática de TP dinâmico. Além disso, corroborando nossos achados, Roberson *et al.* (2018) observaram uma redução de 10 mmHg na PAS após TP em circuito. Esses achados estão de acordo com Henkin *et al.* (2023), que demonstraram uma redução de aproximadamente -7 mmHg na PAS após a prática de TR. De forma semelhante, segundo um estudo de Coelho-Junior *et al.* (2017), o TP é uma estratégia segura, viável e eficaz para o manejo da pressão arterial em idosos.

Embora poucos estudos tenham investigado o TRTED e a rigidez arterial em idosos, há evidências envolvendo o treinamento resistido (TR), o treinamento combinado (TC) com treinamento resistido e treinamento de resistência (TRR) e o treinamento de potência (TP) com treinamento de resistência (Gambassi *et al.*, 2024; Chaves *et al.*, 2024; Gambassi; Schwingel, 2024). Nesse sentido, destacam-se estudos com TC em que foram trabalhados o TR mais TRR, que demonstraram redução da rigidez arterial e melhora nos parâmetros hemodinâmicos em idosos (Otsuki *et al.*, 2020; Shiotsu *et al.*, 2018; Son *et al.*, 2017). Da mesma forma, corroborando com esses achados, Gambassi *et al.*, (2024) ao combinarem o treinamento de potência com o treinamento de resistência, observaram redução significativa na rigidez arterial e na pressão de pulso após um curto período de intervenção de apenas 8 semanas.

Poucos estudos que abordaram os efeitos do TR na rigidez arterial utilizou exercícios de potência. Nossa hipótese é que a combinação dos exercícios de potência com a dinâmica do protocolo (exercícios de alta velocidade na fase concêntrica e realizados de maneira dinâmica) pode ter potencializado a tensão de cisalhamento nos vasos sanguíneos, desencadeando uma resposta do endotélio que resultou na liberação aumentada de óxido nítrico. Esse fenômeno, por sua vez, pode ter contribuído para uma vasodilatação, resultando na diminuição da pressão arterial sistólica da amostra.

Corroborando com a nossa hipótese, Coelho-Júnior *et al.* (2017) e Orsano *et al.* (2018) demonstraram que o treinamento resistido de alta velocidade na fase concêntrica aumenta a produção de óxido nítrico. Mais estudos são necessários para investigar os mecanismos relacionados à redução da rigidez arterial por meio do TP em idosos.

Contrariando nossos achados, um estudo não observou mudanças significativas na pressão arterial média, na frequência cardíaca de repouso ou na rigidez arterial sistêmica em idosos após 20 semanas de TR (Taaffe *et al.*, 2007). De forma semelhante, Rossow *et al.* (2014) não identificaram redução na rigidez arterial em mulheres idosas após 8 semanas de TR.

O presente estudo apresenta uma abordagem inovadora ao investigar o treinamento de força com ênfase em potência, caracterizado pela ausência de intervalos de descanso entre séries e exercícios, utilizando faixas elásticas como

implemento. Diferentemente da maioria dos estudos previamente mencionados, nos quais o treinamento de força foi realizado em máquinas e incluía períodos de descanso, nossa metodologia busca otimizar o tempo e ampliar a acessibilidade, uma vez que as faixas elásticas são de baixo custo e facilmente disponíveis. Esse diferencial viabiliza uma aplicação prática mais ampla e sustentável.

Além disso, a ausência de intervalos entre os exercícios pode intensificar os efeitos benéficos sobre os parâmetros hemodinâmicos e a rigidez arterial, oferecendo uma alternativa eficaz e eficiente aos métodos tradicionais. A utilização das faixas elásticas como ferramenta de treinamento reforça sua relevância no contexto do treinamento resistido e de potência, proporcionando uma estratégia acessível e viável para a promoção da saúde cardiovascular em idosos.

Por fim, as limitações deste estudo incluem a heterogeneidade da amostra – idosos normotensos e hipertensos de ambos os sexos. Essa diversidade pode influenciar os resultados, pois indivíduos com condições fisiológicas diferentes podem responder de maneira distinta às intervenções analisadas. Apesar dessa limitação, os achados do estudo podem estimular novas pesquisas na área. Outros estudos podem explorar amostras mais homogêneas ou investigar separadamente os efeitos do treinamento em idosos normotensos e hipertensos, a fim de entender melhor as particularidades de cada grupo.

8. CONCLUSÃO

Nossos resultados demonstraram que a prática de 12 semanas de treinamento resistido tipo explosivo dinâmico com elásticos promoveu melhoras na rigidez arterial e na pressão arterial sistólica (PAS) em idosos. Dado que a rigidez arterial está fortemente associada ao risco de acidente vascular cerebral, insuficiência cardíaca e mortalidade em idosos, há necessidade de mais ensaios controlados sobre intervenções de baixo custo e fácil aplicação para essa população.

Como uma opção de baixo custo e de fácil acesso, esse modelo de treinamento com elásticos possibilita mais uma alternativa para prevenir hipertensão arterial (HA) em idosos, sendo praticável em casa, espaços públicos e hospitais.

REFERÊNCIAS

ALGHATRIF, M.; LAKATTA, E G. The conundrum of arterial stiffness, elevated blood pressure, and aging. **Current Hypertension Reports**, Philadelphia, v. 17, n. 2, p. 12, 2015.

ALVES, J. E. D. Transição demográfica, transição da estrutura etária e envelhecimento. **Revista Longevidade**, São Paulo, n. 40, p. 8-16, 2014.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **Diretrizes do ACSM para os Testes de Esforço e sua Prescrição**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

ANUNCIAÇÃO, P. G. *et al.* Blood pressure and autonomic responses following isolated and combined aerobic and resistance exercise in hypertensive older women. **Clinical and Experimental Hypertension**, New York, v. 38, n. 8, p. 710-714, 2016.

BARROSO, W. K. S. *et al.* Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial. **Brazilian Guidelines of Hypertension**, Rio de Janeiro, v. 116, n. 3, p. 516-658, mar. 2020.

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

BENETOS, A.; SALVI, P.; LACOLLEY, P. Blood pressure regulation during the aging process: the end of the 'hypertension era'? **Journal of Hypertension**, London, v. 29, n. 4, p. 646-652, 2011.

CAO L, *et al.* The effectiveness of aerobic exercise for hypertensive population: A systematic review and metaanalysis. **J Clin Hypertens**. 2019;21(7):868-76.

CASPERSEN CJ; POWELL KE; CHRISTENSON GM. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. **Public Health Rep**. 1985;100(2):126-31.

CAVALCANTE, B. R. *et al.* Effects of resistance exercise with instability on cognitive function (REI study): a proof-of-concept randomized controlled trial in older adults with cognitive complaints. **Journal of Alzheimer's Disease**. v.77, p.227-239, 2020.

CÉSAR, A. M. P. **Envelhecimento, rigidez arterial e aptidão física: papel da atividade física e do exercício físico**. Dissertação de Doutorado em Atividade Física e Saúde apresentada à Faculdade de Desporto da Universidade do Porto. Porto, p.165. 2017.

CHAVES, LFC. *et al.* Power exercises with elastic bands combined with endurance training improve pulse pressure, systolic blood pressure, and functional parameters in older adults. **Blood Press Monit.** 2024 Nov 8. doi: 10.1097/MBP.0000000000000733. Epub ahead of print. PMID: 39568424.

COELHO-JÚNIOR, H. J. *et al.* Acute effects of power and resistance exercises on hemodynamic measurements of older women. **Clinical Interventions in Aging**, Auckland, v. 12, p. 1103-1114, 2017.

COLADO, J. C. *et al.* Concurrent and construct validation of a new scale for rating perceived exertion during elastic resistance training in the elderly. **Journal of Sports Science & Medicine**, Bursa, v. 19, n. 1, p. 175-186, 2020.

COOK, N. R. *et al.* Implications of small reductions in diastolic blood pressure for primary prevention. **Archives of Internal Medicine**, Chicago, v. 155, n. 7, p. 701-709, 1995.

CORTES-CANTELI, M.; IADECOLA, C. Alzheimer's disease and vascular aging: JACC focus seminar. **Journal of the American College of Cardiology**, New York, v. 75, n. 8, p. 942-951, 2020.

DE ANGELIS, K.; SANTOS, M. S. B.; IRIGOYEN, M. C. Sistema nervoso autônomo e doença cardiovascular. **Revista da Sociedade de Cardiologia do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, ano 8, n. 3, p. 1-7, set./dez. 2004.

ETTEHAD D. *et al.* Blood Pressure Lowering for Prevention of Cardiovascular Disease and Death: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Lancet.** 2016;387(10022):957-67. doi: 10.1016/S0140-6736(15)01225-8.

FEITOSA ADM, *et al.* Diretrizes Brasileiras de Medidas da Pressão Arterial Dentro e Fora do Consultório – 2023. **Arq Bras Cardiol.** 2024;121(4):e20240113

FERRERIA, B. S. *et al.* Effects of resistance training in elderly women with cognitive decline. **Fisioterapia em Movimento**, v. 35, p. e35121, 2022.

FIGUEROA, A. *et al.* Combined resistance and endurance exercise training improves arterial stiffness, blood pressure, and muscle strength in postmenopausal women. **Menopause**, New York, v. 18, n. 9, p. 980-984, 2011.

GAMBASSI, BB. *et al.* Short-duration dynamic power training with elastic bands combined with endurance training: a promising approach to hypertension management in older adults. **J Hypertens.** 2024 Apr 1;42(4):735-742. doi: 10.1097/HJH.00000000000003681. Epub 2024 Feb 12. PMID: 38441186.

GAMBASSI, B; SCHWINGEL, PA. Dynamic power training combined with endurance training reduces arterial stiffness and improves hemodynamic parameters in older adults diagnosed with grade 1 hypertension? **J Hypertens.** 2024 Aug 1;42(8):1461-1462. doi: 10.1097/HJH.00000000000003754. Epub 2024 Jun 27. PMID: 38934193.

