



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

ÁDRIA SAMARA NEGRÃO NORONHA

**RESPONSIVIDADE DE PARÂMETROS NEUROMUSCULARES E CAPACIDADE
FUNCIONAL A DOSE MÍNIMA DE TREINAMENTO RESISTIDO EM MULHERES
DE MEIA-IDADE E IDOSAS**

Castanhal - PA
2023

ÁDRIA SAMARA NEGRÃO NORONHA

**RESPONSIVIDADE DE PARÂMETROS NEUROMUSCULARES E CAPACIDADE
FUNCIONAL A DOSE MÍNIMA DE TREINAMENTO RESISTIDO EM MULHERES
DE MEIA-IDADE E IDOSAS**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano - PPGCMH, do Instituto de Ciências da Saúde - ICS, da Universidade Federal do Pará - UFPA.

Linha de pesquisa: Esporte, Atividade Física e Saúde.

Orientador: Prof. Dr. Victor Silveira Coswig.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

N852r Noronha, Ádria Samara Negrão.
RESPONSIVIDADE DE PARÂMETROS
NEUROMUSCULARES E CAPACIDADE FUNCIONAL A
DOSE MÍNIMA DE TREINAMENTO RESISTIDO EM
MULHERES DE MEIA-IDADE E IDOSAS / Ádria Samara
Negrão Noronha. — 2023.
61 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Victor Silveira Coswig
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará,
Instituto de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em
Ciências do Movimento Humano, Belém, 2023.

1. Treinamento resistido. 2. Parâmetros neuromusculares.
3. Capacidade funcional. 4. Responsividade. 5. Idosas. I.
Título.

CDD 613.70446

ÁDRIA SAMARA NEGRÃO NORONHA

**RESPONSIVIDADE DE PARÂMETROS NEUROMUSCULARES E CAPACIDADE
FUNCIONAL A DOSE MÍNIMA DE TREINAMENTO RESISTIDO EM MULHERES
DE MEIA-IDADE E IDOSAS**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano - PPGCMH, do Instituto de Ciências da Saúde - ICS, da Universidade Federal do Pará - UFPA.

Linha de pesquisa: Esporte, Atividade Física e Saúde.

Orientador: Prof. Dr. Victor Silveira Coswig.

Data da avaliação: 24/04/2023

Conceito: _____

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Victor Silveira Coswig
Orientador - PPGCMH/UFPA

Prof^a. Dra. Elren Passos Monteiro
Membro interno - PPGCMH/UFPA

Prof. Dr. Ricardo Borges Viana
Membro externo – IEFES/UFC

À minha mãe e minha irmã, minhas
companheiras de vida.

AGRADECIMENTOS

À minha mãe Mara Lúcia Negrão Noronha, que sempre me apoiou e me incentivou a continuar. Sem esse suporte eu não teria conseguido chegar até aqui. Obrigada por tudo e por tanto. Te amo!

À minha irmã Áglia Tamara Negrão Noronha, que é minha conselheira nº1 e a melhor em me ajudar a enfrentar meus conflitos internos. Sem ti as coisas ficariam difíceis de serem encaradas. Obrigada por tudo, maninha te ama muito.

Ao Prof. Dr. Victor Silveira Coswig, pela excelente orientação, pelo tempo dedicado ao meu trabalho e pela oportunidade de vivenciar essa jornada como sua orientanda. Muito obrigada, o senhor é o melhor!

À Prof^a. Dra. Elren Passos Monteiro e Prof. Dr. Ricardo Borges Viana, pelas contribuições ao meu trabalho.

À Rayra Khalinka Neves Dias, que é minha parceira desde 2016. Obrigada pelo companheirismo, que continuemos sabendo resolver nossas diferenças com boas conversas. Saiba que os momentos vividos durante aqueles 4 meses tensos de coleta nunca serão esquecidos, pois juntas, conseguimos fazer dessa fase dias felizes e especiais, o que tornou o processo menos dolorido. Nunca vou esquecer da gente em frente ao laboratório tomando Nescau enquanto conversávamos, chorávamos e ríamos da nossa situação com medo de tudo dar errado. Spoiler: tudo sempre dá certo no final.

À Universidade Federal do Pará e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano.

Por fim, agradeço à Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas (FAPESPA), pelo auxílio financeiro.

RESUMO

O treinamento resistido (TR) é uma estratégia eficaz para amenizar a perda de força muscular e riscos de limitações funcionais que ocorrem drasticamente a partir dos 55 anos. No entanto, há evidências de variações interindividuais na capacidade de resposta ao TR, visto que algumas pessoas podem ser responsivas e outras não-responsivas ao mesmo protocolo. Desse modo, o objetivo do presente estudo foi verificar a responsividade de mulheres de meia-idade e idosas submetidas ao TR com abordagem de dose mínima e verificar o efeito do protocolo sobre a força muscular e capacidade funcional das participantes. Participaram desta pesquisa 22 mulheres não treinadas, com média de idade de $64,3 \pm 7,2$ anos, massa corporal de $65,5 \pm 9,2$ kg e estatura de $152,3 \pm 4,3$ cm, aleatoriamente designadas para o Grupo Intervenção (INT), submetidas ao protocolo de dose mínima durante 4 semanas ou para o Grupo Controle (CON), que participaram de duas palestras e duas aulas de alongamento. As participantes realizaram as avaliações de força (1 repetição máxima no *Leg press* 180°, Remada sentada e Supino reto) e capacidade funcional (*timed up and go*, *Physical Performance Battery*) antes e ao final das 4 semanas. Para a análise estatística foi realizada a Análise de Variância de medidas repetidas e *post-hoc* de Bonferroni para dados com distribuição normal, teste Mann Whitney U para dados não normalmente distribuídos, Deltas de variação ($\Delta\%$) para apresentar percentuais de mudanças e teste *t* independente para comparar as médias de percentuais de mudanças entre grupos. O nível de significância adotado foi $p < 0,05$. O teste de Levene foi usado para verificar a variância entre grupos. Para classificação da responsividade, o desvio padrão da pontuação de alteração no CON foi multiplicado por 1.96. Indivíduos fora dessa faixa foram classificados como Altos respondedores ou Baixos respondedores. Os resultados sugerem 16,6% de Altos respondedores no 1RM do supino reto e 8,4% na estimativa de 1RM no mesmo exercício, com 25% de Altos respondedores para velocidade média e de pico do teste Sentar e Levantar. Com relação às diferenças médias, observou-se aumentos significativos de força muscular somente para INT, sem diferenças entre grupos. Desse modo, conclui-se que 4 semanas de TR realizado com abordagem de dose mínima apresenta uma pequena taxa de Altos respondedores para força de membros superiores e para velocidade de membros inferiores. Além disso, a dose de treinamento utilizada parece ser insuficiente para gerar adaptações de força muscular e capacidade funcional maiores que o controle em mulheres de meia-idade e idosas.

Palavras-chave: Treinamento resistido, Força muscular, Capacidade Funcional, Responsividade, Mulheres de meia-idade, Idosas.

ABSTRACT

Resistance training (RT) is an effective strategy to mitigate the loss of muscle strength and the risk of functional limitations that occur drastically after 55 years of age. However, there is evidence of inter-individual variations in responsiveness to resistance training, since some people can be responsive and others non-responsive to the same protocol. Thus, the objective of the present study was to verify the responsiveness of middle-aged and elderly women submitted to TR with a minimum dose approach and to verify the effect of the protocol on muscle strength and functional capacity of the participants. Twenty-two untrained women, mean age 64.3 ± 7.2 years, body mass 65.5 ± 9.2 kg, and height 152.3 ± 4.3 cm, randomly assigned to the Intervention Group (INT), submitted to the minimum dose protocol during 4 weeks, or to the Control Group (CON), who participated in two lectures and two stretching classes. The participants were evaluated for strength (1 repetition maximum in Leg Press 180°, Seated Rowing, and Straight Supine) and functional capacity (Timed Up and Go, Physical Performance Battery) before and at the end of the 4 weeks. For the statistical analysis it was performed the Analysis of Variance of repeated measures and Bonferroni post-hoc test for data with normal distribution, Mann Whitney U test for non-normally distributed data, Deltas of variation ($\Delta\%$) to present percentage of change and independent t test to compare the means of percentage of change between groups. The significance level adopted was $p < 0.05$. Levene's test was used to check the variance between groups. For classification of responsiveness, the standard deviation of the CON change score was multiplied by 1.96. Individuals outside this range were classified as High responders or Low responders. The results suggest 16.6% High responders in the 1RM of the straight supine and 8.4% in the estimated 1RM in the same exercise, with 25% High responders for average and peak velocity of the Sit and Stand test. Regarding the mean differences, we observed significant increases in muscle strength only for INT, with no differences between groups. Thus, it is concluded that 4 weeks of TR performed with a minimal dose approach presents a small rate of High responders for upper limb strength and lower limb speed. Furthermore, the training dose used seems to be insufficient to generate greater muscle strength and functional capacity adaptations than the control in middle-aged and elderly women.

Keywords: Resistance training, Muscle strength, Functional capacity, Responsiveness, Middle-aged women, Elderly.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Delineamento experimental da intervenção.....	25
Figura 2: Fluxograma CONSORT de inscrição, randomização, alocação, acompanhamento e análise.	26
Figura 3: Respondedores diferenciais após 4 semanas de intervenção.....	33
Figura 4: Desempenho absoluto e percentual de mudança dos testes de força muscular dos grupos CON (n = 10) e INT (n = 12).....	35
Figura 5: Desempenho absoluto e percentual de mudança dos testes de capacidade funcional dos grupos CON (n = 10) e INT (n = 12).	38

LISTA DE QUADROS E TABELAS

QUADROS

Quadro 1: Equações estatísticas usadas para avaliar a variabilidade interindividual à protocolos de TR.	23
---	----

TABELAS

Tabela 1: Protocolo de TR de dose mínima.	27
Tabela 2: Dados de estimativa de 1RM, velocidade e potência do teste de 1RM no Supino reto e Sentar e Levantar.	39

LISTA DE SIGLAS

TR	Treinamento Resistido
RP	Responsivos
N-RP	Não-Responsivos
MMD	Mínima Mudança Detectável
TE	Tamanho de Efeito
ET	Erro Típico
DP	Desvio Padrão
PAR-Q	Questionário de Prontidão para Atividade Física
1RM	1 Repetição Máxima
TUG	<i>Timed up and go</i>
SPBB	<i>Short Physical Performance Battery</i>
INT	Grupo Intervenção
CON	Grupo Controle
CCI	Coefficiente de Correlação Intraclasse
CV	Coefficiente de variação
VM4M	Velocidade de Marcha de 4 Metros
IIQ	Intervalo interquartil
ANOVA	Análise de Variância
VMP	Velocidade média propulsiva

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Objetivos	14
1.1.1 Objetivo Geral	14
1.1.2 Objetivos Específicos	14
2 REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1 Envelhecimento	15
2.2 Treinamento resistido e envelhecimento	16
2.3 Variabilidade interindividual na capacidade de resposta adaptativa à protocolos de treinamento	20
3 MÉTODOS	24
3.1 Desenho do estudo	24
3.2 Participantes	25
3.3 Intervenção	26
3.3.1 Protocolo de treinamento de dose mínima	26
3.3.2 CON.....	27
3.4 Desfechos	28
3.4.1 PAR-Q.....	28
3.4.2 IPAQ – Versão curta.....	28
3.4.3 Indicadores antropométricos.....	28
3.4.4 TUG	29
3.4.6 Familiarização e estimativa de 1RM	30
3.4.7 Teste de 1RM	30
3.5 Tamanho da amostra	31
3.6 Randomização e cegamento	31
3.7 Métodos estatísticos	31
4 RESULTADOS	33
4.1 Respondedores diferenciais	33
4.2 Desempenho dos testes de força muscular	34
4.3 Desempenho dos testes de capacidade funcional	36
4.4 Parâmetros de estimativa de 1RM, velocidade e potência	39
5 DISCUSSÃO	40
5.1 Aplicações práticas	44
6 CONCLUSÃO	44
REFERÊNCIAS	46
APÊNDICES	54
ANEXOS	57

1 INTRODUÇÃO

O envelhecimento é caracterizado por uma perda progressiva da integridade fisiológica, fortemente associada à diminuição gradual de força e massa muscular ao longo dos anos, o que resulta no comprometimento da função e aumento da vulnerabilidade a doenças e mortalidade (BEAUDART et al., 2017; LÓPEZ-OTÍN et al., 2013). No entanto, apesar de altamente correlacionadas (CHEN et al., 2013; NEWMAN et al., 2006), sugere-se que a força pode ser mais importante do que a massa muscular na estimativa do risco de mortalidade (METTER et al., 2002; NEWMAN et al., 2006). Desse modo, destaca-se que maiores perdas de força muscular se iniciam após os 55 anos, com queda de aproximadamente 20% para homens e uma porcentagem mais drástica de 35% para mulheres (GALLAHUE; OZMUN; GOODWAY, 2013), o que indica que, a partir dessa idade, surgem riscos de limitações funcionais e incapacidade gerados por baixos níveis de força (CLARK; MANINI, 2012).

Neste contexto, o engajamento em treinamento resistido (TR) tem sido consistentemente recomendado como estratégia eficaz para aumentar significativamente a força muscular, contribuir para o melhor funcionamento físico, melhor qualidade de vida e redução de mortalidade por todas as causas (NSCA, 2019). Contudo, mesmo com os benefícios estabelecidos do TR, a taxa de participação de adultos de meia-idade e pessoas idosas são baixas para esse modelo de exercício (BENNIE et al., 2016). Esse baixo engajamento pode ser em decorrência das potenciais barreiras relatadas, que incluem restrições de tempo, uma alta dificuldade percebida e/ou complexidade e acesso limitado a instalações e equipamentos (FISHER et al., 2017; FYFE; HAMILTON; DALY, 2022). Nesse cenário, a adoção de abordagens de TR com eficiência de tempo, eficazes para manter ou melhorar a saúde e a função muscular pode ser interessante para essa população.

Nessa perspectiva, sugere-se a abordagem de dose mínima de TR, caracterizada por sessões de baixo volume (máximo de 10 exercícios, 1 série por exercício, duração < 30 min), que demonstrou promover melhoras na força muscular e capacidade funcional em adultos de meia-idade e pessoas idosas (FISHER et al., 2017; SILVA et al., 2014; SOUZA et al., 2019; VIEIRA et al., 2022). Quanto aos ganhos esperados para essa abordagem, Cunha et al., (2020) sugere aumentos de 37,1% para força máxima de membros superiores e 16,3% para membros inferiores de mulheres idosas após 12 semanas de TR realizado com 1 série (1S), ganhos semelhantes aos observados no grupo de 3 séries (3S) por exercício (27,3% e 21,7%, respectivamente). O estudo Ribeiro et al., (2015), também realizado com mulheres idosas, demonstrou aumentos maiores de força máxima após a realização do protocolo de 3S

comparado a 1S, tanto no supino (+26,6%, versus +20,3%) quanto na extensão do joelho (+23,9% versus +16,2%). No estudo de Polito, Papst e Goessler, (2021), realizado com adultos de meia-idade, a força máxima aumentou de forma semelhante nos exercícios supino reto e extensão de joelho para 1S ($48,1 \pm 6,3$ e $71,3 \pm 12,2$ kg, respectivamente) e 3S ($50,2 \pm 7,8$ e $75,2 \pm 9,6$ kg). Nesse sentido, embora haja algumas discrepâncias nos resultados citados, realizar TR com protocolos de 1S parece ser eficaz para gerar aumentos de força muscular.

No entanto, por mais que essa abordagem possa se mostrar interessante, deve-se considerar as evidências de variações interindividuais na capacidade de adaptação à diferentes protocolos de treinamento (CHMELO et al., 2015; CHURCHWARD-VENNE et al., 2015; PRESTES et al., 2018; THALACKER-MERCER; PETRELLA; BAMMAN, 2009), que sugerem diferentes respostas aos sujeitos quando submetidos a uma mesma intervenção, ou seja, alguns podem alcançar resposta positiva, enquanto outros podem mostrar adaptações negativas ou não adaptação (SISSON et al., 2009). Esse fenômeno que indica que cada indivíduo tem uma capacidade particular de adaptação ao treinamento é chamado de responsividade (BOUCHARD; RANKINEN, 2001).

A responsividade ao TR pode ser afetada por fatores comportamentais e extrínsecos como sono, estresse psicológico, atividade física habitual e alimentação (MANN; LAMBERTS; LAMBERT, 2014; PAREJA-GALEANO; SANCHIS-GOMAR; GARCÍA-GIMÉNEZ, 2014; RUUSKA et al., 2012). Por outro lado, fatores intrínsecos como polimorfismos genéticos (YOO et al., 2016), também podem afetar as respostas individuais, visto que algumas pessoas possuem genótipos que predispõem à adaptações favoráveis após o treinamento (PICKERING; KIELY, 2017). Contudo, além dos fatores de estilo de vida e genéticos citados, as características do protocolo de treinamento (seleção de exercícios, frequência, duração, intensidade, tempo de recuperação, repetição e volume de treino, etc.) também podem influenciar a magnitude da adaptação ao TR, de forma que pessoas com um genótipo idêntico que realizem programas de treinamento diferentes podem apresentar diferenças fenotípicas, o que sugere que manipulações nas variáveis do protocolo de treino podem reduzir, e talvez eliminar, a não resposta ao exercício (PICKERING; KIELY, 2017).

Os indivíduos são usualmente classificados como responsivos (RP) se apresentarem resposta positiva ao TR, ou como não-responsivos (N-RP), caso apresentem adaptações negativas ou não adaptação (PICKERING; KIELY, 2019; SISSON et al., 2009; TIMMONS, 2011). No entanto, a escolha do método pelo qual a classificação da responsividade será realizada pode influenciar a categorização das respostas individuais (DANKEL; LOENNEKE, 2019; HOPKINS, 2015; HUSTED et al., 2007). Alguns métodos incluem classificações de

percentil, desvios padrão da média e análises de cluster (BAMMAN et al., 2007; BUSSAB; MIAZAKI; ANDRADE, 1990; HOPKINS, 2015; HUSTED et al., 2007). Estes métodos geralmente requerem testes pré e pós-intervenção, nos quais a diferença entre as duas pontuações do teste determina a capacidade de resposta (PICKERING; KIELY, 2019). Porém, esse modelo não considera as fontes de confusão (erro de medição e a variação intra-sujeito), o que sempre resultará na presença de respondedores diferenciais mesmo quando não houver uma intervenção de exercício (HECKSTEDEN et al., 2015; PICKERING; KIELY, 2019), de forma que os indivíduos podem ser categorizados com base na presença de erro aleatório e não quanto às diferenças reais em resposta à intervenção (DANKEL; LOENNEKE, 2019).

Nessa perspectiva, discussões têm sido conduzidas a respeito dos modelos de análise estatística adequados para identificar o real efeito dos protocolos de treinamento sobre a responsividade (ATKINSON; BATTERHAM, 2015; HOPKINS, 2015; MAZZOLARI, 2018). Dankel e Loenneke (2019) propuseram um método para classificar respondedores diferenciais ao exercício que consiste em quantificar o intervalo de valores que provavelmente ocorreriam apenas por acaso e, posteriormente, identificar os indivíduos fora dessa faixa, os quais poderão ser classificados com nível de confiança de 95% como respondedor alto ou baixo ao exercício. Esse método requer um grupo controle pareado por tempo com o grupo intervenção e a classificação só poderá ser realizada de forma fidedigna se os grupos apresentarem diferenças na análise de homogeneidade de variância, do contrário, sugere-se que a variabilidade encontrada estaria presente mesmo sem a intervenção do exercício, de modo que, nessa situação, uma tentativa de classificação de RP e N-RP não seria apropriada, podendo levar à resultados errôneos.

Neste contexto, embora diversas estratégias tenham sido utilizadas para testarem a responsividade à diferentes protocolos de TR (BONAFIGLIA et al., 2016; DAMAS et al., 2019; NUNES et al., 2021a), até o presente momento, nenhum estudo buscou verificar as respostas individuais de adultos de meia-idade e pessoas idosas submetidos a um protocolo de TR realizado em dose mínima. Destaca-se que esta abordagem tem sido sugerida para pessoas idosas por trazer benefícios na saúde e superar as potenciais barreiras que limitam a participação dessa população no TR (FYFE; HAMILTON; DALY, 2022). Além disso, trabalhos anteriores que utilizaram intervenções com esta abordagem em pessoas idosas, não utilizaram um grupo controle sem intervenção de exercício para comparar a real magnitude dos achados (SOUZA et al., 2019; VIEIRA et al., 2022).

Assim, ainda que estudos prévios tenham relatado a eficácia do TR realizado em dose mínima sobre a força muscular e capacidade funcional de pessoas idosas (SOUZA et al., 2019;

VIEIRA et al., 2022), estes normalmente consideram apenas a resposta do grupo a uma intervenção. Embora isso seja importante, a alteração média dentro de um grupo de treinamento pode ocultar respostas individuais (MANN; LAMBERTS; LAMBERT, 2014). Sendo assim, analisar a responsividade de um indivíduo a um determinado protocolo de TR por um método de classificação mais fidedigno, pode contribuir para a manipulação de variáveis de programas de TR adaptados individualmente para melhorar ou manter a função muscular saudável ao longo da vida.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Investigar a responsividade da força muscular, velocidade, potência muscular e capacidade funcional de mulheres de meia-idade e idosas ao treinamento resistido realizado com abordagem de dose mínima.

1.1.2 Objetivos Específicos

Identificar os testes do Grupo Intervenção que apresentaram diferenças de variância com o Grupo Controle e quantificar o intervalo de erro aleatório destes testes;

Classificar os respondedores diferenciais em Altos respondedores e Baixos respondedores considerando o intervalo de erro aleatório;

Verificar os efeitos da abordagem de dose mínima sobre a força muscular das participantes;

Verificar os efeitos da abordagem de dose mínima sobre a capacidade funcional das participantes;

Verificar os efeitos da abordagem de dose mínima nos parâmetros de estimativa de força, velocidade e potência muscular.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Envelhecimento

Estima-se que em 2030, 1 em cada 6 pessoas no mundo terá 60 anos ou mais e essa população dobrará (2,1 bilhões) em 2050. Estima-se também que neste mesmo ano ocorrerá um aumento para 425 milhões de pessoas com 80 anos ou mais (WHO, 2015). Essa tendência inicialmente se manifestará principalmente em países economicamente avançados, no entanto, no futuro, a maioria das pessoas idosas residirá em países menos desenvolvidos com recursos mais limitados. Isso reflete em grandes desafios a todos os países para garantirem que seus sistemas sociais e de saúde estejam prontos para essa mudança demográfica (SADIGHI AKHA, 2018; WHO, 2015).

O envelhecimento é caracterizado por um declínio progressivo na homeostase fisiológica que resulta no comprometimento da função e aumento da vulnerabilidade a doenças e mortalidade (KHAN; SINGER; VAUGHAN, 2017; LÓPEZ-OTÍN et al., 2013). Dentre as alterações fisiológicas do processo de envelhecimento destacam-se: a diminuição da capacidade do cérebro de transmitir sinais e se comunicar, o que afeta a cognição e conseqüentemente a memória, aprendizado e inteligência; diminuição dos sentidos (visão, olfato, audição, tato e paladar); alterações no sistema musculoesquelético (diminuição da massa óssea, massa muscular e um aumento da adiposidade), que aumentam o risco de fraturas, fragilidade, redução da qualidade de vida e perda da independência; mudanças na composição corporal e; prevalência de obesidade (AMARYA; SINGH; SABHARWAL, 2018).

Esse processo é multifatorial e pode ser influenciado por fatores genéticos, epigenéticos e ambientais, sendo possível que indivíduos com a mesma idade cronológica apresentem características distintas de declínio relacionado à idade devido suas trajetórias diferenciadas (KHAN; SINGER; VAUGHAN, 2017). À exemplo, resultados de um estudo realizado com gêmeos demonstrou que até os 90 anos de idade fatores ambientais são responsáveis por cerca de 50% da variação na longevidade, enquanto a genética é responsável por cerca de 25% (HJELMBORG et al., 2006). Outro estudo demonstrou uma associação entre estilo de vida mais saudável com um menor risco de câncer, doenças cardiovasculares, diabetes, mortalidade, assim como um aumento da expectativa de vida total e número de anos vividos livres dessas doenças (LI et al., 2020). Nessa perspectiva, nota-se que é possível desenvolver estratégias eficazes para retardar e/ou diminuir patologias comumente encontradas em pessoas idosas e prolongar sua vida saudável.

Uma estratégia bastante utilizada devido sua forte influência para atenuar as principais características do envelhecimento é a prática regular de exercício físico (GARATACHEA et al., 2015). Dentre os diferentes modelos de exercícios, o TR tem sido consistentemente recomendado para pessoas idosas por contribuir para um melhor funcionamento físico, melhor qualidade de vida (NSCA, 2019). Sendo assim, os potenciais benefícios do TR sobre esses aspectos do envelhecimento serão discutidos na seção a seguir.

2.2 Treinamento resistido e envelhecimento

O treinamento resistido (TR) é um modelo de exercício que consiste em fazer os músculos se contraírem contra uma força externa com o objetivo de sobrecarregar progressivamente o sistema musculoesquelético (SUNDELL, 2011). Este modelo de exercício se mostra eficaz para melhorar vários aspectos importantes da saúde física e mental de pessoas idosas, o que resulta em melhor qualidade de vida durante o envelhecimento (KHODADAD KASHI; MIRZAZADEH; SAATCHIAN, 2022; WESTCOTT, 2012).

A prática regular de TR pode trazer benefícios para a saúde de pessoas idosas, por gerar adaptações capazes de tratar e/ou prevenir efeitos deletérios do envelhecimento, promovendo aumentos significativos na massa magra, força muscular, maior controle do movimento, aumento da velocidade de caminhada, preservação da independência funcional, assim como melhora da resistência a lesões e eventos catastróficos, como quedas (KHODADAD KASHI; MIRZAZADEH; SAATCHIAN, 2022; NSCA, 2019; WESTCOTT, 2012). Além disso, o TR também apresenta contribuições para a saúde cardiovascular podendo promover uma redução da pressão arterial em repouso, melhores perfis lipídicos no sangue e melhor condição vascular (WESTCOTT, 2012). Na saúde mental, os benefícios incluem diminuição dos sintomas de depressão, aumento da autoestima e melhora da capacidade cognitiva, o que pode ajudar a melhorar o bem-estar psicossocial de pessoas idosas (KHODADAD KASHI; MIRZAZADEH; SAATCHIAN, 2022; NSCA, 2019; WESTCOTT, 2012). Diante disso, há evidências de que o TR está associado a um risco reduzido de mortalidade por todas as causas (SHAIENDRA et al., 2022).

No entanto, vale salientar que para a obtenção desses benefícios o programa de TR deve ser adequadamente planejado. As recomendações de prescrição de TR para pessoas idosas são de 2-3 sessões semanais por grupo muscular, composta por 8-10 exercícios, realizados com 1-3 séries de 8-12 ou 10-15 repetições, a uma intensidade de 70-85% de 1RM para TR tradicional e 40-60% para TR com movimentos explosivos (ACSM, 2009a; NSCA, 2019). Há também

recomendações para TR realizado em dose mínima, que consiste em uma sessão de treino com duração de <10 min, realizado com 1-2 sessões semanais de três exercícios multiarticulares, executados com série única, realizada por 60-90s de tensão muscular equivalente a 8-12 repetições máximas, 60s de intervalo entre os exercícios e 2-4s de cadência concêntrica/excêntrica. A sugestão de dose mínima permite que o sujeito realize até 10 exercícios ou mais de uma série, no entanto, cada sessão deve durar < 30 min. Se realizado 2 sessões semanais (idealmente com 48–72 h entre os treinos), equivale a um gasto total de tempo entre 20 e 60 minutos por semana (FISHER et al., 2017). Independentemente do protocolo utilizado recomenda-se aumentos regulares nas cargas, dando um caráter progressivo ao TR, a fim de estimular maior adaptação em direção aos objetivos específicos (ACSM, 2009b).