GAMBASSI, B. B. *et al.* Impact of dynamic explosive resistance exercise with elastic bands on pulse pressure in hypertensive older adults: a randomized crossover study. **Blood Pressure Monitoring**, London, v. 28, n. 4, p. 208-214, 2023.

GODINHO, R. E. YAZAKI, L. M. Comportamento da fecundidade segundo diferenciais sócio-econômicos e a anticoncepção no estado de São Paulo. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 8., 1992, Caxambu. **Anais eletrônicos** [...]. Campoas: Goloá, 1992. Disponível em: <https://proceedings.science/encontro-abep/abep-1992/trabalhos/comportamento-da-fecundidade-segundo-diferenciais-socio-economicos-e-a-anticonce?lang=pt-br#>. Acesso em: 21 fev. 2025.

HE, W.; GOODKIND, D.; KOWAL, P. Census bureau, international population reports. **An Aging World**. U.S. Government Publishing Office, Washington, DC, v. 16, p. 1-13, 2016.

HENKIN, JS. *et al.* Chronic effect of resistance training on blood pressure in older adults with prehypertension and hypertension: A systematic review and meta-analysis. **Exp Gerontol**. 2023 Jun 15;177:112193. doi: 10.1016/j.exger.2023.112193. Epub 2023 May 16. PMID: 37121334.

HUSMANN, M.; JACOMELLA, V.; THALHAMMER, C.; AMANN-VESTI, BR. Marcadores de rigidez arterial em periférico doença arterial. **Vasa**, v. 44, p.341-8, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Projeções da população do Brasil por sexo e idade: 2010-2060**. Rio de Janeiro: IBGE; 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Expectativa de vida dos brasileiros**: Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2019a. Disponível em: <https://censo2021.ibge.gov.br/2012-agencia-denoticias/noticias/29505-expectativa-de-vida-dos-brasileiros-aumenta-3-meses-e-chega-a-76-6-anos-em-2019.html>. Acesso em: 21 fev. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019b. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/al/pesquisa/23/22957?detalhes=true&indicador=23018>. Acesso em: 21 fev. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Síntese de indicadores sociais**: uma das condições de vida da população brasileira. Rio de Janeiro: IBGE, 2015.

LAKENS, D. Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: a practical primer for t-tests and ANOVAs. **Front Psychol**. 2013 Nov 26;4:863. doi: 10.3389/fpsyg.2013.00863. PMID: 24324449; PMCID: PMC3840331.

LA ROVERE, M. T. *et al.* Baroreflex sensitivity and heart-rate variability in prediction of total cardiac mortality after myocardial infarction. **The Lancet**, London, v. 351, n. 9101, p. 478-484, 1998.

LEITSMANN MF *et al.* Physical activity recommendations and decreased risk of mortality. **Arch Intern Med**. 2007;167(22):2453-60.

LEONEL, L. *et al.* Efeitos agudos e crônicos dos treinamentos aeróbio, de força e combinado em ambiente aquático na pressão arterial de adultos de meia idade e idosos: Uma revisão da narrativa. **Revista Saúde (Santa Maria)**, 48(1), 2022.
<https://periodicos.ufsm.br/revistasaude/article/view/66099>

LIMA, L. G. *et al.* Combined aerobic and resistance training: are there additional benefits for older hypertensive adults? **Clinics**, Sao Paulo, v. 72, n. 6, p. 363-369, 2017.

LIU, Y. *et al.* Associations of resistance exercise with cardiovascular disease morbidity and mortality. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 51, p. 499-508, 2019.

MACHADO, D. R.; DIAS, E. N.; SILVA, J. V.; VITORINO, L. M.; VITORINO, F. M. Avaliação da qualidade de vida dos homens idosos residentes em cidades sul-mineiras. **RECENF - Revista Técnico-Científica de Enfermagem**, vol.8, n.25, p. 220-226. 2010

MCCRATY, R.; SHAFFER, F. Heart rate variability: new perspectives on physiological mechanisms, assessment of self-regulatory capacity, and health risk. **Global Advances in Health and Medicine**, Portland, v. 4, n. 1, p. 46-61, 2015.

MARCOS-PARDO, P. J.; ORQUIN-CASTRILLÓN, F. J.; GEA-GARCÍA, G. M. *et al.* Efeitos de um treinamento em circuito de resistência de intensidade moderada a alta na massa gorda, capacidade funcional, força muscular e qualidade de vida em idosos: um ensaio clínico randomizado. **Sci Rep**, v. 9, n. 7830, 2019.

MASROOR, S. *et al.* Heart rate variability following combined aerobic and resistance training in sedentary hypertensive women: a randomised control trial. **Indian Heart Journal**, Calcutta, v. 70, p. S28-S35, 2018. Supplement 3.

MEDEIROS, J. F. Efeitos do treinamento de força na saúde do idoso. **EFDeportes.com**. Buenos Aires, v.15, n. 148, 2010.

MELO, L. A. de *et al.* Fatores socioeconômicos, demográficos e regionais associados ao envelhecimento populacional. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 4, p. 494-502, 2017.

MIKAEL LR. *et al.* Vascular Aging and Arterial Stiffness. **Arq Bras Cardiol**. 2017;109(3):253-8. doi: 10.5935/abc.20170091.

MINAYO, M. C. S. O imperativo de cuidar da pessoa idosa dependente. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 1, p. 247-252, 2019.

MIURA, H.; NAKAGAWA, E.; TAKAHASHI, Y. Influence of group training frequency on arterial stiffness in elderly women. **European journal of applied physiology**, v. 104, p. 1039–1044, 2008.

MOSTARDA, C. *et al.* Hipertensão e modulação autonômica no idoso: papel do exercício físico. **Revista Brasileira de Hipertensão**, Rio de Janeiro, v.16, n. 1, p. 55-60, 2009.

NASCIMENTO, C. M. C. *et al.* Exercícios físicos generalizados, capacidade funcional e sintomas depressivos em idosos brasileiros. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desenvolvimento Humano**, v. 15, n. 4, p. 486-497, 2013.

NEUMANN, L. T. V.; ALBERT, S. M. Aging in Brazil. **The Gerontologist**, St. Louis, v. 58, n. 4, p. 611-617, 2018.

NORTH, B. J.; SINCLAIR, D. A. The intersection between aging and cardiovascular disease. **Circulation Research**, Baltimore, v. 110, n. 8, p. 1097-1108, 2012.

OLIVEIRA, A. S. Transição demográfica, transição epidemiológica e envelhecimento populacional no Brasil. **Hygeia: Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, Uberlândia, v. 15, n. 31, p. 69-79, 2019.

O'ROURKE, M. Arterial Stiffness, Systolic Blood Pressure, and Logical Treatment of Arterial Hypertension. **Hypertension**. 1990;15(4):339-47. doi: 10.1161/01.hyp.15.4.339.

ORSANO, V. S. M. *et al.* Comparison of the acute effects of traditional versus high velocity resistance training on metabolic, cardiovascular, and psychophysiological responses in elderly hypertensive women. **Clinical Interventions in Aging**, Auckland, v. 13, p. 1331-1340, 2018.

OTSUKI, T. *et al.* Combined aerobic and low-intensity resistance exercise training increases basal nitric oxide production and decreases arterial stiffness in healthy older adults. **J Clin Biochem Nutr**. 2020 Jan;66(1):62-66. doi: 10.3164/jcbrn.19-81. Epub 2019 Dec 20. PMID: 32001958; PMCID: PMC6983435.

PARK, W. *et al.* Effects of moderate combined resistance - and aerobic-exercise for 12 weeks on body composition, cardiometabolic risk factors, blood pressure, arterial stiffness, and physical functions, among obese older men: a pilot study. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, Basel, v. 17, n. 19, p. 7233, 2020.

PAULA, MS. *et al.* Comportamento hemodinâmico em idosos saudáveis praticantes de treinamento de força. Revisão integrativa. **Lecturas: Educación Física y Deportes**, 29(320), 193-210, 2025. <https://doi.org/10.46642/efd.v29i320.7711>

ROBERSON, KB. *et al.* Effects of high-velocity circuit resistance and treadmill training on cardiometabolic risk, blood markers, and quality of life in older adults.

Appl Physiol Nutr Metab. 2018 Aug;43(8):822-832. doi: 10.1139/apnm-2017-0807. Epub 2018 Mar 14. PMID: 29539268.

ROSSOW, LM. *et al.* Arterial stiffness and blood flow adaptations following eight weeks of resistance exercise training in young and older women. **Exp Gerontol.** 2014 May;53:48-56. doi: 10.1016/j.exger.2014.02.010. Epub 2014 Feb 22. PMID: 24566193.

SANTO, EH; DANIEL, F. Calcular e apresentar tamanhos do efeito em trabalhos científicos (3): Guia para reportar os tamanhos do efeito para análises de regressão e ANOVAs (Calculating and Reporting Effect Sizes on Scientific Papers (3): Guide to Report Regression Models and ANOVA Effect Sizes) (February 1, 2018). **Revista Portuguesa de Investigação Comportamental e Social**, 4(1), 43-60. <https://doi.org/10.31211/rpics.2018.4.1.72>, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3519188>

SCHROEDER, E. C. *et al.* Comparative effectiveness of aerobic, resistance, and combined training on cardiovascular disease risk factors: A randomized controlled trial. **PloS One**, San Francisco, v. 14, n. 1, p. e0210292, 2019.

SHIOTSU, Y. Effect of exercise order of combined aerobic and resistance training on arterial stiffness in older men. **Exp Gerontol.** 2018 Oct 1;111:27-34. doi: 10.1016/j.exger.2018.06.020. Epub 2018 Jun 25. PMID: 29953951.

SILVA, N. *et al.* Exercício físico e envelhecimento: benefícios à saúde e características de programas desenvolvidos pelo LABSAU/IEFD/UERJ. **Revista Hospital Universitário Pedro Ernesto**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 2, p.75-85, 2014.