No entanto, apesar dessas recomendações, a prescrição mais adequada de variáveis de TR para pessoas idosas saudáveis para melhorar as adaptações musculares ainda não está bem estabelecida (BORDE; HORTOBÁGYI; GRANACHER, 2015; NSCA, 2019). Uma das questões está relacionada ao volume de treinamento, Figueiredo, De Salles e Trajano, (2018) sugerem que o volume é a variável mais facilmente modificável que tem a resposta mais baseada em evidências com repercussões importantes em resultados relacionados à saúde. No entanto, há controvérsias em relação ao volume de treinamento ideal (séries x repetições x carga) para otimizar os ganhos neuromusculares (RADAELLI et al., 2013). Essas controvérsias podem ser observadas em estudos que compararam os efeitos de uma vs. múltiplas séries sobre a força muscular de idosas (ANTUNES et al., 2022; CUNHA et al., 2020; RIBEIRO et al., 2015), considerando que esta variável apresenta forte influência sobre o volume de treinamento (NUNES et al., 2021b).

Cunha et al., (2020) compararam os efeitos entre série única vs. séries múltiplas (3 séries por exercício) de TR em mulheres idosas saudáveis destreinadas, realizado por 12 semanas. Os protocolos de treinamento consistiram em 8 exercícios de 10-15 repetições, realizados 3 vezes por semana, com velocidade dos movimentos na proporção de 1:2 (ação muscular concêntrica e excêntrica, respectivamente), intervalo de descanso entre as séries de 60 a 120 segundos no grupo de múltiplas séries, enquanto o intervalo entre os exercícios foi de 2 a 3 minutos para ambos os grupos. Cada sessão durou aproximadamente 15 minutos para o grupo série única e 45 minutos para múltiplas séries. Após as 12 semanas foi observado que ambos os protocolos de TR (série única e séries múltiplas) produziram melhorias semelhantes nas variáveis analisadas, dentre as quais, aumentos significativos de força muscular. Em contrapartida, os achados do estudo de Ribeiro et al., (2015), realizado com protocolo e amostra semelhantes,

sugerem que o grupo que realizou 3 séries produziu aumentos superiores na força muscular em comparação com um o grupo que realizou 1 série.

Em um estudo de curta duração (6 semanas), Schlumberger, Stec e Schmidtbleicher, (2001) compararam os efeitos do TR realizado com série única vs série múltipla (3 séries), e um grupo controle sem intervenção. A amostra foi composta por mulheres (com idades entre 20 e 40 anos) que realizaram o treinamento 2 vezes por semana, composto por 6 exercícios (extensão de perna bilateral, flexão de perna bilateral, abdominal, adução/abdução de quadril sentado, supino sentado e puxada lateral), com 6-9 repetições até a falha e um intervalo de 2 minutos para o grupo de 3 séries. Os resultados demonstraram que ambos os grupos de treinamento melhoraram a força na extensão da perna (séries múltiplas, 15%; série única, 6%; $p < 0,05$). No entanto, no supino sentado apenas o grupo de 3 séries aumentou significativamente a força máxima (10%). Não houve diferença significativa para o grupo controle. O cálculo dos tamanhos de efeito e ganhos percentuais revelou maiores ganhos de força no grupo de séries múltiplas.

Fröhlich, Emrich e Schmidtbleicher, (2010) apresentam em sua revisão que os efeitos de ambos os métodos são os mesmos em intervenções de curto prazo. No entanto, para intervenções de longa duração e para indivíduos avançados com o objetivo de otimizar seus ganhos de força, os resultados gerados pelas múltiplas séries são superiores. Já para indivíduos não treinados, a utilização de série única mostra efeitos iguais. No estudo de Antunes et al., (2022) foram investigados os efeitos de diferentes estratégias de redução de volume de TR em mulheres idosas. As participantes realizaram uma fase de pré condicionamento de 20 semanas de TR (oito exercícios, três séries, 8-12 repetições, três sessões por semana) e foram alocadas aleatoriamente para realizar volume reduzido com uma única série, duas séries, ou volume mantido em três séries por 8 semanas. Os resultados sugerem que a redução do volume de TR em até ~66% (1/3) parece suficiente para manter a força de mulheres idosas treinadas. No entanto, realizar um maior volume de TR parece desempenhar um papel crucial na promoção de ganhos contínuos e maiores de força muscular, principalmente na parte inferior do corpo.

Apesar das controvérsias nos resultados dos estudos citados, deve ser reconhecido que, para alguns indivíduos, um protocolo de alto volume de treinamento pode representar uma barreira adicional à participação no exercício (FYFE; HAMILTON; DALY, 2022). Nesses casos, uma abordagem de TR de dose mínima (baixo volume e alta carga) pode ser uma estratégia mais viável (FISHER et al., 2017; FYFE; HAMILTON; DALY, 2022). No entanto, os resultados relatados podem não se aplicarem completamente a todos que posteriormente

seguirão os protocolos, visto que cada indivíduo apresenta uma capacidade de resposta adaptativa. Este fenômeno será abordado na seção a seguir.

2.3 Variabilidade interindividual na capacidade de resposta adaptativa à protocolos de treinamento

A variabilidade nas respostas individuais à programas de exercícios padronizados vem sendo investigada desde de 1983, quando foi enfatizado que a resposta média a um protocolo de exercícios pode ser muito enganosa (BOUCHARD, 1983; BOUCHARD; RANKINEN, 2001), visto que alguns indivíduos podem ser responsivos (RP), sendo aqueles que apresentam adaptações positivas, enquanto outros podem ser não-responsivos (N-RP), aqueles que apresentam adaptações negativas ou não adaptação aos estímulos (PICKERING; KIELY, 2019; TIMMONS, 2011). Desde então, as diferenças individuais na capacidade de resposta adaptativa foram observadas para qualquer fenótipo que tenha sido investigado (BOUCHARD; RANKINEN, 2001).

Alguns fatores podem ser potenciais para essas grandes variações interindividuais observadas na adaptação ao exercício, como a genética (genótipos e alelos que predisõem à adaptações favoráveis a determinado exercício) e fatores ambientais como histórico individual (condicionamento físico inicial, histórico de dieta e treinamento, idade, etc.), desenho do programa (seleção de exercícios, frequência, duração, intensidade, tempos de recuperação, repetições, séries, etc.), fatores psicoemocionais (sentimentos de estresse, fadiga e dor) e nutrição. Esses fatores ambientais podem afetar a adaptação de forma aguda, como um único ou pequeno número de sessões consecutivas, ou crônica, afetando a resposta ao programa de treinamento como um todo. Nesta perspectiva, a manipulação das variáveis do desenho do programa podem reduzir e talvez eliminar a não resposta ao exercício (PICKERING; KIELY, 2019).

Neste sentido, para os fenótipos de força muscular e capacidade funcional de pessoas idosas, alguns estudos verificaram o efeito da manipulação de determinadas variáveis sobre a taxa de responsividade ao treinamento. Tracy e Enoka (2006) investigaram o efeito do treinamento de estabilidade com cargas leves (30% de 1RM), realizado durante 16 semanas com 3 sessões semanais sobre os extensores do joelho de pessoas idosas e identificaram que após a intervenção 14 sujeitos foram RP e 7 participantes foram N-RP ao protocolo para ganhos de força muscular, considerando os ganhos maiores que a mudança típica (6%) no grupo controle, enquanto as pequenas mudanças no desempenho físico funcional foram semelhantes para os grupos de treinamento e controle. Já Barbalho et al. (2017), randomizaram mulheres idosas a protocolos de alto ou baixo volume de TR, que foram realizados durante 12 semanas com 2 sessões semanais. Após a intervenção foi verificado que não houve indivíduos N-RP

para força muscular, enquanto para o desempenho funcional, 5 indivíduos foram N-RP para o teste de sentar e levantar em 30 segundos (3 no baixo volume e 2 no grupo alto volume), 1 no teste de flexão de cotovelos em 30 segundos (grupo baixo volume), 1 para sentar e alcançar (grupo de alto volume) e 125 para caminhada de 6 minutos (50 em alto volume e 75 em baixo volume). Esses achados reforçam a variabilidade das respostas individuais mesmo quando todos os sujeitos avaliados são submetidos à protocolos equalizados.

No entanto, apesar do crescente interesse em quantificar as repostas individuais (HECKSTEDEN et al., 2015), as tentativas são geralmente deficientes (HOPKINS, 2015). Além disso, há uma falta de consenso sobre como se deve avaliar a responsividade, visto a inconsistência nos métodos estatísticos usados (HUSTED et al., 2007). Dentre os métodos, observa-se na literatura o uso da Mínima Mudança Detectável (MMD), apresentada no quadro 1, que é estimada com base no intervalo de confiança de 90% (z 1,65), o que significa que uma pontuação de mudança nesse limite ou superior é verdadeira e confiável, em vez de erro de medição (WU et al., 2011). Assim, por meio deste método são classificados como N-RP os sujeitos com valor inferior a MMD e como RP os sujeitos que atingirem um valor igual ou superior a MMD, ou seja, mesmo que seja uma mudança praticamente irrelevante ou clinicamente não importante (DE VET et al., 2006).

Outro método é a Medida com base na variabilidade nas pontuações da Linha de Base, que apresenta informações diretas sobre a magnitude da mudança na medida, expressa em termos de alguma medida de variação (Tamanho do efeito; Tamanho de efeito padronizado; Proporção normalizada), apresentadas no quadro 1. Por esta razão, são amplamente recomendados para uso como indicadores de responsividade (HUSTED et al., 2007; NORMAN; WYRWICH; PATRICK, 2007). No entanto, como essas estatísticas simplesmente examinam a extensão da mudança na medida em duas ocasiões, essa mudança pode não refletir uma alteração importante (HUSTED et al., 2007), e as classificações de RP e N-RP em decorrência desse método podem ser inapropriadas.

Já a análise de Grupos por percentual de Resposta (k-means Cluster) é um método que consiste em uma ferramenta estatística não-hierárquica utilizada para agrupar os dados de acordo com suas similaridades, formando diferentes grupos de classificação determinados *a priori* ao teste. Após a formação dos grupos, é realizado um teste F para verificar se os grupos diferenciam-se estatisticamente, justificando sua formação (BAMMAN et al., 2007; BUSSAB; MIAZAKI; ANDRADE, 1990). No entanto, de acordo com Lixandrão, (2020) essa técnica pode apresentar resultados errôneos a respeito das diferenças interindividuais de respostas, pois desconsidera o erro sistemático de medidas inerente a desenhos experimentais com medidas

repetidas, o que pode resultar na classificação de sujeitos como “pouco ou não-responsivos” de forma incorreta, visto que dependendo da magnitude dos ganhos, estes podem ser considerados importantes.

Outro método que captura essa noção de variabilidade aleatória dos valores de um único indivíduo em testes repetidos é o desvio padrão dos valores do indivíduo, também conhecido como erro padrão de medição, que representa o erro típico de uma medição. A variação representada pelo erro típico pode vir de várias fontes (calibração do equipamento, equipamentos diferentes, avaliadores diferentes, etc..), mas a fonte principal é geralmente biológica. Os estudos que utilizam essa estatística para avaliar a responsividade classificam o indivíduo com base em um erro típico pré determinado (1,5 a 2,0 vezes o erro típico), no qual são classificados como RP aqueles que alcançam ou ultrapassam o erro típico e como N-RP aqueles que apresentam um valor inferior. Esse valor do erro típico a ser usado em análises de diferenças individuais precisa vir de um estudo de confiabilidade de curto prazo ou concorrente, em que não haja mudança real nas medidas dos indivíduos entre as tentativas (HOPKINS, 2000).

Nesta perspectiva, pesquisadores têm sugerido que para uma análise mais fidedigna da responsividade é primordial saber se a verdadeira diferença individual na resposta é clinicamente importante (ATKINSON; BATTERHAM, 2015). Para isso, se faz necessário a presença de um grupo controle ou um estudo de confiabilidade relevante anterior envolvendo participantes da mesma população, em ambas as situações deve-se haver correspondência de tempo entre as medições de linha de base e de acompanhamento com o estudo de intervenção específico de interesse. Na primeira situação, é necessário realizar um teste de igualdade de variância para comparar a pontuação de mudança do grupo de intervenção com a pontuação de mudança do grupo de controle, se o resultado não for significativo, não houve diferenças entre a variabilidade presente em resposta ao exercício e a variabilidade que estaria presente mesmo sem a intervenção do exercício. Assim, somente seria apropriado examinar os respondedores diferenciais se o teste for estatisticamente significativo ou se a verdadeira variabilidade (ou seja, o DP_{real}), apresentada no quadro 1, for clinicamente relevante (ATKINSON; BATTERHAM, 2015; DANKEL et al., 2020).

Quadro 1: Equações estatísticas usadas para avaliar a variabilidade interindividual à protocolos de TR.

Mínima Mudança Detectável (MMD)	$MMD = \text{Erro Padrão de Medição} \times 1,64 \times \sqrt{2}$
Tamanho do efeito (TE)	$TE = \Delta / DP_{\text{linha de base agrupada}}$
Tamanho de efeito padronizado (TE)	$TE = \Delta / DP_{\text{linha de base (melhorada)}}$
Proporção normalizada (TE)	$TE = \Delta / DP_{\text{linha de base (controle)}}$
Erro típico (ET)	$ET = DP / \sqrt{2}$
DP_{real}	$DP_{\text{real}} = \sqrt{DP_{\text{intervenção}}^2 - DP_{\text{grupo}}^2}$

Legenda: DP – Desvio padrão; Δ - Pontuação média pós-tratamento - Pontuação média da linha de base.

Fonte: Elaborado pela autora.

Desse modo, considerando a importância de avaliar a variabilidade interindividual e classificar os indivíduos de acordo com a magnitude das repostas de fenótipos específicos quando submetidos a determinados protocolos de treinamento, nota-se que deve haver uma cautela na escolha do método a ser utilizado, visto alguns podem apresentar fragilidade de classificação, podendo levar à falsas conclusões. Além disso, nota-se também que a classificação da responsividade nem sempre pode ser realizada, o que reforça a importância de investigações sobre essa temática.

3 MÉTODOS

3.1 Desenho do estudo

Trata-se de um ensaio clínico randomizado, submetido ao Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos (REBEC) sob o código RBR-4356pb8 e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Ciências da Saúde, da Universidade Federal do Pará sob Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) de número 51230421.9.0000.0018 e parecer número 5.117.632. O protocolo de TR usando uma abordagem de dose mínima foi considerado como variável independente, enquanto a força muscular, velocidade, potência muscular e testes de capacidades funcionais foram considerados como variáveis dependentes.

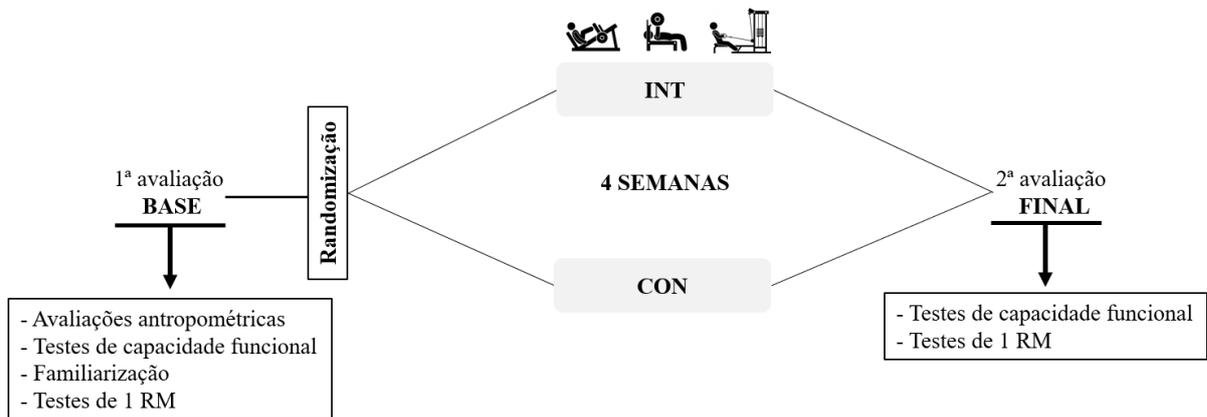
Para a realização deste estudo foram recrutadas mulheres de meia-idade e idosas não treinadas a partir de anúncios em redes sociais e meios de comunicações. As voluntárias foram informadas dos objetivos, riscos e benefícios da participação no estudo por meio de esclarecimento verbal dos pesquisadores e das informações inseridas no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE A), o qual deveriam assinar para confirmar formalmente sua inclusão na pesquisa. Após o consentimento, as participantes responderam uma anamnese sobre seus dados pessoais e histórico de doenças (APÊNDICE B), o questionário de prontidão para atividade física (PAR-Q, ANEXO A) e questionário internacional de atividade física (IPAQ, ANEXO B). A partir disto, as sessões para avaliações e familiarização com os exercícios foram agendadas. Todas as avaliações e intervenções foram realizadas na Universidade Federal do Pará (UFPA), campus Castanhal.

O processo de coletas de dados ocorreu conforme descrito a seguir: No primeiro encontro foram realizadas as avaliações antropométricas, de capacidade funcional composta pelos testes *Timed up and go* (TUG) e *Short Physical Performance Battery* (SPPB), e uma sessão de familiarização, na qual as participantes foram instruídas a executarem os exercícios corretamente. No segundo encontro, após 48 horas, foi realizado o teste de 1 repetição máxima (1RM) na remada sentada, supino reto e no *leg press* 180°. Após a finalização dos testes as participantes foram aleatoriamente designadas para o Grupo Intervenção (INT) ou Grupo Controle (CON), procedimento que foi realizado com software específico (randomizer.org).

As participantes do CON foram orientadas a manter rotina habitual e foram agendadas para uma segunda avaliação 4 semanas depois. Além disso, foram convidadas a participarem de encontros realizados uma vez por semana, no qual foram fornecidas palestras sobre educação em saúde e aulas de alongamento. As pessoas do INT foram designadas para participar de um programa de TR realizado com uma abordagem de dose mínima por 4 semanas. Ao término das

4 semanas, ambos os grupos realizaram novamente as avaliações. Após o término da pesquisa o programa de treinamento foi ofertado para as participantes do CON. O delineamento experimental da intervenção é apresentado na figura 1.

Figura 1: Delineamento experimental da intervenção.

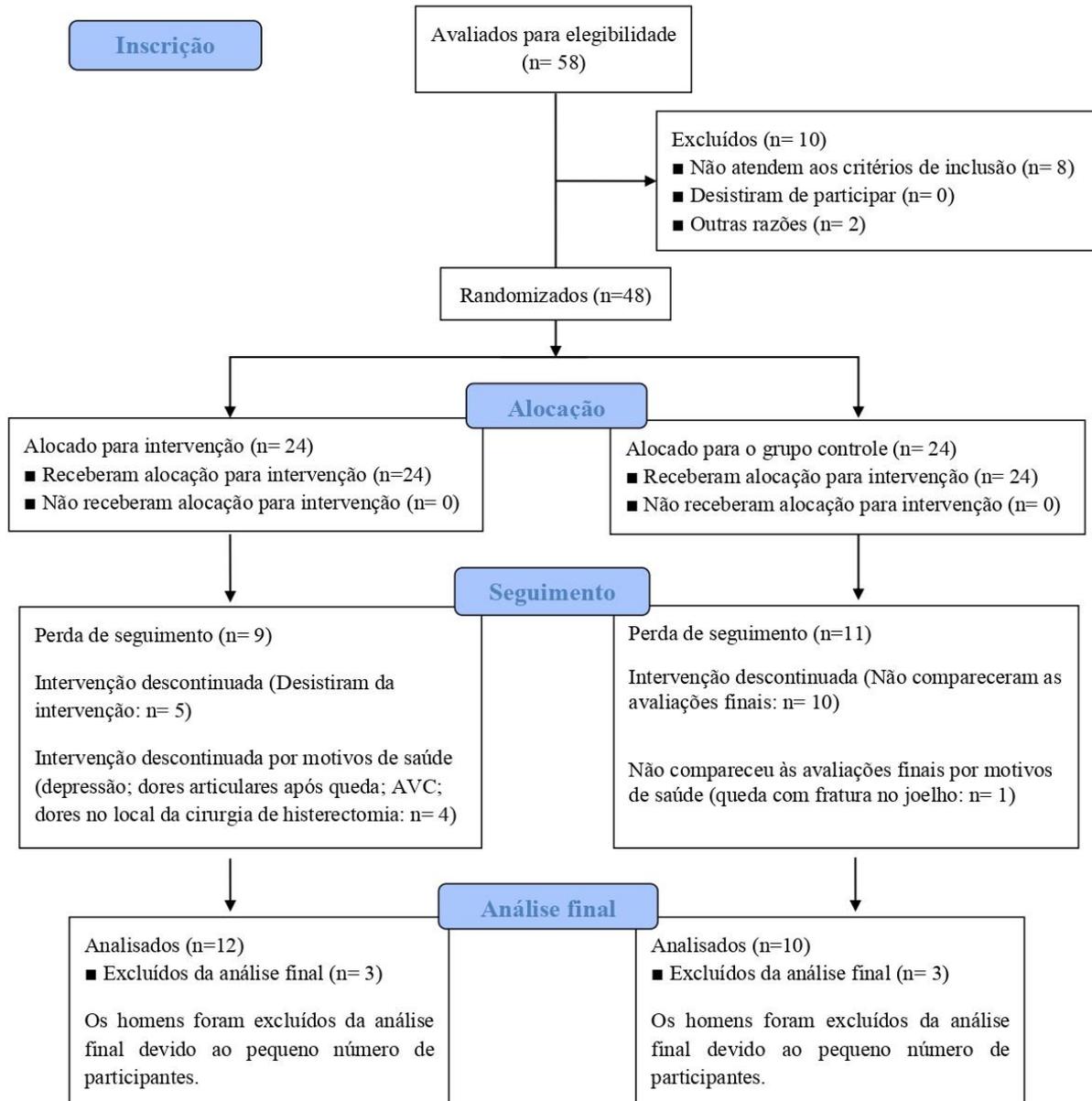


Legenda: BASE – Avaliações pré-intervenção; 1RM – 1 repetição máxima; INT – Grupo intervenção; CON – Grupo controle; TR – Treinamento resistido; FINAL – Avaliações pós-intervenção.

Fonte: Elaborado pela autora.

3.2 Participantes

Participaram deste estudo 22 mulheres fisicamente ativas, porém não treinadas, com média de idade de $64,3 \pm 7,2$ anos, massa corporal de $65,5 \pm 9,2$ kg e estatura de $152,3 \pm 4,3$ cm. Os critérios de inclusão foram: ter idade mínima de 55 anos, considerando as perdas acentuadas de força muscular que ocorrem a partir da quinta década de vida; não ter nenhuma condição aguda ou crônica que pudesse comprometer a execução dos testes e protocolos; apresentar negatividade no PAR-Q; e não ter realizado TR no ano anterior. Foram excluídas aquelas que, por qualquer motivo, não concluíram as avaliações; que não concluíram 8 sessões de treinamento em até 6 semanas; ou que sofreram algum evento adverso (lesão, doença, incapacidade...) durante o período de treinamento. O procedimento de inscrição está descrito na Figura 2, conforme sugerido pelo CONSORT (<http://www.consort-statement.org>).

Figura 2: Fluxograma CONSORT de inscrição, randomização, alocação, acompanhamento e análise.

Legenda: AVC - Acidente Vascular Cerebral.

Fonte: Elaborado pela autora.

3.3 Intervenção

3.3.1 Protocolo de treinamento de dose mínima

As participantes do INT foram submetidas a um protocolo de TR com volume e intensidade em doses sugeridas como mínimas necessárias para gerar adaptações significativas (ACSM, 2009b; FISHER et al., 2017; NSCA, 2019). Sendo assim, foram escolhidos 3 exercícios multiarticulares (remada sentada, supino reto e *leg press* 180°), um para membros

inferiores e dois para membros superiores para comporem o protocolo de treinamento (GENTIL; SOARES; BOTTARO, 2015), que foi realizado 2 vezes por semana (em dia não consecutivo), com 1 série de 8 a 12 repetições por exercício (intensidade inicial de 75% de 1RM) com intervalos entre séries e exercícios de 60 segundos. Como estratégia de progressão, na terceira sessão de treinamento de cada participante foram incluídos ao protocolo a prancha abdominal e mais uma série para cada exercício. As repetições foram realizadas até a falha muscular voluntária, sendo que todas as vezes que o avaliado conseguia realizar todas as séries no limite superior de repetições ocorria um incremento de carga (5% a 10%) para a próxima sessão. A velocidade de execução dos exercícios foi de 2s de fase concêntrica e 2s de fase excêntrica. A supervisão do treinamento se deu por, no mínimo, um instrutor para cada três avaliadas, visando assim a execução correta do programa de treinamento e a segurança das participantes. O protocolo de treinamento está apresentado na **tabela 1**.

Tabela 1: Protocolo de TR de dose mínima.

Exercícios	Sessões	Séries	Reps	Intensidade	Cadência	Recuperação
<i>Semana 1 (duas sessões de treinamento)</i>						
Remada sentada	2	1	8-12	75% 1RM	2-2 seg	60 seg
Supino reto	2	1	8-12	75% 1RM	2-2 seg	60 seg
Leg press 180°	2	1	8-12	75% 1RM	2-2 seg	60 seg
<i>Semana 2 a 4 (seis sessões de treinamento)</i>						
Remada sentada	2	2	8-12	75% 1RM	2-2 seg	60 seg
Supino reto	2	2	8-12	75% 1RM	2-2 seg	60 seg
Leg press 180°	2	2	8-12	75% 1RM	2-2 seg	60 seg
Prancha abdominal	2	2	1min			

Legenda: Reps – repetições; RM – repetição máxima; seg – segundos.

Fonte: Elaborado pela autora.

3.3.2 CON

As participantes do CON foram orientadas a manter rotina habitual e não iniciar programas de exercícios durante o período do estudo. Além disso, foram convidadas a participarem de encontros realizados uma vez por semana, no qual foram fornecidas palestras sobre educação em saúde (primeiro e terceiro encontro) e aulas de alongamento (segundo e quarto encontro). Os encontros tinham durações de aproximadamente 1h. As sessões de alongamentos iniciavam-se com movimentos de circundação de ombros, movimentação escapular, alongamento do tríceps, trapézio, extensores do tronco, flexão lateral de tronco, flexão de joelho, flexão de quadril, abdução e extensão de quadril em pé, ficar na ponta dos pés, extensão do joelho na posição sentada, finalizando com circundação do tornozelo. Os

movimentos tinham durações de aproximadamente 30 segundos, com duas séries para cada movimento. O programa de treinamento foi ofertado após a finalização da pesquisa para as participantes deste grupo.

3.4 Desfechos

O PAR-Q foi utilizado como parte dos critérios de exclusão do estudo, somente as participantes que apresentassem negatividade ao questionário poderiam ser incluídas na pesquisa. Para caracterização da amostra foram utilizados O IPAQ, que possibilita identificar se a participante tem um comportamento ativo ou sedentário e as avaliações antropométricas (massa corporal, estatura e circunferência da cintura). Foram considerados como desfechos primários os resultados de responsividade, avaliados pelo método adotado por Dankel e Loenneke (2019). Os resultados de força, obtidos pelos testes de 1RM realizado na remada sentada, supino reto e *leg press 180°*, os resultados de capacidade funcional obtidos pelos testes TUG e SPPB, os parâmetros de estimativa de força, velocidade e potência obtidos pelo transdutor linear, foram considerados resultados secundários.

3.4.1 PAR-Q

O PAR-Q é um instrumento projetado para identificar se há necessidade de uma avaliação médica antes da realização do protocolo de exercícios. Este questionário é composto por sete perguntas de ‘SIM’ ou ‘NÃO’. Se a avaliada apresentar uma resposta positiva para qualquer das perguntas, uma avaliação médica é recomendada (LUZ; MARANHÃO NETO; FARINATTI, 2007). Validado para população idosa brasileira por Luz, Maranhão Neto e Farinatti (2007).