SON, W. M. *et al.* Combined exercise reduces arterial stiffness, blood pressure, and blood markers for cardiovascular risk in postmenopausal women with hypertension. **Menopause**, New York, v. 24, n. 3, p. 262-268, 2017.

SOUSA, EL *et al.* Velocidade de onda de pulso e resistência vascular em idosos hipertensos praticantes de caminhada. **Medicina do Exercício e do Esporte: Evidências Científicas para uma Abordagem Multiprofissional**, p. 1-12, 2022. DOI: 10.37885/220609099.

STAMLER, R. implications of the INTERSALT stud. **Hypertension.** 1991;17 (suppl 1):116 – 120.

TAAFFE, DR. *et al.* Reduced central blood pressure in older adults following progressive resistance training. **J Hum Hypertens.** 2007 Jan;21(1):96-8. doi: 10.1038/sj.jhh.1002115. Epub 2006 Nov 9. PMID: 17096007.

TOWNSEND, RR. *et al.* Recommendations for Improving and Standardizing Vascular Research on Arterial Stiffness: A Scientific Statement From the American Heart Association. **Hypertension.** 2015;66(3):698-722. doi: 10.1161/HYP.0000000000000033.

VAN BORTEL, LM. *et al.* Expert Consensus Document on the Measurement of Aortic Stiffness in Daily Practice Using Carotid-Femoral Pulse Wave Velocity. **J Hypertens.** 2012;30(3):445-8. doi: 10.1097/HJH.0b013e32834fa8b0.

VAN SLOTEN, TT. *et al.* Local Stiffness of the Carotid and Femoral Artery is Associated with Incident Cardiovascular Events and All-Cause Mortality: The Hoorn Study. **J Am Coll Cardiol.** 2014;63(17):1739-47. doi: 10.1016/j.jacc.2013.12.041.

VLACHOPOULOS, C.; AZNAOURIDIS, K.; STEFANADIS, C. Predição de eventos cardiovasculares e mortalidade por todas as causas com rigidez arterial: uma revisão sistemática e metanálise. **J Sou Coll Cardiol.** 55:1318-27, 2010.

WHELTON, P. K. *et al.* Primary prevention of hypertension: clinical and public health advisory from The National High Blood Pressure Education Program. **Journal of the American Medical Association**, Chicago, v. 288, n. 15, p. 1882-1888, 2002.

WU, S. *et al.* Aging, arterial stiffness, and blood pressure association in chinese adults. **Hypertension**, Dallas, v. 73, n. 4, p. 893-899, 2019.

APÊNDICE 1. Termo de Consentimento Livre E Esclarecido (TCLE)

**UNIVERSIDADE CEUMA
PRÓ-RETORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA E EXTENSÃO**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Ceuma
Endereço: Rua Josué Montello, No 01 – Renascença II – CEP: 65075-120
– São Luis – MA
Fone / Fax: (98) 3214-4212 e-mail: cep@ceuma.br

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Título do Estudo:

EFEITOS DO TREINAMENTO RESISTIDO TIPO EXPLOSIVO DINÂMICO NA RIGIDEZ ARTERIAL E PARÂMETROS HEMODINÂMICOS EM IDOSOS.

Você está sendo convidado a participar como voluntário de um estudo. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, visa assegurar seus direitos como participante e é elaborado em duas vias, uma que deverá ficar com você e outra com o pesquisador. Cada página deste termo deverá ser rubricada pelo pesquisador responsável e pelos participantes da pesquisa, além da assinatura do pesquisador e participante ao final do documento, que deverão estar na mesma página. Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o pesquisador. Se você não quiser participar ou retirar sua autorização, a qualquer momento, não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo.

PROJETO DE PESQUISA: EFEITOS DO TREINAMENTO RESISTIDO TIPO EXPLOSIVO DINÂMICO NA RIGIDEZ ARTERIAL E PARÂMETROS HEMODINÂMICOS EM IDOSOS.

PROFESSOR RESPONSÁVEL PELO PROJETO: Thiago Matheus da Silva Sousa

LOCAL DO DESENVOLVIMENTO DO PROJETO: Universidade Ceuma

JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS

É de meu conhecimento que este projeto será desenvolvido em caráter de pesquisa científica. O objetivo do presente projeto é avaliar os efeitos do treinamento resistido tipo explosivo dinâmico sobre a rigidez arterial e parâmetros hemodinâmicos em idosos.

PROCEDIMENTOS

Observação: Todas essas avaliações deverão ser explicadas abaixo, e qualquer dúvida você poderá tirar com o pesquisador que está aplicando esse documento.

O senhor (a) está sendo convidado (a) a participar da pesquisa. Sua participação consistirá em:

Participar das avaliações da pressão arterial e velocidade da onda de pulso (rigidez das artérias). Essas medidas serão realizadas a cada 12 semanas.

Você deverá realizar treinamento físico com bandas elásticas por 12 semanas. Esse treinamento será realizado 2x por semana com duração entre 40 e 50 minutos.

DESCONFORTOS E RISCOS

Os testes, bem como os protocolos deste estudo parecem ser seguros e bem tolerados, com riscos baixos. De acordo com recentes estudos conduzidos por Gambassi *et al.* (2017) e Sousa *et al.* (2017) não foram observadas nenhuma intercorrência após a aplicação de protocolos parecidos com as intervenções propostas nessa pesquisa. No entanto, podem ocorrer desconfortos mínimos e passageiros como cansaço e dores musculares. Para atenuar esses possíveis desconfortos e riscos, um pesquisador com experiência na área e estudantes do curso de educação física deverão tomar as providências necessárias. Você contará com a assistência do pesquisador em todas as etapas de sua participação no estudo.

BENEFÍCIOS

Não haverá compensação financeira pela participação do voluntário neste estudo. Os benefícios que você deverá esperar com a sua participação serão: melhora da melhora da pressão arterial e diminuição da rigidez das artérias.

ACOMPANHAMENTO E ASSISTÊNCIA

Durante todo o desenvolvimento do projeto os participantes serão acompanhados por profissionais da área da Educação Física aptos para a assistência necessária, onde todas as dúvidas que irão surgir no decorrer do projeto possam ser prontamente sanadas.

SIGILO E PRIVACIDADE

Todas as informações obtidas durante as avaliações e sessões de exercício do programa de treinamento serão mantidas em sigilo e não poderão ser consultadas por pessoas leigas. As informações assim obtidas somente serão utilizadas para fins de pesquisa científica, tendo sua privacidade sempre resguardada.

RESSARCIMENTO

Os custos com o transporte e alimentação relacionados ao desenvolvimento do projeto serão de responsabilidade dos pesquisadores quando estes saíam da rotina do participante que voluntariamente se dispôs a participar da pesquisa. Em caso de eventuais danos provenientes do estudo, os direitos a indenização do participante são garantidos pelos pesquisadores. Ainda que ocorra a descontinuidade de participação no estudo, os participantes poderão ter acesso aos resultados de suas avaliações.

O COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA (CEP)

O papel do CEP é avaliar e acompanhar os aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos. A Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), tem por objetivo desenvolver a regulamentação sobre proteção dos seres humanos envolvidos nas pesquisas. Desempenha um papel coordenador da rede de Comitês de Ética em Pesquisa (CEPs) das instituições, além de assumir a função de órgão consultor na área de ética em pesquisas.

CONTATO

Em caso de dúvida sobre o estudo, você poderá entrar em contato com o pesquisador responsável, Thiago Matheus da Silva Sousa, pelo telefone (98) 98495-6330 ou pelo e-mail thiago_edfisica@outlook.com. Em caso de denúncias ou reclamações sobre sua participação e sobre questões éticas do estudo, você poderá entrar em contato com a secretaria do comitê de ética em pesquisa (CEP) na Universidade CEUMA, no endereço, Rua Josué Montello, N° 01 – Renascença II – CEP: 65075-120 – São Luís – MA. Fone / Fax: (98) 3214-4212 e-mail: cep@ceuma.br

CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Após ter sido esclarecido sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos e os possíveis incômodos que esta possa acarretar, aceito participar:

Nome do (a) participante:

Data: ____/____/____

Assinatura do Participante

Pesquisador responsável

thiago_edfisica@outlook.com - Contato: (98) 98495-6330

São Luís, ____/____/____

Assinatura do sujeito ou responsável

APÊNDICE 2. Artigo científico submetido para publicação no periódico The Journal Blood Pressure Monitoring

Manuscript

[Click here to access/download;Manuscript;Manuscript.docx](#) ±[Click here to view linked References](#)

1

1 **Dynamic power training with elastic bands: a low-cost, accessible, and**
2 **effective strategy for reducing arterial stiffness and blood pressure in older**
3 **adults**

4
5
6
7 Bruno Bavaresco Gambassi^{1,2,3,4,5,6*} . Thiago Matheus da Silva Sousa^{1,4*} . Luiz
8 Filipe Costa Chaves^{1,4} . Samir Seguin Sotão^{1,4} . Roberto Bianco² . Paulo Adriano
9 Schwingel⁶ . Cristiano Teixeira Mostarda⁴

10
11
12
13
14
15 *These authors contributed equally to this work.

16
17
18 ¹Ceuma University, Department of Physical Education, São Luís, MA, Brazil;

19 ²Ceuma University, São Luís, MA, Brazil;

20 ³Postgraduate Program in Management and Health Care, Ceuma University, São
21 Luís, MA, Brazil;

22 ⁴Postgraduate Program in Physical Education, Federal University of Maranhão,
23 São Luís, MA, Brazil;

24 ⁵Interuniversity Network for Healthy Aging, Latin America and the Caribbean;

25 ⁶Human Performance Research Laboratory, University of Pernambuco,
26 Petrolina, PE, Brazil;

27
28
29 Corresponding Author:

30 Bruno Bavaresco Gambassi, Ceuma University, Department of Physical
31 Education, São Luís, MA, Brazil. Address: Rua Josué Montello, 1 - Renascença
32 II, São Luís - MA, 65075-120, Brazil. professorbrunobavaresco@gmail.com,
33 mobile phone number: +55 98984411500. ORCID: 0000-0003-3852-0602.