3.4.2 IPAQ – Versão curta

O IPAQ foi aplicado com o objetivo de obter informações detalhadas sobre os hábitos de atividade física das participantes. Essa versão possibilita identificar se a participante tem um comportamento ativo ou sedentário, e envolve informações sobre caminhada, tempo gasto por semana na posição sentada e atividades físicas de intensidade baixa, moderada e vigorosa durante a semana (TOMIOKA et al., 2011). Validado para a população brasileira por Matsudo et al. (2012)

3.4.3 Indicadores antropométricos

Para os indicadores antropométricos foram avaliados a massa corporal, a estatura e a circunferência da cintura das participantes. A avaliação da massa corporal foi realizada utilizando uma balança mecânica (BRASFORT – 7554 - 130kg). Para a mensuração da estatura foi utilizado uma trena manual (Western®). A circunferência da cintura foi mensurada utilizando fita métrica (FM-150 Balmak) inextensível no ponto médio entre a crista ilíaca anterior superior e a última costela (RIKLI; JONES, 2013).

3.4.4 TUG

O teste TUG foi utilizado para avaliar a agilidade e equilíbrio dinâmico das participantes. Este teste se inicia com a participante sentada na cadeira e quando solicitada, a avaliada levanta e caminha três metros, retornando à posição inicial (sentada). As participantes foram orientadas a realizarem o teste na velocidade mais rápida que conseguissem, sem correr. O tempo de todo o percurso foi mensurado em segundos. Foram realizadas duas tentativas, com o menor tempo sendo considerado para a análise (ROSE; JONES; LUCCHESI, 2002). Esse teste se mostra válido e com excelente reprodutibilidade em pessoas idosas, com valor de coeficiente de correlação intraclasse (CCI) relatado em 0,99 (PODSIADLO, D; RICHARDSON, 1991).

3.4.5 SPPB

O SPPB foi utilizado para avaliar a capacidade funcional das participantes. Essa bateria de testes inclui avaliação de um teste de equilíbrio em pé, um teste de caminhada e um teste de sentar e levantar da cadeira. Para o teste de equilíbrio, aos participantes foram solicitadas a se posicionarem lado a lado, *semitandem* e *fulltandem*. Para receber 1 ponto e avançar para a postura *semitandem*, as participantes deveriam ser capazes de manter a posição lado a lado por pelo menos 10 segundos. O mesmo procedimento foi utilizado para as posições tandem. O teste de Velocidade de Marcha de 4 Metros (VM4M) incluiu uma caminhada iniciada a partir da posição em pé na velocidade de marcha mais rápida que a participante conseguisse realizar (foi utilizado para a avaliação o tempo mais rápido de 2 tentativas). Para o teste de Sentar e Levantar, as participantes foram solicitadas a completarem 5 ciclos de sentar e levantar da cadeira o mais rápido possível com os braços cruzados sobre o peito.

Cada teste foi pontuado de 0 (mais baixo, incapaz de completar o teste) a 4 (mais alto) usando pontos de corte previamente definidos e validados que foram somados para uma pontuação geral variando de 0 a 12, com pontuações mais altas indicando maior função física (GURALNIK et al., 1994). Foram utilizadas categorias previamente definidas para as análises: muito baixo (0-3), baixo (4-6), moderado (7-9) e alto (10-12). Esse teste mostrou boa

reprodutibilidade em pessoas idosas, com valor CCI relatado entre 0,73 a 0,89 (FREIRE et al., 2012).

3.4.6 Familiarização e estimativa de 1RM

As participantes realizaram 1 sessão de familiarização para garantir a execução adequada do protocolo de exercícios. Ao término da familiarização era realizado um teste de repetição múltipla, no qual, o número máximo de repetições (reps) medido para uma determinada carga seria usado para estimar 1RM: $1RM = \text{carga} / (1,0278 - 0,0278 * \text{reps})$ (BRZYCKI, 1993). Essa estimativa foi usada na avaliação dos testes de força máxima para determinar a carga inicial para o teste real de 1RM. Essa equação apresenta valor de CCI relatado em 0,99, mostrando assim uma forte associação entre os valores encontrados pelo teste 1-RM e a equação de Brzycki (AMARANTE; CYRINO; NAKAMURA, 2007).

3.4.7 Teste de 1RM

Todos os testes de 1RM foram precedidos por uma sessão de familiarização separada. Os exercícios escolhidos para a realização dos testes de 1RM foram: *leg press* 180°, supino reto e remada sentada. Um avaliador acompanhou individualmente cada teste para evitar modificações na postura dos avaliados e assegurar a realização correta do movimento. Para cada exercício, as configurações das máquinas foram ajustadas ao comprimento do membro do participante para garantir uma biomecânica adequada em toda a amplitude de movimento.

Antes do início do teste, as avaliadas realizaram um aquecimento de duas séries de 10 repetições com uma carga de 40% de 1RM estimado. Após o aquecimento as participantes eram solicitadas a realizarem sua primeira tentativa de 1RM. Se o levantamento fosse concluído com sucesso, uma pequena quantidade de peso (supino reto: 5–10%; remada sentada: 5–10%; *leg press*: 10–20%) era adicionado e o participante era solicitado a tentar levantar o peso adicional 1 vez. Um período de descanso de 2 a 3 minutos foi fornecido entre todas as tentativas máximas com o objetivo de atingir 1RM em 3 a 5 tentativas (BENTON; SWAN; PETERSON, 2009; GRGIC et al., 2020). Todos os 3 exercícios de 1RM foram realizados no mesmo dia. Os exercícios para a parte inferior e superior do corpo foram alternados em uma ordem aleatória para reduzir o efeito fatigante das tentativas de 1RM. As participantes foram fortemente encorajadas a realizar o melhor desempenho possível. Esse teste mostrou alta confiabilidade e reprodutibilidade em pessoas idosas, tanto para membros superiores quanto para membros inferiores, com valor CCI relatado em 0,80 a 0,99 e coeficiente de variação (CV) em 1,0% a 9,0% (GRGIC et al., 2020).

3.4.8 Transdutor Linear

Um transdutor linear (Vitruve, Speed4lift, USA) foi instalado no supino reto durante o teste de 1RM e à uma barra no teste de Sentar e Levantar para avaliar dados de força, velocidade e potência dos testes. O Vitruve é um dinamômetro isoinercial que consiste em um transdutor de posição linear de extensão de cabo acoplado à barra. Os dados foram registrados diretamente pela diferenciação dos dados de deslocamento em relação ao tempo a uma taxa de amostragem de 1.000 Hz através de conexão Wi-Fi com um smartphone Android utilizando o aplicativo Vitruve. O cabo foi fixado verticalmente ao lado esquerdo da barra usando uma tira de velcro. O dispositivo mostrou excelente validade e reprodutibilidade para a medição da velocidade de movimento durante o exercício supino reto realizado numa máquina *Smith*, apresentando CV de 2,61% (PÉREZ-CASTILLA et al., 2019).

3.5 Tamanho da amostra

Uma análise *a priori* do tamanho da amostra foi realizada no software G*Power® versão 3.1.9.4 poder estatístico de 85%, considerando dois grupos, duas medidas repetidas com interação intra e intergrupo, $\alpha = 0,05$, coeficiente de correlação de 0,5, correção para não esfericidade de 1 e tamanhos de efeito F médios (0,35), o que resultou em uma amostra total de 22 participantes. Desse modo, apesar de ter havido perda amostral durante o período da intervenção, verificou-se que o tamanho da amostra final foi suficiente para fornecer 85% de poder estatístico, potência dentro da margem considerada ideal (80%) para qualquer estudo (SURESH; CHANDRASHEKARA, 2012).

3.6 Randomização e cegamento

A alocação randômica das participantes nos grupos (INT e CON) foi realizada com software específico (randomizer.org) após as avaliações iniciais (Figura 1). Um segundo pesquisador controlou a implementação e a sequência da randomização, com índice de alocação de 1:1 nas intervenções. Quanto ao cegamento, apenas o pesquisador responsável pelos resultados e assistentes de teste foram cegados. O pesquisador encarregado de rodar as análises estatísticas recebeu o banco de dados com códigos, sem especificação dos grupos. Os assistentes de teste também desconheciam o status do grupo dos participantes.

3.7 Métodos estatísticos

Inicialmente foi realizada a verificação da normalidade dos dados pelo teste de Shapiro-Wilk. A análise de variância (ANOVA) de duas vias foi usada para comparar os valores das variáveis pré e pós-treinamento em um mesmo grupo e comparação entre grupos (momento*grupo) das variáveis com normalidade comprovada e os dados foram apresentados como média \pm desvio padrão. Diferenças específicas foram identificadas usando os testes *post-hoc* de Bonferroni. Os deltas de variação ($\Delta\%$), foram utilizados para apresentar em percentuais as mudanças dos parâmetros mensurados, de acordo com a equação: Delta Percentual = (Valor pós-teste – Valor pré-teste)/Valor pré-teste*100. O teste *t* independente foi usado para comparar as médias de percentuais de mudanças entre grupos. O teste Mann Whitney U foi usado para analisar as diferenças entre os grupos para dados não normalmente distribuídos e os dados foram apresentados como mediana e interquartil (IIQ). O tamanho de efeito (TE) foi classificado de acordo com o teste *d* de Cohen como pequeno ($d = 0,2$), médio ($d = 0,5$) e grande ($d = 0,8$). O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$ e as análises foram realizadas pelo software JASP 0.15.4.0.

Para a análise da responsividade, inicialmente foi realizado o teste de Levene para verificar a homogeneidade de variâncias. Apenas as variáveis que apresentaram diferenças significativas foram incluídas para análise posterior. Em seguida, o desvio padrão da pontuação de alteração no CON foi multiplicado por 1,96, para quantificar 95% do erro aleatório. Desse modo, os indivíduos que estão fora dessa faixa foram classificados como respondedor alto ou baixo ao exercício usando a seguinte fórmula:

$$\text{Baixos respondedores} < \text{Média de intervenção} - 1,96 \times \text{DP}_{\text{controle}}$$

$$\text{Altos respondedores} > \text{Média de intervenção} + 1,96 \times \text{DP}_{\text{controle}}$$

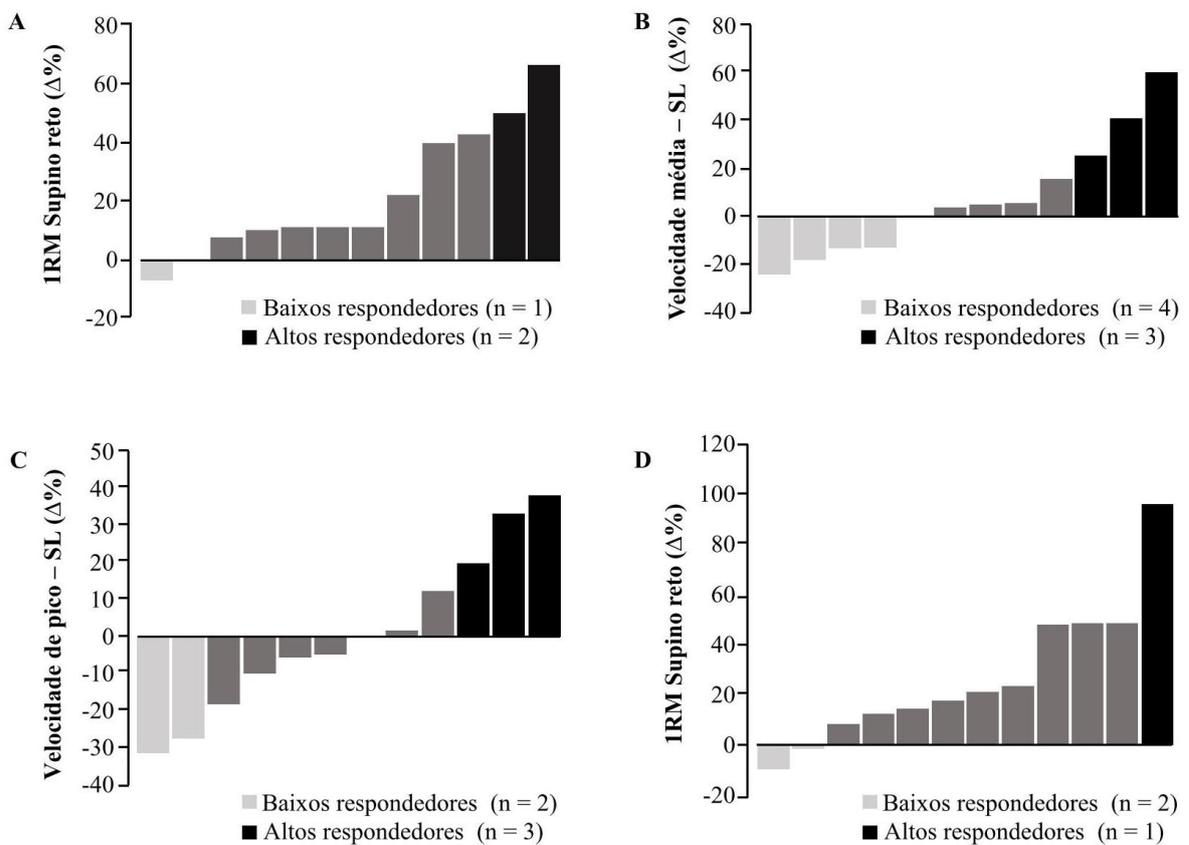
Onde a média de intervenção é a média de pontuação de mudança no INT e $\text{DP}_{\text{controle}}$ é o desvio padrão da pontuação de mudança no CON (DANKEL; LOENNEKE, 2019).

4 RESULTADOS

4.1 Respondedores diferenciais

A análise de homogeneidade de variância realizada pelo teste de Levene nos percentuais de mudanças dos grupos CON e INT, demonstrou diferenças entre os grupos no teste de 1RM no Supino reto ($F= 7,47$, $p= 0,01$), nas variáveis velocidade média ($F= 4,60$, $p= 0,04$) e velocidade de pico ($F= 4,66$, $p= 0,04$) do teste Sentar e Levantar, e na estimativa de 1RM do teste de Supino reto ($F= 5,45$, $p= 0,03$). Desse modo, as participantes do INT classificadas como respondedoras diferenciais aos testes mencionados são apresentadas na Figura 3. Quanto à porcentagem das participantes classificadas como respondedoras diferenciais, foram observados 25% no teste de 1RM no Supino reto (Painel A), 59,3% para velocidade média do teste Sentar e Levantar (Painel B), 41,6% para a velocidade de pico do teste Sentar e Levantar (Painel C) e 25% para estimativa de 1RM do Supino reto (Painel D).