34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65

Abstract

Introduction Studies have addressed traditional resistance training and power training (PT) with elastic bands (EB) on older adults' health parameters. However, little is known about how power exercises relate to their arterial stiffness (AS) of this population.

Aim This study aimed to investigate the effects of dynamic PT with EB on older adults' AS and hemodynamic parameters.

Methods Older adults were randomly assigned to the control group and the intervention group. IG participants performed PT with EB twice a week for 12 weeks. Pulse wave velocity, pulse pressure, central pulse pressure, systolic blood pressure, diastolic blood pressure, central systolic blood pressure, and central diastolic blood pressure were assessed before and after 12 weeks.

Results Pulse wave velocity (arterial stiffness), pulse pressure and systolic blood pressure significantly improved after 12 weeks of intervention ($p < 0.05$).

Conclusions These findings indicate that 12 weeks of PT with EB reduces AS and significantly improves systolic blood pressure in older adults. Given the above, this study provides strong evidence that dynamic PT with EB is a low-cost, accessible, and effective strategy for reducing AS and blood pressure in older adults, particularly in populations with limited access to conventional exercise facilities.

Keywords: aging . vascular health . systolic blood pressure . intervention . power exercise.

1 Introduction

Muscle strength can manifest in various forms in resistance training (RT), including resistance strength, maximum strength, and explosive strength, often referred to as power training (PT) [1]. Evidence indicates that PT safely and effectively improves functional parameters in healthy older adults [2,3]. It has also been demonstrated that PT can reduce older people's blood pressure (BP) [4-7].

PT with elastic bands has been identified as a good exercise option for improving health in the older population [7,8]. In addition to the benefits demonstrated in the literature, it can overcome barriers to exercise practice such as lack of time and difficulty accessing adequate traditional PT facilities. Moreover, exercise with elastic bands is low-cost, easy to apply, and can be performed anywhere (e.g., indoors and in public spaces).

Robust study findings regarding exercises with elastic bands have shown that traditional RT with elastic bands promotes similar strength gains to traditional RT with weight machines in different population profiles and using diverse protocols [9]. Similarly, RT with elastic bands can bring significant health benefits comparable to those obtained from weight machines in sedentary middle-aged women [10].

Although some studies have analyzed how RT and PT with elastic bands impact older adults' health parameters [7,8, 11-13], little is known about the effects of power exercises on their arterial stiffness. Since aging is associated with vascular stiffness and consequently risk of arterial hypertension (AH) and cardiovascular mortality, and PT protocols may be promising to reduce arterial stiffness [14-16], there is a need for studies verifying how this type of training with elastic bands affects older adults' arterial stiffness. They may provide strength and conditioning professionals with additional elastic band possibilities when prescribing exercise training for systemic AH prevention in this population.

Hence, this study aimed to investigate the effects of dynamic PT with elastic bands on older adults' arterial stiffness and hemodynamic parameters. The study hypothesizes that arterial stiffness and systolic BP (SBP) will improve after dynamic PT.

2 Methods

Study design

103 This interventional, controlled, randomized study was conducted upon
104 approval by the Ethics Committee at CEUMA University (São Luís, MA, Brazil).
105 All participants signed an informed consent form after learning about the study
106 approach and procedures they would undergo and the potential risks and
107 benefits. The study was conducted following the Helsinki Declaration of 1975.

108

109 **Participants**

110 The sample size was calculated with G*Power software (Heinrich-Heine-
111 Universität Düsseldorf, Düsseldorf, Germany, release 3.1.9.4, 2019). The priori
112 sample size calculation was based on ANOVA (F-test), $\alpha = 0.05$, power = 0.95,
113 and a large effect size [17], resulting in 12 individuals per group to assess the
114 effects of PT with elastic bands on older adults' arterial stiffness. Hence, 15
115 participants were selected per group to account for possible withdrawals.

116 Participants were recruited from Ceuma University in São Luís, Maranhão,
117 Brazil. Inclusion criteria included being able to walk with or without assistance,
118 performing basic daily activities, and not having engaged in regular exercise
119 training for the past six months. Exclusion criteria included experiencing disabling
120 pain during exercise, inability to perform exercise sessions, and inability to
121 participate in evaluations.

122 The study included 30 older adults, randomized with a computer-
123 generated list of random numbers and ensuring concealed allocation with opaque
124 and sequentially numbered sealed envelopes. They were randomized into an
125 intervention group (IG) (n = 15) and a control group (CG) (n = 15) (Figure 1).

126

127 *** INSERT FIGURE 1 NEAR HERE ***

128

129 **Experimental approach to the problem**

130 All assessments (arterial stiffness and hemodynamic parameters) were
131 performed before and after 12 weeks of training by the same experienced
132 exercise physiologists using identical procedures, blinded regarding group
133 allocation. Experiments were performed in a quiet air-conditioned room (22 to
134 24°C) always in the mornings in the Laboratory of Assessment and Physiology of
135 Ceuma University, in four distinct phases.

During the first phase (familiarization, 3 weeks), participants underwent an orientation period to familiarize themselves with the assessments and proper exercise techniques. In the second phase (2 weeks), experienced exercise physiologists performed the initial assessments. In the third phase (12 weeks), experienced exercise physiologists assisted with the protocol. Finally, in the fourth phase (2 weeks), experienced exercise physiologists administered the final assessments.

143

144 **Anthropometric measurements**

The participants' total body mass in kilograms (kg) and height in centimeters (cm) were measured with a properly calibrated (NBR ISO/IEC 17025:2005) anthropometric scale (PL-200, Filizola S.A. Pesagem e Automação São Paulo, SP, Brazil), with an accuracy of 50 grams and 0.1 cm. Body mass index was determined by body mass (kg) divided by the square of height (m²).

150

151 **Assessment of arterial stiffness and hemodynamic parameters**

Systolic blood pressure and diastolic blood pressure were measured according to the procedures detailed in the 2023 Brazilian guidelines for in-office and out-of-office blood pressure measurement [18]. Participants were instructed to refrain from exercising for 48 hours and from drinking caffeinated and/or alcoholic beverages for 24 hours before the evaluation.

Systolic blood pressure and diastolic blood pressure were measured with an automatic, noninvasive, calibrated, and validated arterial blood pressure monitor (HEM-7200; Omron Healthcare Inc., Lake Forest, Illinois, United States of America [USA]). Participants were instructed to remain silent. The cuff was placed on the arm about 2 cm above the antecubital fossa. Three blood pressure measurements were taken from each arm, with a 1-minute interval between them. The mean blood pressure values were used as office blood pressure.

Pulse wave velocity, pulse pressure (PP), central PP, central systolic blood pressure, and central diastolic blood pressure, were measured on the arm with the highest recorded blood pressure values using the automated oscillometric Arteris AOP device (Cardio Sistemas Comercial Industrial Ltda, São Paulo, SP, Brazil) employing the triple pulse wave velocity method [14,15].

169

170 Intervention group (dynamic power training)

171 Older adults were supervised by exercise professionals with prior
 172 experience in monitoring and controlling PT, with a trainer/trainee ratio of 1:2.5.
 173 The intervention was based on previous recommendations [1]. PT was performed
 174 with elastic bands (strong) (LIVEUP® SPORTS, Araucária, PR, Brazil), with
 175 intensity and movement speed controlled according to previous studies [19, 20].

176 The intensity of the exercises was controlled using the rating of perceived
 177 effort (RPE) using resistance intensity scale for exercise (RISE) [19]. At the end
 178 of each exercise set participants were asked to provide their RPE (easy, low,
 179 moderate, hard, maximal) for the first and last repetition of the set. For example,
 180 whenever the intensity was reported as easy or low in the previous set of an
 181 exercise, the participant's elastic band tension was adjusted (increased) in the
 182 upcoming set to provide a moderate intensity. Similarly, if a participant
 183 experiences muscle pain, the tension of the elastic band is reduced to alleviate
 184 discomfort.

185 During the protocol familiarization period (2 weeks, 6 sessions), elastic
 186 bands offering moderate intensity were used to familiarize the participants with
 187 the initial and final positions of the exercises (e.g., reduce and increase elastic
 188 band tension; concentric and eccentric movement speed). The exercise
 189 professionals controlled the concentric and eccentric movement speed through
 190 verbal/tactile cues. During this phase, the RPE was easy, while in the main phase
 191 of the program, the intensity was moderate.

192 Vertical chest press, plantar flexion, seated row, hip abduction, elbow
 193 flexion, trunk flexion, and squat on the chair. Except for the squat on the chair
 194 exercise, all exercises were performed with a full range of motion, with concentric
 195 contractions performed as fast as possible, while the eccentric contractions were
 196 performed slowly within 3 seconds. The protocol consisted of a sequence of six
 197 combinations of two consecutive exercises without intervals of absolute rest
 198 throughout the session (Figure 2). The protocol consisted of, that is, two sets:

- 199 1. vertical chest press interspersed with squat on the chair;
 200 vertical chest press interspersed with squat on the chair (Figure 2a).
- 201 2. plantar flexion interspersed with squat on the chair;
 202 plantar flexion interspersed with squat on the chair (Figure 2b).
- 203 3. seated row interspersed with squat on the chair;

204 seated row interspersed with squat on the chair (Figure 2c).

205 4. hip abduction interspersed with squat on the chair;

206 hip abduction interspersed with squat on the chair (Figure 2d).

207 5. elbow flexion interspersed with squat on the chair;

208 elbow flexion interspersed with squat on the chair (Figure 2e).

209 6. trunk flexion interspersed with squat on the chair;

210 trunk flexion interspersed with squat on the chair (Figure 2f).