Figura 3: Respondedores diferenciais após 4 semanas de intervenção.



Legenda: 1RM – 1 Repetição máxima; SL – Sentar e Levantar.

Fonte: Elaborado pela autora.

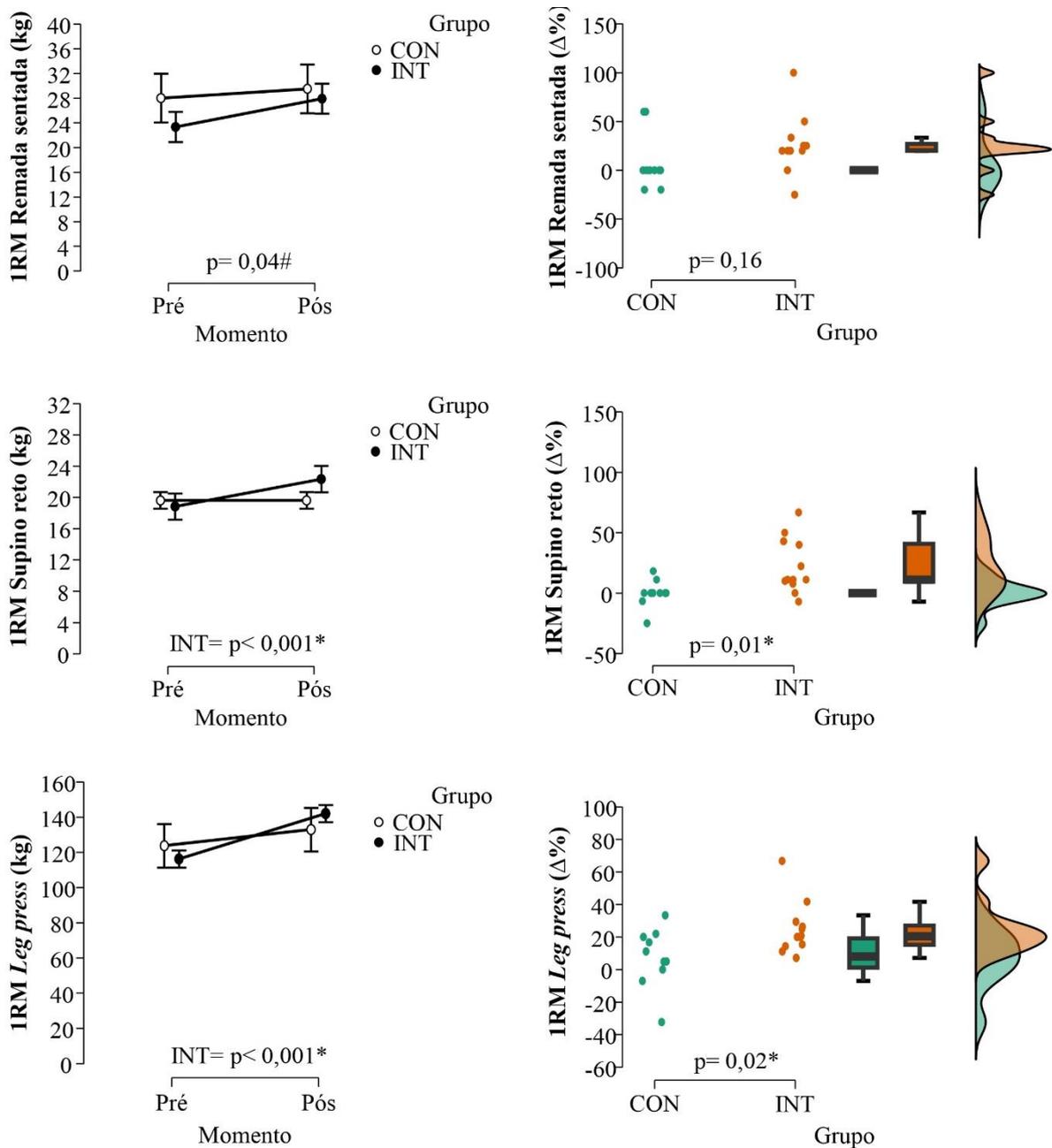
4.2 Desempenho dos testes de força muscular

Na figura 4 estão apresentados os resultados do desempenho absoluto e os percentuais de mudanças das variáveis de força em resposta aos grupos CON e INT. Considerando o teste de 1RM Remada sentada, a análise de medidas repetidas indicou que não houve efeitos significativos de interação Momento*Grupo ($F= 1,18$, $p= 0,28$, $\omega^2= 0,00$). Em relação as comparações entre os momentos, a análise indicou diferenças significativas ($F= 4,61$, $p= 0,04$, $\omega^2= 0,02$), no entanto essas diferenças não foram confirmadas pela análise *post-hoc* (CON: $t= -0,717$; $p= 1,00$; TE: 2,09; INT: $t= -2,400$; $p= 0,15$; TE: 1,91). Quanto para as comparações entre grupos, não foram observadas diferenças de desempenho ($F= 0,95$, $p= 0,34$, $\omega^2= 0,00$). Em relação aos percentuais de mudanças, o CON apresentou alteração de $\Delta\%= 8,0\pm 28,5$, enquanto o INT apresentou $\Delta\%= 26,1\pm 19,4$. O teste t independente indicou que não houve diferenças percentuais significativas entre grupos ($t= -1,45$, $p= 0,16$, TE= -0,62).

Quanto ao teste 1RM Supino reto, a análise de medidas repetidas demonstrou efeitos significativos de interação Momento*Grupo ($F= 6,92$, $p= 0,01$, $\omega^2= 0,01$). Para as comparações entre os momentos, a análise também indicou diferenças significativas ($F= 6,92$, $p= 0,01$, $\omega^2= 0,01$). Já para as comparações entre grupos, não foram observadas diferenças de desempenho ($F= 0,14$, $p= 0,70$, $\omega^2= 0,00$). A análise *post-hoc* indicou alteração significativa de momento no INT ($t= -3,90$; $p< 0,001$; TE: - 0,56). Em relação aos percentuais de mudanças, o CON não apresentou alteração $\Delta\%= -0,24\pm 11,1$, enquanto o INT apresentou $\Delta\%= 22,1\pm 22,5$. O teste t independente indicou alterações percentuais significativas entre grupos ($t= -2,85$, $p= 0,01$, TE= -1,22).

O mesmo efeito foi observado no teste 1RM Leg press. A análise de medidas repetidas demonstrou efeitos significativos de interação Momento*Grupo ($F= 4,52$, $p= 0,04$, $\omega^2= 0,01$) para o teste. As comparações entre os momentos sugerem que houve melhorias significativas ($F= 20,07$, $p< 0,001$, $\omega^2= 0,09$). Já as comparações entre grupos sugerem que não houve diferenças de desempenho ($F=0,00$, $p= 0,94$, $\omega^2= 0,00$). A análise *post-hoc* indicou alteração significativa de momento no INT ($t= -4,90$; $p< 0,001$; TE: - 0,94). Quanto aos percentuais de mudanças, o CON apresentou alteração $\Delta\%= 7,3\pm 18,2$, enquanto o INT apresentou $\Delta\%= 24,8\pm 16,0$. O teste t independente indicou alterações percentuais significativas entre grupos ($t= 2,39$, $p= 0,02$, TE= -1,02).

Figura 4: Desempenho absoluto e percentual de mudança dos testes de força muscular dos grupos CON (n = 10) e INT (n = 12).



Legenda: 1RM – 1 Repetição máxima; CON - Grupo Controle; INT - Grupo Intervenção; # - diferenças significativas em $p < 0,05$ não confirmadas pelo *post-hoc*; * - estatisticamente significativo em $p < 0,05$.

Fonte: Elaborado pela autora.

4.3 Desempenho dos testes de capacidade funcional

Na figura 5 estão apresentados os resultados do desempenho absoluto e percentual de mudança nos testes de capacidade funcional dos grupos CON e INT. Considerando o teste de VM4m, a análise de medidas repetidas indicou que não houve efeitos significativos de interação Momento*Grupo ($F= 0,20$, $p= 0,65$, $\omega^2= 0,00$). Quanto aos efeitos principais de momentos, não foram observadas alterações significativas ($F= 1,09$, $p= 0,30$, $\omega^2= 0,00$). As comparações entre grupos sugerem que não houve diferença de desempenho ($F= 0,12$, $p= 0,73$, $\omega^2= 0,00$). Em relação aos percentuais de mudanças, o CON apresentou alteração $\Delta\%= -5,3\pm 17,0$, enquanto o INT apresentou $\Delta\%= -3,2\pm 25,1$. O teste t independente indicou que não houve alterações percentuais significativas entre grupos ($t= -0,22$, $p= 0,82$, $TE= 0,09$).

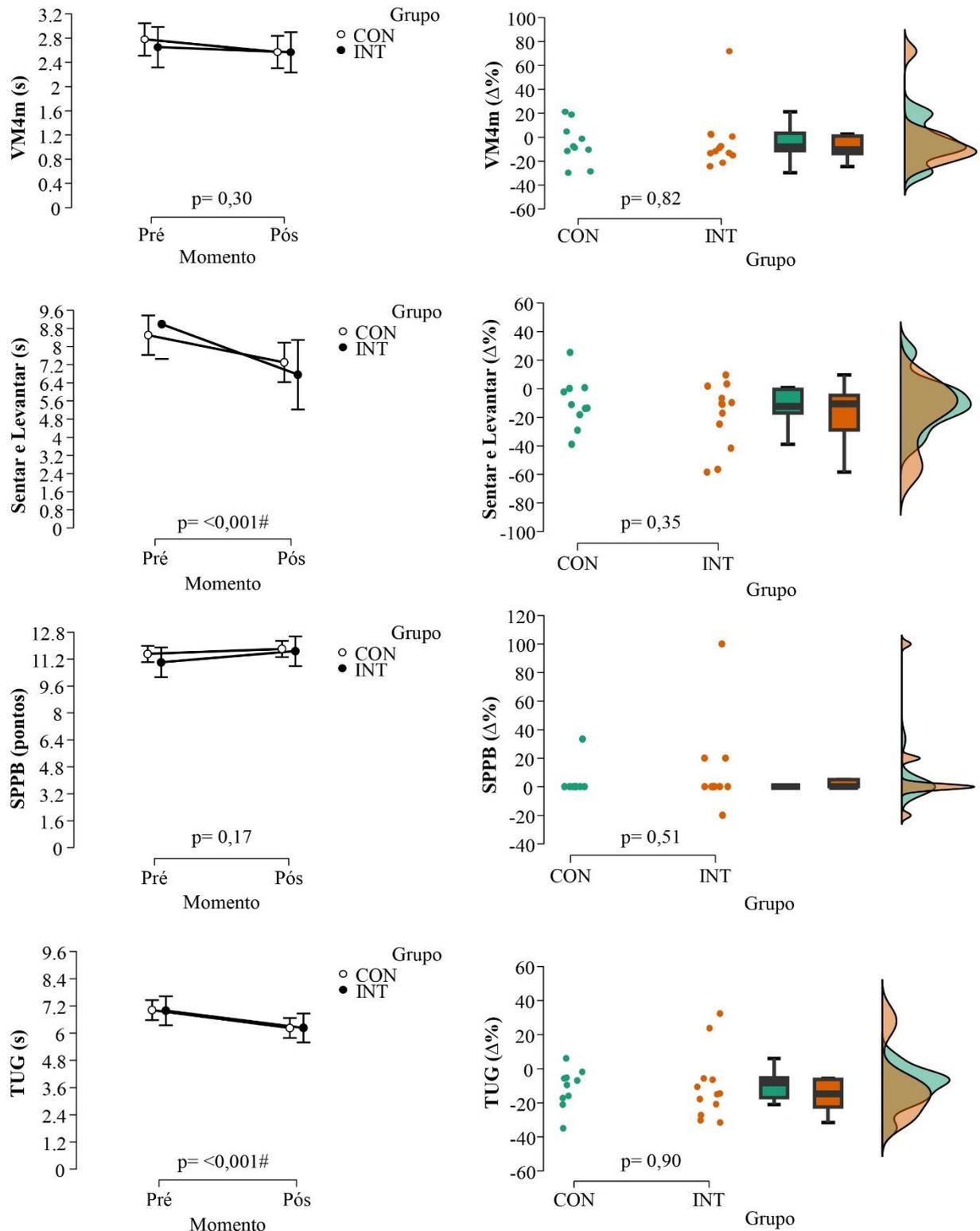
Em relação ao teste Sentar e Levantar, a análise de medidas repetidas indicou que não houve efeito de interação Momento*Grupo ($F= 0,74$, $p= 0,40$, $\omega^2= 0,00$) para o teste. Quanto aos efeitos de momento, observou-se alteração significativa ($F= 8,27$, $p< 0,001$, $\omega^2= 0,09$), no entanto essas diferenças não foram confirmadas pela análise *post-hoc* (CON: $t= 1,364$; $p= 1,00$; $TE: 0,87$; INT: $t= 2,77$; $p= 0,07$; $TE: 0,80$). As comparações entre grupos sugerem que não houve diferença de desempenho ($F= 0,00$, $p= 0,97$, $\omega^2= 0,00$). Em relação aos percentuais de mudanças, o CON apresentou alteração $\Delta\%= -10,1\pm 17,7$, enquanto o INT apresentou $\Delta\%= -18,5\pm 22,6$. O teste t independente indicou que não houve alterações percentuais significativas entre grupos ($t= 0,95$, $p= 0,35$, $TE= 0,40$).

Para a pontuação do teste SPPB, a análise de medidas repetidas indicou que não houve efeito de interação Momento*Grupo ($F= 0,28$, $p= 0,59$, $\omega^2= 0,00$) para a bateria de testes. As comparações entre momentos não indicaram alterações significativas ($F= 2,00$, $p= 0,17$, $\omega^2= 0,01$). Em relação as comparações entre grupos, não foram observadas diferenças de desempenho ($F= 0,55$, $p= 0,46$, $\omega^2= 0,00$). Os percentuais de mudança foram de $\Delta\%= 3,3\pm 10,5$ para o CON e $\Delta\%= 10,0\pm 30,1$ para o INT. O teste t independente indicou que não houve alterações percentuais significativas entre grupos ($t= -0,66$, $p= 0,51$, $TE= -0,28$).

Quanto ao teste TUG, a análise de medidas repetidas indicou que não houve efeito de interação Momento*Grupo ($F= 0,00$, $p= 0,95$, $\omega^2= 0,00$) para o teste. Quanto aos efeitos de momento, a análise demonstrou que houve mudança significativa ($F= 9,00$, $p< 0,001$, $\omega^2= 0,06$), no entanto essas diferenças não foram confirmadas pela análise *post-hoc* (CON: $t= 2,073$; $p= 0,30$; $TE: 0,38$; INT: $t= 2,179$; $p= 0,24$; $TE: 0,34$). Já as comparações entre grupos sugerem que não houve diferença de desempenho ($F= 3,781\times 10^{-4}$, $p= 0,98$, $\omega^2= 0,00$). Em relação aos percentuais de mudanças, o CON apresentou alteração $\Delta\%= -11,3\pm 11,5$, enquanto o INT

apresentou $\Delta\% = -10,3 \pm 19,9$. O teste t independente indicou que não houve alterações percentuais significativas entre grupos ($t = -0,12$, $p = 0,90$, $TE = -0,05$).

Figura 5: Desempenho absoluto e percentual de mudança dos testes de capacidade funcional dos grupos CON (n = 10) e INT (n = 12).



Legenda: CON - Grupo Controle; INT - Grupo Intervenção; VM4m – Velocidade de marcha em 4 metros; SPPB - Short Physical Performance Battery; TUG – Timed up and Go; # - diferenças significativas em $p < 0,05$ não confirmadas pelo *post-hoc*.

Fonte: Elaborado pela autora.

4.4 Parâmetros de estimativa de 1RM, velocidade e potência

Na tabela 2, estão apresentados os dados em percentuais da estimativa de força, dados de velocidade e potência do teste de 1RM no Supino reto e do teste Sentar e Levantar. Nela percebe-se que houve diferença significativa somente para estimativa de 1RM no Supino reto ($p= 0,008$). Para as demais variáveis não foram observadas diferenças ($p < 0,05$).

Tabela 2: Dados de estimativa de 1RM, velocidade e potência do teste de 1RM no Supino reto e Sentar e Levantar.

	CON (n = 10)		INT (n = 12)		U	p
	Mediana	IIQ	Mediana	IIQ		
<i>Supino reto</i>						
1 RM (%)	- 0,4	6,7	19,4	36,7	19,0	0,008
Velocidade média (%)	- 9,4	42,5	- 22,9	39,6	62,5	0,895
VMP (%)	- 9,1	42,1	-21,0	37,7	65,5	0,924
Velocidade de pico (%)	7,0	41,9	- 16,0	36,8	56,0	0,817
Potência média (%)	15,1	50,4	8,7	77,3	52,0	0,628
<i>Sentar e Levantar</i>						
1 RM (%)	1,4	14,1	3,5	17,4	47,0	0,410
Velocidade média (%)	- 6,2	15,4	4,1	31,2	41,0	0,228
VMP (%)	- 6,0	13,4	1,8	22,2	49,0	0,497
Velocidade de pico (%)	0,0	15,1	- 2,4	26,1	60,0	1,000
Potência média (%)	- 7,1	16,1	7,1	20,0	37,0	0,127

Legenda: IIQ – Intervalo interquartil; 1 RM – 1 Repetição máxima; VMP - Velocidade média propulsiva.

Fonte: Elaborado pela autora.

5 DISCUSSÃO

O principal objetivo do presente estudo foi investigar a responsividade da força muscular e capacidade funcional de mulheres de meia-idade e idosas ao TR realizado com abordagem de dose mínima. De modo secundário, objetivou-se comparar os efeitos da intervenção com um grupo controle sobre os ganhos de força muscular, capacidade funcional, parâmetros de estimativa de força, velocidade e potência das participantes. Os principais achados sugerem que o TR realizado em dose mínima apresenta uma pequena taxa de altos respondedores para força de membros superiores e para velocidade de membros inferiores. Além disso, não foram observadas diferenças entre os grupos CON e INT para ganhos de força muscular, capacidade funcional, estimativa de força, velocidade e potência. Desse modo, parece que a dose de treinamento utilizada não foi suficiente para promover alterações maiores que o controle.

A taxa de Altos respondedores encontrada para a força de membros superiores foi de 16,6% no teste de 1RM no supino reto e de 8,4% na estimativa de 1RM no mesmo exercício. Em relação à capacidade funcional, avaliada pela velocidade de pico e velocidade média do teste Sentar e Levantar, foi observado 25% de Altos respondedores para ambas as variáveis. Nossos resultados não estão de acordo com estudos anteriores que sugerem percentuais de 62,3% a 70 % de RP para força muscular (CHMELO et al., 2015; SÁEZ DE ASTEASU et al., 2019) e 67% de RP para capacidade funcional (CHMELO et al., 2015). Os percentuais de Altos respondedores encontrados são inferiores aos de RP (> 60%) previamente descritos. As divergências entre os achados podem ser explicadas pelos métodos de classificação de responsividade utilizados nos artigos citados (coeficiente de correlação, análises de variância unidirecional e melhora igual/superior à alteração clínica significativa), que diferem com o da presente investigação (participantes fora da faixa de erro aleatório), sendo esse também o motivo dos diferentes termos usados (RP e Altos respondedores). Além disso, a classificação de respondedores diferenciais para capacidade funcional foi realizada pela velocidade média e velocidade de pico do teste sentar e levantar, e não pelo desempenho geral, o que também pode explicar essas diferenças.

Quanto às demais variáveis força muscular e capacidade funcional, não foram observadas diferenças significativas na análise de igualdade de variância entre os grupos. Sendo assim, considera-se que a variabilidade interindividual em resposta à intervenção foi mínima e pode estar associada à erros aleatórios como o erro técnico da ferramenta/protocolo de medição e a variação biológica aleatória intra-sujeito (ATKINSON; BATTERHAM, 2015). Desse modo, acreditamos que a ausência de diferença entre os grupos decorreu devido ao protocolo ser de

baixo volume associado à curta duração do estudo, de modo que qualquer variabilidade observada pode estar relacionada à variabilidade do dia-a-dia de curto prazo, que é considerada como parte do erro aleatório (ROSS et al., 2019). Assim, apesar de estar clara a existência de variações interindividuais na capacidade de resposta ao TR, não seria ideal realizar uma classificação de respondedores diferenciais nestes testes, visto que não apresentaram os requisitos sugeridos anteriormente (ATKINSON; BATTERHAM, 2015; DANKEL et al., 2020).

Quanto às comparações médias entre os grupos, observou-se aumentos de força muscular de membros superiores e inferiores para INT, no entanto, esses ganhos não foram suficientes para promoverem alterações maiores que o CON, o que contrapõe achados prévios que mostraram uma superioridade para protocolos de 1 série em relação ao grupo controle (CUNHA et al., 2020; POLITO; PAPST; GOESSLER, 2021). Cunha et al. (2020) indicaram aumento na força muscular de membros superiores (1RM Rosca Direta com Barra: 37,1%) e inferiores (1RM Extensão de Joelho: 16,3%) em mulheres idosas no grupo de treinamento, com redução de força muscular no grupo controle (-3,0% e -7,0%, respectivamente), após 12 semanas de intervenção com protocolo de 1 série de 10-15 repetições em 8 exercícios, realizado 3 vezes na semana. Polito, Papst e Goessler (2021) também apresentaram aumento de força muscular em 1RM no supino reto ($48,1 \pm 6,3$ kg) e extensão de joelho ($71,3 \pm 12,2$ kg) em adultos de meia-idade no grupo de treino em relação ao grupo controle ($39,3 \pm 5,1$ e $62,4 \pm 9,9$ kg, respectivamente), utilizando protocolo com 1 série de 12-15 repetições, 4 exercícios, realizados 3 vezes na semana, por 12 semanas. Nesse sentido, a discordância observada pode ser explicada pelas diferenças dos protocolos, mais especificamente a diferença na duração das intervenções, visto que há sugestões de que um período maior de treinamento promove maiores adaptações musculares (CHURCHWARD-VENNE et al., 2015).

Apesar disso, é interessante mencionar que em um estudo prévio, que teve duração de 4 semanas, realizado com um protocolo de maior volume (3 séries, 6-10 repetições, a 80% de 1RM, 3 vezes na semana) em relação ao da presente pesquisa, foram observados ganhos semelhantes aos descritos anteriormente (CUNHA et al., 2020; POLITO; PAPST; GOESSLER, 2021) para força muscular de mulheres idosas (ROGERS et al., 2017). Com isso, parece que os efeitos de protocolos de baixo volume são observados após períodos mais longos de treinamento, enquanto que efeitos de intervenções de maior volume podem ser observados à curto prazo.

Em relação à capacidade funcional, não houve alterações significativas do pré para o pós treinamento, nem diferenças entre os grupos, o que não está de acordo com estudos prévios

realizados com pessoas idosas, utilizando protocolos de série única (PHILLIPS et al., 2003) ou duas séries (SOUZA et al., 2019; VIEIRA et al., 2022). Para protocolos de série única, sugere-se ganhos de 21,3% para função de membros inferiores (sentar e levantar) e 19,8% para agilidade e equilíbrio dinâmico (TUG) após 12 semanas de TR. Já Souza et al., (2019) sugerem ganhos de 22% para função de membros inferiores, com 27% para agilidade e equilíbrio dinâmico após 14 semanas de TR convencional usando uma abordagem de dose mínima com duas séries. Vieira et al., (2022) demonstraram redução de 10% para agilidade e equilíbrio dinâmico, com 21% de melhora para função de membros inferiores após 8 semanas de TR tradicional usando a abordagem de dose mínima com duas séries. Desse modo, a partir dos resultados citados, entende-se que melhoras de capacidade funcional utilizando protocolos de baixo volume, podem ocorrer após 8 semanas de treinamento. No entanto, é importante considerar que esses estudos não utilizaram um grupo controle, o que dificulta a interpretação da magnitude dos achados.

Além disso, a ausência de efeitos significativos nas variáveis de capacidade funcional pode ser explicada pelo nível de condicionamento inicial das participantes, apresentado na figura 5, que estão de acordo ou são superiores aos valores de referências dos testes. Para velocidade de marcha, as velocidades médias alcançadas na linha de base foram de 2,7 s (INT) e 2,6 s (CON), o que está de acordo com os valores de referência (3,5 s na velocidade usual e 2,4 s na velocidade máxima) esperado para pessoas idosas entre 60 e 69 anos (BOHANNON; WANG, 2019). Para sentar e levantar, as médias basais são superiores (INT: 8,9 s; CON: 8,5 s) ao esperado para pessoas com 55-59 anos (10,91 s) e 60-64 anos (11,36 s) (GAO et al., 2021). Para o TUG os valores também são superiores (INT: 6,9 s; CON: 7,0 s) ao valor de referência esperado (7,8 s) para pessoas idosas entre 60 à 65 anos (SVINØY et al., 2021). O mesmo evento foi observado na avaliação da capacidade funcional pelo desempenho do SPPB, que na avaliação de base, apresentou pontuação considerada como “boa capacidade”, sendo esta, a maior classificação da bateria de testes (GURALNIK et al., 1994). Em vista disso, é possível que as participantes, por apresentarem boa funcionalidade, estivessem perto de seu teto de desempenho nos testes utilizados, o que poderia limitar o potencial de adaptações, especialmente de curto prazo.

No que diz respeito aos parâmetros de velocidade e potência, variáveis mais complexas relacionadas ao desempenho de força e capacidade funcional, apresentadas na tabela 2, observou-se melhora significativa somente para a estimativa de força muscular de membros superiores, sem alterações para as demais variáveis. A ausência de efeitos na velocidade e potência de membros superiores e inferiores, pode estar relacionada à dose de treinamento, e a

especificidade do protocolo de treino, considerando que para melhoras nessas variáveis são recomendados treinos específicos de alta velocidade (concêntrica mais rápido possível), com uso de cargas mais leves (30–60% 1RM) (NSCA, 2019; SAYERS; GIBSON, 2010, 2014), visto que podem induzir maiores melhorias na potência muscular (RAMÍREZ-CAMPILLO et al., 2014) e características de desempenho muscular relacionadas à velocidade geral (SAYERS; GIBSON, 2010). Assim, destaca-se que o aprimoramento dessas variáveis pode melhorar o desempenho de tarefas funcionais e amenizar a diminuição da capacidade de desenvolvimento de força rápida gerada pelo envelhecimento (SAÑUDO et al., 2019; SAYERS; GIBSON, 2014).

De modo geral, parece que o TR de dose mínima realizado por um curto período não apresenta benefícios maiores que atividades comuns do dia-a-dia das participantes. No entanto, vale mencionar que as alterações percentuais entre os grupos para força de membros superiores (Supino reto - CON: $\Delta\% = -0,24 \pm 11,1$; INT: $\Delta\% = 22,1 \pm 22,5$; $p = 0,01$, TE = -1,22) e inferiores (*Leg press* - CON: $\Delta\% = 7,3 \pm 18,2$; INT: $\Delta\% = 24,8 \pm 16,0$; $p = 0,02$, TE = -1,02) apresentaram diferenças significativas de grande magnitude, o que reafirma as sugestões de que realizar alguma atividade física é melhor do que nenhuma (BULL et al., 2020). Além disso, seria interessante verificar as adaptações geradas pelo presente protocolo comparado a um grupo controle após um período maior (> 4 semanas) de treinamento, visto que evidências anteriores demonstraram ganhos substanciais de força muscular em mulheres no decorrer de 12 (1RM *Leg Press*: 31 ± 4 kg) e 24 semanas (1RM *Leg Press*: 50 ± 3 kg), o que sugere maiores adaptações à longo prazo (CHURCHWARD-VENNE et al., 2015).