211 Protocol was performed two times per week over 12 weeks, with a
212 minimum 48-hour rest interval provided between each exercise session in the
213 same week. The exercise training volume was increased over the 12 weeks as
214 shown below:

215 • 5 weeks: 3 sets x 6 reps;

216 • 5 weeks: 3 sets x 8 reps;

217 • 2 weeks: 3 sets x 10 reps;

218

219 **Control group**

220 Participants were instructed not to participate in any systematic exercise
221 program for 12 weeks.

222

223 **Statistical analysis**

224 Statistical analysis was performed using Prism software (GraphPad Inc.,
225 San Diego, CA, USA, version 8.4.3, 2020). The normality of the distribution and
226 the homogeneity of the outcome measures were tested using the Shapiro-Wilk
227 and Levene tests, respectively. Means and standard deviations were calculated
228 for each dependent variable. A two-way ("group" x "time") analysis of variance
229 (ANOVA) with repeated measures was used to evaluate training-related effects
230 over time or between groups. The Greenhouse-Geisser was used to assess
231 changes in the outcomes; when a significant interaction effect was found, paired
232 *t* tests were used to investigate within-group changes. All significance tests were
233 2-tailed and had a required significance level of $\alpha \leq 0.05$. All measurements were
234 two-tailed, and p-values calculated with significance levels set at 5%. The effect
235 size (ES) was determined using partial eta-squared (η^2_p) values [21]. According
236 to Espírito Santo and Daniel [22], values of $\eta^2_p \geq 0.01$ were considered small ES,
237 $\eta^2_p \geq 0.06$ was considered medium ES, and $\eta^2_p \geq 0.14$ was considered large ES.

238 3 Results

239 Participants

240 In this study, 26 older adults completed the pre- and post-8-week
241 measurements and had their data included in the statistical analysis (CG: n = 14;
242 IG: n = 12). Their clinical characteristics are shown in Table 1.

243

244 *** INSERT TABLE 1 NEAR HERE ***

245

246 3.1 Arterial stiffness

247 The results of the two-way mixed ANOVA indicated statistically significant
248 interaction effects ($p \leq 0.05$) between the intervention and time for pulse wave
249 velocity and PP, all of which exhibited large ES as presented in Table 2. Post-hoc
250 analyses further confirmed significant improvements in pulse wave velocity ($\Delta =$
251 -0.3 m/s; $p = 0.03$) and PP ($\Delta = -6.5$ mmHg; $p = 0.01$) and within the IG.

252

253 *** INSERT TABLE 2 NEAR HERE ***

254

255 3.2 Hemodynamic parameters

256 The results of the two-way mixed ANOVA indicated statistically significant
257 interaction effects ($p \leq 0.05$) between the intervention and time for systolic blood
258 pressure, exhibited large ES as presented in Table 3. Post-hoc analyses further
259 confirmed significant improvements in systolic blood pressure ($\Delta = -10.4$ mmHg;
260 $p = 0.01$), within the IG.

261

262 *** INSERT TABLE 3 NEAR HERE ***

263

264 4 Discussion

265 The main study findings are reduced arterial stiffness and improved SBP
266 in older adults after 12 weeks of dynamic PT with elastic bands. Our findings have
267 important clinical implications since reduced arterial stiffness is related to a lower
268 risk of cardiovascular mortality. There was also a significant clinical reduction in
269 SBP (8.9 mmHg), representing a lower risk of mortality from stroke and coronary
270 artery disease [23]. In the same line, diastolic BP (DBP) reduced by 5.1 mmHg
271 after 12 weeks of dynamic PT. According to Cook et al. [24], a 2-mmHg reduction

1 272 in DBP reduces the risk of stroke and coronary artery disease. Given the above,
 2 273 this study presents a low-cost, easily accessible approach to reducing the risk of
 3 274 cardiovascular mortality in older adults.

5 275 Although few studies have addressed PT and arterial stiffness in older
 6 276 adults, there is evidence involving RT, combined training (CT) with RT and
 7 277 endurance training (ET), and PT with ET [25-29, 14-16]. In this sense, studies
 8 278 with CT (RT plus ET) stand out, demonstrating reduced arterial stiffness and
 9 279 improved hemodynamic parameters in older adults [27-29]. In the same line, CT
 10 280 (PT plus ET) reduced arterial stiffness and pulse pressure after only 24 exercise
 11 281 sessions (8 weeks) [14].

12 282 Contrary to our findings, a study observed no significant change in the
 13 283 mean arterial pressure, resting heart rate, or systemic arterial stiffness in older
 14 284 adults after 20 weeks of RT [30]. In the same line, Rossow et al. [25] observed
 15 285 no reduction in arterial stiffness in older women after 8 weeks of RT.

16 286 None of these studies addressing the effects of RT on arterial stiffness
 17 287 used power exercises. We hypothesize that the reduction in arterial stiffness
 18 288 observed in the present study is related to the mechanism through which PT (high
 19 289 speed in the concentric phase of the exercise) stimulates nitric oxide production
 20 290 [31]. Additionally, greater nitric oxide production was demonstrated after
 21 291 practicing PT than RT [32].

22 292 Furthermore, combining power exercises with the protocol dynamics (no
 23 293 absolute rest between sets and between exercises) may have increased
 24 294 hemodynamic shear stress, influencing nitric oxide production. Shear stress has
 25 295 a crucial role in regulating such production, influencing vascular smooth muscle
 26 296 cell tone. Furthermore, shear stress, and estrogens, among other factors, are
 27 297 associated with increased expression of endothelial nitric oxide synthase RNA
 28 298 [33,34]. Further studies are needed on mechanisms related to arterial stiffness
 29 299 reduction through PT in older adults.

30 300 This study also demonstrated a significant reduction in SBP. Several
 31 301 pieces of evidence involving RT and some with PT are in line with our findings,
 32 302 demonstrating a reduction in older adults' BP.

33 303 In this sense, this study demonstrated a significant reduction in SBP (Δ =
 34 304 -8.9 mmHg). Likewise, a study by our group [7] has demonstrated a significant
 35 305 SBP reduction (Δ = -7.4 mmHg) in hypertensive older women after practicing

dynamic PT. Additionally, corroborating our findings, Roberson et al. [35] observed a 10-mmHg SBP reduction after PT in a circuit. These findings agree with Henkin et al. [36] who demonstrated a reduction of approximately -7 mmHg in SBP after RT practice. In the same vein, according to an elegant study by Coelho-Junior et al. [5], PT is a safe, feasible, and effective strategy for managing BP in older adults.

Lastly, the limitations of this study include the heterogeneity of the sample – normotensive and hypertensive older adults of both sexes. On the other hand, our findings may encourage further studies on this topic.

5 Conclusion

In summary, this study demonstrated that 12 weeks of PT with elastic bands improves older people's arterial stiffness and SBP. Given that arterial stiffness is strongly associated with the risk of stroke, heart failure, and mortality in older adults, there is a need for further controlled trials on low-cost, easy-to-apply interventions for this population. As it is a low-cost, easily accessible option, strength and conditioning professionals will have another exercise training option to prevent AH in older adults, which can be practiced at home and in public spaces and hospitals.

Acknowledgements

The authors thank all participants for their engagement in the study.

Data availability

The datasets generated during and/or analyzed during the current study are available from the corresponding author upon reasonable request.

Conflict of interest

All authors declare that there is no conflict of interest.

Funding

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior—Brazil (CAPES) [under Finance Code 001] and

339 was supported by Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de
 340 Pernambuco (FACEPE) [APQ-0246-4.06/14; APQ-1413-4.08/21].

341

342 **Ethical Approval**

343 The study was approved by the Ethics Committee at CEUMA University
 344 (number; 6.943.156; July 2024).

345

346 **REFERENCES**

- 347 1. Bavaresco Gambassi B, Lopes Dos Santos MD, Furtado Almeida FJ.
 348 Basic guide for the application of the main variables of resistance training
 349 in elderly. *Aging Clin Exp Res.* 2019;31(7):1019-1020.
 350 doi:10.1007/s40520-019-01181-y
- 351 2. Radaelli R, Trajano GS, Freitas SR, Izquierdo M, Cadore EL, Pinto RS.
 352 Power Training Prescription in Older Individuals: Is It Safe and Effective
 353 to Promote Neuromuscular Functional Improvements?. *Sports Med.*
 354 2023;53(3):569-576. doi:10.1007/s40279-022-01758-0
- 355 3. Izquierdo M, Merchant RA, Morley JE, Anker SD, Aprahamian I, Arai H,
 356 et al. International Exercise Recommendations in Older Adults (ICFSR):
 357 Expert Consensus Guidelines. *J Nutr Health Aging.* 2021;25(7):824-853.
 358 doi:10.1007/s12603-021-1665-8
- 359 4. Coelho-Júnior HJ, Irigoyen MC, Aguiar SDS, Gonçalves IO, Câmara
 360 NOS, Cenedeze MA, et al. Acute effects of power and resistance
 361 exercises on hemodynamic measurements of older women. *Clin Interv*
 362 *Aging.* 2017 Jul 11;12:1103-1114. doi: 10.2147/CIA.S133838.
- 363 5. Coelho-Júnior HJ, Silva Aguiar S, Calvani R, Picca A, de Azevedo
 364 Carvalho D, Rodrigues B, et al. Acute and chronic effects of traditional
 365 and high-speed resistance training on blood pressure in older adults: A
 366 crossover study and systematic review and meta-analysis. *Exp Gerontol.*
 367 2022;163:111775. doi:10.1016/j.exger.2022.111775
- 368 6. Oliveira-Dantas FF, Browne RAV, Oliveira RS, Cabral LLP, de Farias
 369 Junior LF, Costa EC. Effect of High-velocity Resistance Exercise on 24-h
 370 Blood Pressure in Hypertensive Older Women. *Int J Sports Med.* 2021
 371 Jan;42(1):41-47. doi: 10.1055/a-1202-1536.

- 372 7. Bavaresco Gambassi B, Nobre I, Prazeres J, De Melo MH, Bianco R,
 373 Novais, TM, et al. Impact of dynamic explosive resistance exercise with
 374 elastic bands on pulse pressure in hypertensive older adults: a
 375 randomized crossover study. *Blood Press Monit.* 2023;28(4):208-214.
 376 doi:10.1097/MBP.0000000000000650
- 377 8. Yoon DH, Kang D, Kim HJ, Kim JS, Song HS, Song W. Effect of elastic
 378 band-based high-speed power training on cognitive function, physical
 379 performance and muscle strength in older women with mild cognitive
 380 impairment. *Geriatr Gerontol Int.* 2017;17(5):765-772.
- 381 9. Lopes JSS, Machado AF, Micheletti JK, de Almeida AC, Cavina AP,
 382 Pastre CM. Effects of training with elastic resistance versus conventional
 383 resistance on muscular strength: A systematic review and meta-analysis.
 384 *SAGE Open Med.* 2019 Feb 19;7:2050312119831116. doi:
 385 10.1177/2050312119831116. Erratum in: *SAGE Open Med.* 2020 Sep
 386 9;8:2050312120961220. doi: 10.1177/2050312120961220.
- 387 10. Lima FF, Camillo CA, Gobbo LA, Trevisan IB, Nascimento WBBM, Silva
 388 BSA et al. Resistance Training using Low Cost Elastic Tubing is Equally
 389 Effective to Conventional Weight Machines in Middle-Aged to Older
 390 Healthy Adults: A Quasi-Randomized Controlled Clinical Trial. *J Sports*
 391 *Sci Med.* 2018 Mar 1;17(1):153-160.
- 392 11. Gómez-Tomás C, Chulvi-Medrano I, Carrasco JJ, Alakhdar Y. Effect of a
 393 1-year elastic band resistance exercise program on cardiovascular risk
 394 profile in postmenopausal women. *Menopause.* 2018;25(9):1004-1010.
- 395 12. Stojanović MDM, Mikić MJ, Milošević Z, Vuković J, Jezdimirović T,
 396 Vučetić V. Effects of Chair-Based, Low-Load Elastic Band Resistance
 397 Training on Functional Fitness and Metabolic Biomarkers in Older
 398 Women. *J Sports Sci Med.* 2021;20(1):133-141.
- 399 13. Liu HW, Lee OK. Effects of resistance training with elastic bands on bone
 400 mineral density, body composition, and osteosarcopenic obesity in
 401 elderly women: a meta-analysis. *J Orthop.* 2024;53:168–175. doi:
 402 10.1016/j.jor.2024.03.039
- 403 14. Bavaresco Gambassi B, Chaves LFC, Sousa TMDS, Ribeiro MJS, Souza
 404 TA, Schwingel PA. Short-duration dynamic power training with elastic
 405 bands combined with endurance training: a promising approach to

- 406 hypertension management in older adults. *J Hypertens*. 2024;42(4):735-
407 742. doi:10.1097/HJH.0000000000003681
- 408 15. Costa Chaves LF, Bavaresco Gambassi B, Cadore E, et al. Power
409 exercises with elastic bands combined with endurance training improve
410 pulse pressure, systolic blood pressure, and functional parameters in
411 older adults. *Blood Press Monit*. Published online November 8, 2024.
412 doi:10.1097/MBP.0000000000000733
- 413 16. Bavaresco Gambassi B, Schwingel PA. Dynamic power training
414 combined with endurance training reduces arterial stiffness and improves
415 hemodynamic parameters in older adults diagnosed with grade 1
416 hypertension?. *J Hypertens*. 2024;42(8):1461-1462.
417 doi:10.1097/HJH.0000000000003754
- 418 17. Beck TW. The importance of a priori sample size estimation in strength
419 and conditioning research. *J Strength Cond Res*. 2013;27(8):2323–2337.
420 doi: 10.1519/JSC.0b013e318278eea0
- 421 18. Feitosa ADM, Barroso WKS, Mion Junior D, et al. Brazilian guidelines for
422 in-office and out-of-office blood pressure measurement - 2023. *Arq Bras*
423 *Cardiol*. 2024;121(4):e20240113. doi:10.36660/abc.20240113
- 424 19. Colado JC, Furtado GE, Teixeira AM, Flandez J, Naclerio F. Concurrent
425 and Construct Validation of a New Scale for Rating Perceived Exertion
426 during Elastic Resistance Training in The Elderly. *J Sports Sci Med* 2020
427 Feb 24;19(1):175-186.
- 428 20. Colado JC, Gene-Morales J, Jiménez-Martínez P, Saez-Berlanga A,
429 Ferri-Carua AM, Garcia-Ramos A, et al. Concurrent validation of the
430 resistance intensity scale for exercise for monitoring velocity-based
431 training with elastic bands. *Heliyon* 2024 Mar 21;10(7):e28298. doi:
432 10.1016/j.heliyon.2024.e28298.
- 433 21. Lakens D. Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative
434 science: a practical primer for t-tests and ANOVAs. *Front Psychol* 2013;
435 4:863. doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00863.
- 436 22. Espírito Santo H, Daniel F. Calcular e apresentar tamanhos do efeito em
437 trabalhos científicos (3): Guia para reportar os tamanhos do efeito para
438 análises de regressão e ANOVAs (Calculating and Reporting Effect Sizes
439 on Scientific Papers (3): guide to report regression models and ANOVA

- effect sizes). *Rev Port Invest Comport Soc* 2018; 4:43–60.
doi.org/10.31211/rpics.2018.4.1.72.
23. Whelton PK, He J, Appel LJ, Cutler JA, Havas S, Kotchen TA, et al.
Primary prevention of hypertension: clinical and public health advisory
from The National High Blood Pressure Education Program. *JAMA*.
2002;288(15):1882-1888. doi:10.1001/jama.288.15.1882
24. Cook NR, Cohen J, Hebert PR, Taylor JO, Hennekens CH. Implications
of small reductions in diastolic blood pressure for primary prevention.
Arch Intern Med. 1995 Apr 10;155(7):701-9.
25. Rossow LM, Fahs CA, Thiebaud RS, Loenneke JP, Kim D, Mouser JG, et
al. Arterial stiffness and blood flow adaptations following eight weeks of
resistance exercise training in young and older women. *Exp Gerontol*.
2014 May;53:48-56. doi: 10.1016/j.exger.2014.02.010.
26. Yoshizawa M, Maeda S, Miyaki A, Misono M, Saito Y, Tanabe K, et al.
Effect of 12 weeks of moderate-intensity resistance training on arterial
stiffness: a randomised controlled trial in women aged 32-59 years. *Br J*
Sports Med. 2009 Aug;43(8):615-8. doi: 10.1136/bjsm.2008.052126.
27. Otsuki T, Namatame H, Yoshikawa T, Zempo-Miyaki A. Combined
aerobic and low-intensity resistance exercise training increases basal
nitric oxide production and decreases arterial stiffness in healthy older
adults. *J Clin Biochem Nutr*. 2020;66(1):62-66. doi:10.3164/jcbrn.19-81
28. Shiotsu Y, Watanabe Y, Tujii S, Yanagita M. Effect of exercise order of
combined aerobic and resistance training on arterial stiffness in older
men. *Exp Gerontol*. 2018;111:27-34. doi:10.1016/j.exger.2018.06.020
29. Son WM, Sung KD, Cho JM, Park SY. Combined exercise reduces
arterial stiffness, blood pressure, and blood markers for cardiovascular
risk in postmenopausal women with hypertension. *Menopause*.
2017;24(3):262-268. doi:10.1097/GME.0000000000000765
30. Taaffe DR, Galvão DA, Sharman JE, Coombes JS. Reduced central
blood pressure in older adults following progressive resistance training. *J*
Hum Hypertens. 2007;21(1):96-98. doi:10.1038/sj.jhh.1002115
31. Coelho-Junior HJ, Irigoyen MC, da Silva Aguiar S, de Oliveira Gonçalves
I, Câmara NOS, Cenedeze MA, et al. Acute effects of power and

- 1 473 resistance exercises on hemodynamic measurements of older women.
2 474 Clin Interv Aging 2017; 12:1103–1114.
3
4 475 32.Orsano VSM, de Moraes WMAM, de Sousa NMF, et al. Comparison of the
5 476 acute effects of traditional versus high velocity resistance training on
6
7 477 metabolic, cardiovascular, and psychophysiological responses in elderly
8
9 478 hypertensive women. Clin Interv Aging. 2018;13:1331-1340. Published
10 479 2018 Jul 31. doi:10.2147/CIA.S164108
11
12 480 33.Ayajiki K, Kindermann M, Hecker M, Fleming I, Busse R. Intracellular pH
13 481 and tyrosine phosphorylation but not calcium determine shear stress-
14
15 482 induced nitric oxide production in native endothelial cells. Circ Res.
16
17 483 1996;78(5):750-758. doi:10.1161/01.res.78.5.750
18
19 484 34.Michel T, Feron O. Nitric oxide synthases: which, where, how, and
20
21 485 why?. J Clin Invest. 1997;100(9):2146-2152. doi:10.1172/JCI119750
22
23 486 35.Roberson KB, Potiaumpai M, Widdowson K, Jaghab AM, Chowdhari S,
24
25 487 Armitage C, et al. Effects of high-velocity circuit resistance and treadmill
26
27 488 training on cardiometabolic risk, blood markers, and quality of life in older
28
29 489 adults. Appl Physiol Nutr Metab. 2018 Aug;43(8):822-832. doi:
30
31 490 10.1139/apnm-2017-0807.
32
33 491 36.Henkin JS, Pinto RS, Machado CLF, Wilhelm EN. Chronic effect of
34
35 492 resistance training on blood pressure in older adults with prehypertension
36
37 493 and hypertension: A systematic review and meta-analysis. Exp Gerontol.
38
39 494 2023;177:112193. doi:10.1016/j.exger.2023.112193
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65

Figure 1. Flow diagram of participants.

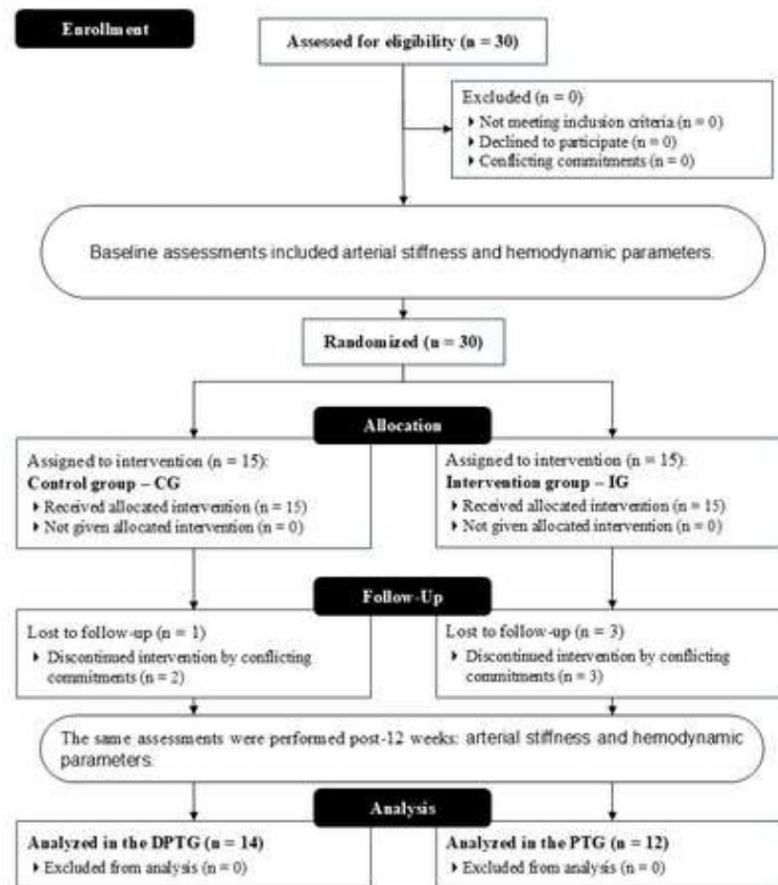
[Click here to access/download;Figure;Figure 1#.tif](#)

Figure 2. Demonstration of the power exercises

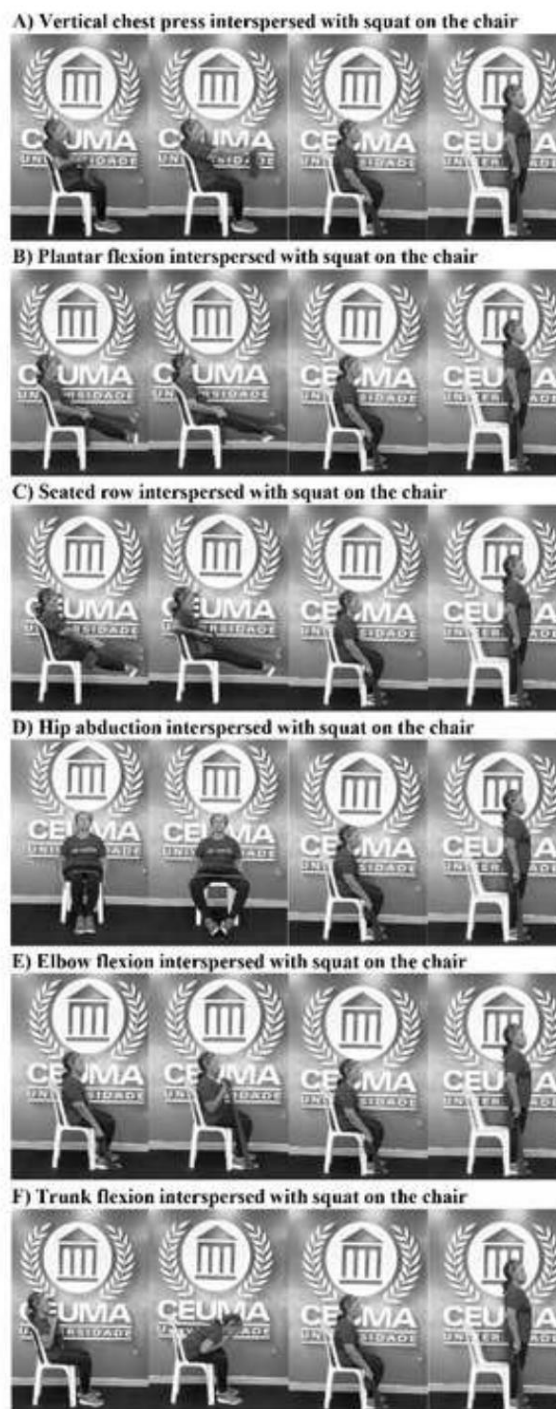
[Click here to access/download;Figure;Figure 2#.jpeg](#)

Table 2. Changes in arterial stiffness at baseline and after 12 weeks of intervention (n = 26)

[Click here to access/download;Table;Table 2.docx](#)

Variables	Control group [CG] (n = 14)	Intervention group [IG] (n = 12)	CG vs. IG MD (95% CI)	Group	p (η^2_p) values Time	Interaction
Pulse wave velocity (PWV) (m/s)				0.244 (0.84)	0.281 (0.05)	0.039* (0.17)
Pre	9.9 ± 1.7	9.3 ± 1.3	0.6 (-0.8 – 2.0)			
Post	10.0 ± 1.8	9.1 ± 1.2*	0.9 (-0.5 – 2.3)			
Central pulse pressure (cPP), mmHg				0.235 (0.33)	0.247 (0.06)	0.352 (0.04)
Pre	36.3 ± 9.4	33.3 ± 10.3	3.0 (-5.4 – 11.5)			
Post	36.0 ± 9.5	30.7 ± 7.6	5.3 (-3.1 – 13.8)			
Pulse pressure (PP), mmHg				0.430 (0.31)	0.592 (0.01)	0.048* (0.15)
Pre	47.0 ± 12.0	45.6 ± 13.0	1.4 (-10.3 – 13.1)			
Post	48.9 ± 14.9	42.4 ± 10.6	6.4 (-5.2 – 18.1)			

Values are expressed as mean ± standard deviation; MD: mean difference; CI: confidence interval; η^2_p : partial eta squared; CG: Control group; IG: Intervention group. †Significant interaction or main effect. *within-group change over time.

Table 3. Changes in hemodynamic parameters at baseline and after 12 weeks of intervention (n = 26)

[Click here to access/download;Table;Table 3.docx](#)

Variables	Control group [CG] (n = 14)	Intervention group [IG] (n = 12)	CG vs. IG MD (95% CI)	Group	p (η^2_p) values Time	Interaction
Systolic blood pressure (SBP), mmHg				0.723 (0.05)	0.055 (0.15)	0.028* (0.18)
Pre	124.9 ± 14.4	127.4 ± 18.8	-2.5 (-18.0 – 13.0)			
Post	125.6 ± 17.2	118.5 ± 18.0*	7.1 (-8.5 – 22.6)			
Diastolic blood pressure (DBP), mmHg				0.438 (0.10)	0.034 (0.17)	0.155 (0.08)
Pre	77.7 ± 8.7	82.0 ± 7.2	-4.3 (-11.7 – 3.1)			
Post	76.6 ± 8.1	76.9 ± 8.4	-0.3 (-7.7 – 7.1)			
Central systolic blood pressure (CSBP), mmHg				0.639 (0.08)	0.011 (0.24)	0.079 (0.12)
Pre	115.4 ± 10.5	115.9 ± 15.9	-0.6 (-12.6 – 11.5)			
Post	113.9 ± 12.2	108.7 ± 14.2	5.3 (-6.7 – 17.3)			
Central diastolic blood pressure (CDBP), mmHg				0.502 (0.08)	0.049 (0.15)	0.195 (0.07)
Pre	78.9 ± 8.3	82.6 ± 7.4	-3.7 (-11.0 – 3.5)			
Post	77.9 ± 7.9	78.0 ± 8.4	-0.1 (-7.4 – 7.1)			

Values are expressed as mean ± standard deviation; MD: mean difference; CI: confidence interval; η^2_p : partial eta squared; CG: Control group; IG: Intervention group. †Significant interaction or main effect; *within-group change over time.

ANEXO 1. Parecer substanciado do CEP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: EFEITOS DO TREINAMENTO FÍSICO SOBRE PARÂMETROS METABÓLICOS, INFLAMATÓRIOS, FUNCIONAIS E CARDIOVASCULARES DE IDOSOS

Pesquisador: Bruno Bavaresco Gambassi

Área Temática:

Versão: 5

CAAE: 12699519.7.0000.5084

Instituição Proponente: Centro Universitário do Maranhão - UniCEUMA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.257.795

Apresentação do Projeto:

O objetivo do presente estudo é avaliar os efeitos do treinamento físico sobre parâmetros metabólicos, inflamatórios, funcionais e cardiovasculares de idosos. Para tanto, serão selecionados 75 participantes idosos com e sem doenças crônicas degenerativas de ambos os gêneros. Todos os participantes deverão ser submetidos às avaliações de parâmetros metabólicos, inflamatórios, funcionais e cardiovasculares a cada 8 semanas por 96 semanas. Será realizada uma pesquisa com delineamento de grupos randomizados com testes pré e pós tratamento. Após assinar o termo de consentimento livre e esclarecido os participantes deverão ser divididos randomicamente em Grupo Treinamento Resistido Virtual (GTRV) (n=25), Grupo Treinamento Resistido Circuito tipo Explosivo (TRCE) 2 x por semana;(n=25); Grupo Treinamento Resistido Circuito tipo Explosivo (TRCE) 3 x semana por semana;(n=25) e Grupo Método Treinamento Combinado Dinâmico (GMTCD) (n=25). Todos os grupos deverão realizar determinadas práticas por 96 semanas. Todos os participantes deverão participar das seguintes avaliações a cada 8 semanas: equilíbrio, mobilidade e agilidade, velocidade, força muscular de membros superiores e inferiores, circunferência (cintura, abdômen, braços, coxas e panturrilha), composição corporal, pressão arterial, fração de ejeção ventricular, diâmetros internos do ventrículo esquerdo no final da sístole e da diástole, espessura do septo interventricular, variabilidade da frequência cardíaca, parâmetros inflamatórios e de estresse oxidativo. Os dados coletados deverão ser submetidos à análise estatística com as variáveis quantitativas expressas em média $\pm$ desvio-padrão. O nível de



CENTRO UNIVERSITÁRIO DO
MARANHÃO - UNICEUMA



Continuação do Parecer: 5.257.795

significância a ser adotado para todas as análises será $P < 0,05$. Espera-se ainda que os resultados desse estudo esclareçam as respostas adaptativas proporcionadas pela prática do treinamento físico, minimizando os prejuízos das doenças crônicas degenerativas e do processo de envelhecimento.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

O objetivo do presente estudo é avaliar os efeitos do treinamento físico sobre parâmetros metabólicos, inflamatórios, funcionais e cardiovasculares de idosos.

Metodologia Proposta:

Esse estudo é do tipo experimental com delineamento de grupos randomizados com testes pré e pós tratamento.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Os testes, bem como os protocolos deste estudo parecerem ser seguros e bem tolerados com riscos baixos. De acordo com recentes estudos conduzidos por Gambassi et al. (2017) e Sousa et al. (2017) não foram observadas nenhuma intercorrência após a aplicação de protocolos parecidos com as intervenções propostas nessa pesquisa. No entanto, podem ocorrer desconfortos mínimos e passageiros como cansaço e dores musculares. Para atenuar esses possíveis desconfortos e riscos, um pesquisador com experiência na área e 15 profissionais graduados em Educação Física deverão tomar as providências necessárias. Existe um pequeno incômodo no momento da coleta do exame pela picada da agulha. O risco de infecção é desprezível, pois a coleta de sangue será realizada por profissionais habilitados e com materiais descartáveis do próprio pesquisador. Você contará com a assistência do pesquisador se necessário em todas as etapas de sua participação no estudo.

Benefícios:

Não haverá compensação financeira pela participação do voluntário neste estudo. Os benefícios que você deverá esperar com a sua participação serão: melhora da sua força muscular e do seu equilíbrio, bem como aumento da sua capacidade de caminhar, da pressão arterial e do funcionamento do seu coração. Também pode melhorar a glicose, o colesterol e o funcionamento do seu sistema de defesa do corpo.



Continuação do Parecer: 5.257.795

Trata-se de uma pesquisa relevante e que contribuirá para a área de estudo

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os documentos e termos necessários para apreciação ética da pesquisa foram apresentados, estando adequados as resoluções e normativas do sistema CEP CONEP. As pendências enumeradas no parecer anterior foram apresentadas.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Mediante a análise do projeto de pesquisa e a documentação apresentada decide-se pela aprovação deste protocolo de pesquisa

Considerações Finais a critério do CEP:

O pesquisador deverá apresentar a este CEP relatório final da pesquisa

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_1758908_E2.pdf	17/12/2021 21:10:46		Aceito
Folha de Rosto	FR.pdf	17/12/2021 21:06:01	Bruno Bavaresco Gambassi	Aceito
Outros	R.pdf	17/12/2021 18:40:56	Bruno Bavaresco Gambassi	Aceito
Declaração de Pesquisadores	CA2.pdf	17/12/2021 18:40:23	Bruno Bavaresco Gambassi	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	CA.pdf	17/12/2021 18:40:10	Bruno Bavaresco Gambassi	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.docx	16/12/2021 09:50:04	Bruno Bavaresco Gambassi	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	16/12/2021 09:49:38	Bruno Bavaresco Gambassi	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO.docx	16/12/2021 09:48:10	Bruno Bavaresco Gambassi	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:



CENTRO UNIVERSITÁRIO DO
MARANHÃO - UNICEUMA



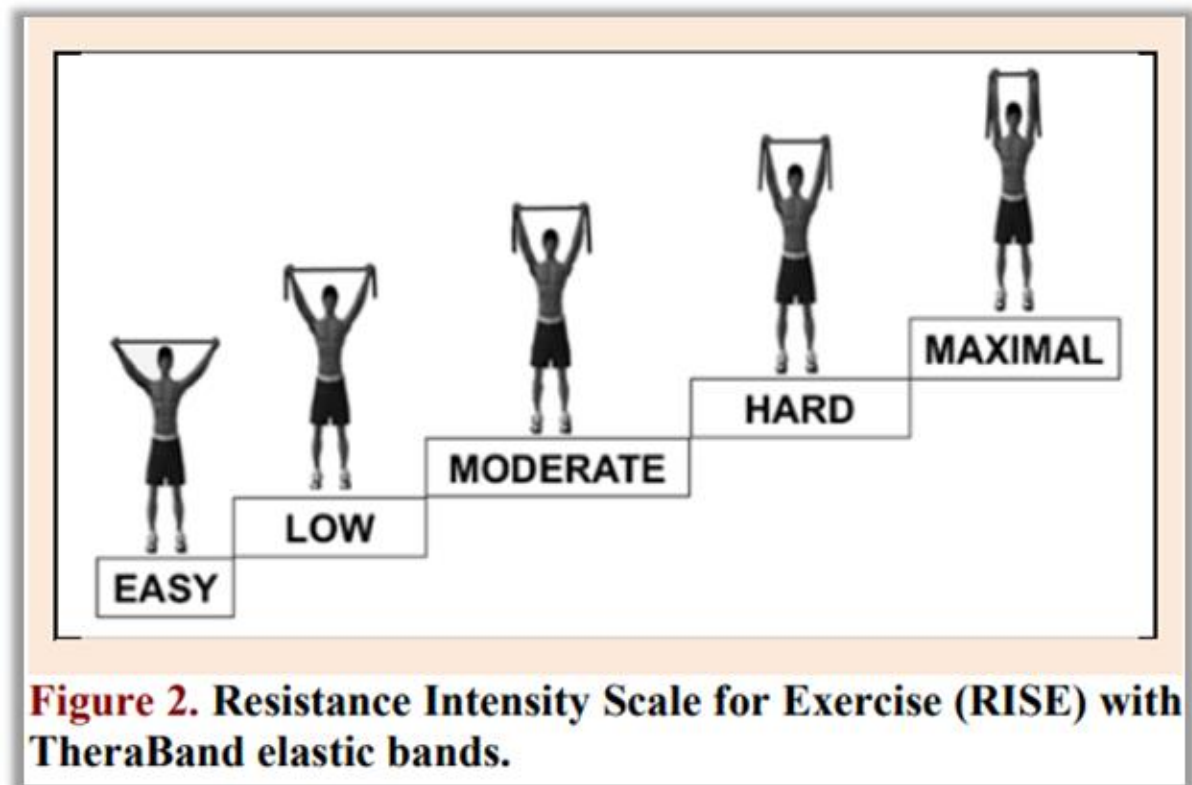
Continuação do Parecer: 5.257.795

Não

SAO LUIS, 22 de Fevereiro de 2022

Assinado por:
RUDYS RODOLFO DE JESUS TAVAREZ
(Coordenador(a))

ANEXO 2. Escala Resistance Intensity Scale for Exercise (RISE)



Fonte: Colado *et al.* (2020).

ANEXO 3. Submissão do artigo científico ao periódico The Journal Blood Pressure Monitoring

High Blood Pressure & Cardiovascular Prevention

Dynamic power training with elastic bands: a low-cost, accessible, and effective strategy for reducing arterial stiffness and blood pressure in older adults

--Manuscript Draft--

Manuscript Number:		
Full Title:	Dynamic power training with elastic bands: a low-cost, accessible, and effective strategy for reducing arterial stiffness and blood pressure in older adults	
Article Type:	Original article	
Funding Information:	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (under Finance Code 001)	PhD Paulo Adriano Schwingel
	Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (APQ-0246-4.06/14; APQ-1413-4.08/21)	PhD Paulo Adriano Schwingel
Abstract:	Introduction Studies have addressed traditional resistance training and power training (PT) with elastic bands (EB) on older adults' health parameters. However, little is known about how power exercises relate to their arterial stiffness (AS) of this population. Aim This study aimed to investigate the effects of dynamic PT with EB on older adults' AS and hemodynamic parameters. Methods Older adults were randomly assigned to the control group and the intervention group. IG participants performed PT with EB twice a week for 12 weeks. Pulse wave velocity, pulse pressure, central pulse pressure, systolic blood pressure, diastolic blood pressure, central systolic blood pressure, and central diastolic blood pressure were assessed before and after 12 weeks. Results Pulse wave velocity (arterial stiffness), pulse pressure and systolic blood pressure significantly improved after 12 weeks of intervention ($p < 0.05$). Conclusions These findings indicate that 12 weeks of PT with EB reduces AS and significantly improves systolic blood pressure in older adults. Given the above, this study provides strong evidence that dynamic PT with EB is a low-cost, accessible, and effective strategy for reducing AS and blood pressure in older adults, particularly in populations with limited access to conventional exercise facilities.	
Corresponding Author:	Bruno Bavaresco Gambassi Ceuma University: Universidade Ceuma BRAZIL	
Corresponding Author Secondary Information:		
Corresponding Author's Institution:	Ceuma University: Universidade Ceuma	
Corresponding Author's Secondary Institution:		
First Author:	Bruno Bavaresco Gambassi	
First Author Secondary Information:		
Order of Authors:	Bruno Bavaresco Gambassi Thiago Matheus da Silva Sousa Luiz Filipe Costa Chaves Samir Seguin Sotão Roberto Bianco Paulo Adriano Schwingel Cristiano Mostarda	
Order of Authors Secondary Information:		