Adicionalmente, por mais que seja sugerido que o alto volume de treino pode servir como impedimento do engajamento e adesão ao TR (FISHER et al., 2017), isso pode não refletir para todos os públicos. À exemplo, apesar de não ter sido objetivamente avaliado, grande parte das participantes engajadas ao protocolo apresentaram reclamações aos supervisores sobre as durações dos treinos (<15 min). Isso sugere a hipótese de que a abordagem de dose mínima pode ter sido um fator de baixa adesão e baixa motivação à intervenção. De fato, essa abordagem parece ser interessante para pessoas que apresentam a falta de tempo como barreira para a realização de atividade física, como estudantes universitários (PAN et al., 2022), pessoas ocupadas com trabalho e tarefas domésticas (KOH et al., 2022). No entanto, para pessoas idosas que consideram o momento de atividade física como oportunidade de interação social, sendo esse um fator que influencia o sentimento de pertencimento, bem-estar subjetivo e desempenha um papel importante para adesão à essa prática (INOUE et al., 2020; MCAULEY et al., 2000), um modelo com sessões curtas de treinamento pode não ser tão bem aceito. Desse modo,

sugere-se que pesquisas futuras investiguem fatores de aderência e motivação de pessoas idosas submetidas ao protocolo com abordagem de dose mínima.

Para uma melhor interpretação de nossos achados, algumas limitações devem ser consideradas. Em primeiro lugar, as participantes apresentaram reclamações sobre protocolo de treinamento devido à curta duração dos treinos (< 15 min), o que pode ter influenciado a perda amostral no início da intervenção. Em vista disso, foram acrescentados um exercício e uma série ao protocolo para amenizar/evitar as desistências ao treinamento. A variabilidade de medida também deve ser considerada, entretanto, visando amenizar essa limitação, foram utilizados apenas testes validados e com boa à excelente reprodutibilidade. Outra limitação foi a ausência de controle nas atividades rotineiras do grupo que não foi submetido à intervenção, no entanto, as participantes eram frequentemente contactadas e orientadas à não realizarem exercícios físicos.

5.1 Aplicações práticas

A presente abordagem apresenta uma pequena taxa de participantes responsivas. Com base nesse achado, recomendamos aos profissionais responsáveis pela prescrição de TR que, ao utilizarem a abordagem de dose mínima, realizem avaliações individuais frequentes, considerando testes para verificar o desempenho de acordo com seus objetivos e investiguem fatores comportamentais (sono, estresse psicológico, atividade física habitual e alimentação) que podem afetar responsividade de cada sujeito ao protocolo. Além disso, caso seja necessário, é importante considerar as recomendações de adaptações sobre a abordagem (FISHER et al., 2017) para manipular os estímulos, aumentando a possibilidade do indivíduo que aparentemente não está respondendo à prescrição inicial, de responder favoravelmente. Caso a duração do protocolo seja um fator que contribua para a baixa adesão e motivação aos treinos, os profissionais podem adicionar outros tipos de atividades durante as sessões como caminhadas, aulas de alongamento, aulas dança e/ou palestras sobre saúde, visando maior adesão a esse modelo de exercício.

6 CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou que 4 semanas de TR realizado com uma abordagem de dose mínima apresenta uma pequena taxa de Altos respondedores para força de membros superiores e para velocidade de membros inferiores. Adicionalmente, observou-se aumentos significativos de força muscular de membros superiores e inferiores nas participantes que

realizaram a intervenção, no entanto, sem diferenças com o grupo controle. Dessa maneira, conclui-se que a dose de treinamento utilizada parece ser insuficiente para gerar adaptações de força muscular e capacidade funcional maiores que o controle em mulheres de meia-idade e idosas.

REFERÊNCIAS

ACSM. Exercise and physical activity for older adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 41, n. 7, p. 1510–1530, 2009a.

ACSM. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 41, n. 3, p. 687–708, 2009b.

AMARANTE, M.; CYRINO, E. S.; NAKAMURA, F. Y. Validation of the Brzycki equation for the estimation of 1-RM in the bench press. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 13, n. 1, p. 40–42, 2007.

AMARYA, S.; SINGH, K.; SABHARWAL, M. Ageing Process and Physiological Changes. **Gerontology**, 2018.

ANTUNES, M. et al. Volume Reduction: Which Dose is Sufficient to Retain Resistance Training Adaptations in Older Women? **International journal of sports medicine**, v. 43, n. 1, p. 68–76, jan. 2022.

ATKINSON, G.; BATTERHAM, A. M. True and false interindividual differences in the physiological response to an intervention. **Experimental Physiology**, v. 100, n. 6, p. 577–588, 2015.

BAMMAN, M. M. et al. Cluster analysis tests the importance of myogenic gene expression during myofiber hypertrophy in humans. **Journal of Applied Physiology**, v. 102, n. 6, p. 2232–2239, 2007.

BARBALHO, M. DE S. M. et al. There are no no-responders to low or high resistance training volumes among older women. **Experimental Gerontology**, v. 99, p. 18–26, 2017.

BEAUDART, C. et al. Health outcomes of sarcopenia: A systematic review and meta-analysis. **PLoS ONE**, v. 12, n. 1, p. 1–16, 2017.

BENNIE, J. A. et al. Pumping Iron in Australia: Prevalence, Trends and Sociodemographic Correlates of Muscle Strengthening Activity Participation from a National Sample of 195,926 Adults. **PloS one**, v. 11, n. 4, p. e0153225, 2016.

BENTON, M. J.; SWAN, P. D.; PETERSON, M. D. Evaluation of multiple one repetition maximum strength trials in untrained women. **Journal of strength and conditioning research**, v. 23, n. 5, p. 1503–1507, ago. 2009.

BOHANNON, R. W.; WANG, Y.-C. Four-Meter Gait Speed: Normative Values and Reliability Determined for Adults Participating in the NIH Toolbox Study. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 100, n. 3, p. 509–513, mar. 2019.

BONAFIGLIA, J. T. et al. Inter-individual variability in the adaptive responses to endurance and sprint interval training: A randomized crossover study. **PLoS ONE**, v. 11, n. 12, p. 1–14, 2016.

BORDE, R.; HORTOBÁGYI, T.; GRANACHER, U. Dose–Response Relationships of

Resistance Training in Healthy Old Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine**, v. 45, n. 12, p. 1693–1720, dez. 2015.

BOUCHARD, C. **Human adaptability may have a genetic basis**. Canadian P ed. Ottawa: [s.n.].

BOUCHARD, C.; RANKINEN, T. Individual differences in response to regular physical activity. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 33, n. 6 SUPPL., p. 446–451, 2001.

BRZYCKI, M. Strength Testing—Predicting a One-Rep Max from Reps-to-Fatigue. **Journal of Physical Education, Recreation & Dance**, v. 64, n. 1, p. 88–90, 1 jan. 1993.

BULL, F. C. et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. **British Journal of Sports Medicine**, v. 54, n. 24, p. 1451–1462, 2020.

BUSSAB, W. DE O.; MIAZAKI, E. S.; ANDRADE, D. F. P. P.-S. P. **Introducao a analise de agrupamentos**IME-USP, , 1990.

CHEN, L. et al. Relationship between muscle mass and muscle strength, and the impact of comorbidities: a population-based, cross-sectional study of older adults in the United States. **BMC Geriatrics**, v. 13, n. 1, p. 74, 2013.

CHMELO, E. A. et al. Heterogeneity of physical function responses to exercise training in older adults. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 63, n. 3, p. 462–469, 2015.

CHURCHWARD-VENNE, T. A. et al. There Are No Nonresponders to Resistance-Type Exercise Training in Older Men and Women. **Journal of the American Medical Directors Association**, v. 16, n. 5, p. 400–411, maio 2015.

CLARK, B. C.; MANINI, T. M. What is dynapenia? **Nutrition**, v. 28, n. 5, p. 495–503, maio 2012.

CUNHA, P. M. et al. Resistance Training Performed With Single and Multiple Sets Induces Similar Improvements in Muscular Strength, Muscle Mass, Muscle Quality, and IGF-1 in Older Women: A Randomized Controlled Trial. **Journal of strength and conditioning research**, v. 34, n. 4, p. 1008–1016, abr. 2020.

DAMAS, F. et al. Individual Muscle Hypertrophy and Strength Responses to High vs. Low Resistance Training Frequencies. **Journal of strength and conditioning research**, v. 33, n. 4, p. 897–901, abr. 2019.

DANKEL, S. J. et al. Assessing differential responders and mean changes in muscle size, strength, and the crossover effect to 2 distinct resistance training protocols. **Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme**, v. 45, n. 5, p. 463–470, maio 2020.

DANKEL, S. J.; LOENNEKE, J. P. A Method to Stop Analyzing Random Error and Start Analyzing Differential Responders to Exercise. **Sports Medicine**, 2019.

DE VET, H. C. et al. Minimal changes in health status questionnaires: Distinction between minimally detectable change and minimally important change. **Health and Quality of Life Outcomes**, v. 4, n. Mic, p. 3–7, 2006.

FIGUEIREDO, V. C.; DE SALLES, B. F.; TRAJANO, G. S. Volume for Muscle Hypertrophy and Health Outcomes: The Most Effective Variable in Resistance Training. **Sports Medicine**, v. 48, n. 3, p. 499–505, 2018.

FISHER, J. P. et al. A minimal dose approach to resistance training for the older adult; the prophylactic for aging. **Experimental Gerontology**, v. 99, n. June, p. 80–86, 2017.

FREIRE, A. N. et al. Validity and reliability of the short physical performance battery in two diverse older adult populations in Quebec and Brazil. **Journal of Aging and Health**, v. 24, n. 5, p. 863–878, 2012.

FRÖHLICH, M.; EMRICH, E.; SCHMIDTBLEICHER, D. Outcome effects of single-set versus multiple-set training-An advanced replication study. **Research in Sports Medicine**, v. 18, n. 3, p. 157–175, 2010.

FYFE, J. J.; HAMILTON, D. L.; DALY, R. M. Minimal-Dose Resistance Training for Improving Muscle Mass, Strength, and Function: A Narrative Review of Current Evidence and Practical Considerations. **Sports Medicine**, v. 52, n. 3, p. 463–479, 2022.

GALLAHUE, D. L.; OZMUN, J. C.; GOODWAY, J. D. **Compreendendo o Desenvolvimento Motor - 7ed: Bebês, Crianças, Adolescentes e Adultos**. [s.l.] AMGH Editora, 2013.

GAO, S. et al. Reference Values for Five-Repetition Chair Stand Test Among Middle-Aged and Elderly Community-Dwelling Chinese Adults. v. 8, n. April, p. 1–7, 2021.

GARATACHEA, N. et al. Exercise attenuates the major hallmarks of aging. **Rejuvenation Research**, v. 18, n. 1, p. 57–89, 2015.

GENTIL, P.; SOARES, S.; BOTTARO, M. Single vs. Multi-Joint Resistance Exercises: Effects on Muscle Strength and Hypertrophy. **Asian journal of sports medicine**, v. 6, n. 2, p. e24057, jun. 2015.

GRGIC, J. et al. Test-Retest Reliability of the One-Repetition Maximum (1RM) Strength Assessment: a Systematic Review. **Sports medicine - open**, v. 6, n. 1, p. 31, jul. 2020.

GURALNIK, J. M. et al. A Short Physical Performance Battery Assessing Lower Extremity Function : Association With Self-Reported Disability and Prediction of Mortality and Nursing Home Admission. **Journal of gerontology: medical sciences**, v. 49, n. 2, p. 85–94, 1994.

HECKSTEDEN, A. et al. Individual response to exercise training - A statistical perspective. **Journal of Applied Physiology**, v. 118, n. 12, p. 1450–1459, 2015.

HJELMBORG, J. B. et al. Genetic influence on human lifespan and longevity. **Human Genetics**, v. 119, n. 3, p. 312–321, 2006.

HOPKINS, G. Individual responses made easy. **Journal of Applied Physiology**, v. 118, n. 12, p. 1444–1446, 2015.

HOPKINS, W. G. Measures of reliability in sports medicine and science. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 30, n. 1, p. 1–15, jul. 2000.

HUSTED, J. A. et al. Methods for assessing responsiveness : a critical review and recommendations. v. 53, n. C, p. 459–468, 2007.

INOUE, Y. et al. Enhancing Older Adults' Sense of Belonging and Subjective Well-Being Through Sport Game Attendance, Team Identification, and Emotional Support. **Journal of Aging and Health**, v. 32, n. 7–8, p. 530–542, 2020.

KHAN, S. S.; SINGER, B. D.; VAUGHAN, D. E. Molecular and physiological manifestations and measurement of aging in humans. **Aging cell**, v. 16, n. 4, p. 624–633, ago. 2017.

KHODADAD KASHI, S.; MIRZAZADEH, Z. S.; SAATCHIAN, V. A Systematic Review and Meta-Analysis of Resistance Training on Quality of Life, Depression, Muscle Strength, and Functional Exercise Capacity in Older Adults Aged 60 Years or More. **Biological research for nursing**, p. 10998004221120944, ago. 2022.

KOH, Y. S. et al. A cross-sectional study on the perceived barriers to physical activity and their associations with domain-specific physical activity and sedentary behaviour. **BMC Public Health**, v. 22, n. 1, p. 1–11, 2022.

LI, Y. et al. Healthy lifestyle and life expectancy free of cancer, cardiovascular disease, and type 2 diabetes: Prospective cohort study. **The BMJ**, v. 368, p. 1–10, 2020.

LIXANDRÃO, M. E. **Efeito do volume de treinamento de força sobre a variabilidade da hipertrofia muscular em idosos**. [s.l.: s.n.].

LÓPEZ-OTÍN, C. et al. The hallmarks of aging. **Cell**, v. 153, n. 6, p. 1194–1217, jun. 2013.

LUZ, L. G. DE O.; MARANHÃO NETO, G. DE A.; FARINATTI, P. DE T. V. Validade do questionário de prontidão para a atividade física (PAR-Q) em idosos. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 9, n. 4, p. 366–371, 2007.

MANN, T. N.; LAMBERTS, R. P.; LAMBERT, M. I. High responders and low responders: Factors associated with individual variation in response to standardized training. **Sports Medicine**, v. 44, n. 8, p. 1113–1124, 2014.

MATSUDO, S. et al. Questionário Internacional De Atividade Física (IPAQ): Estudo De Validade E Reprodutibilidade No Brasil. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 6, n. 2, p. 5–18, 2012.

MAZZOLARI, R. Exercise dose and individual response of healthy adults: is it time to re-evaluate exercise responsiveness and training recommendations? **Journal of Physiology**, v. 596, n. 16, p. 3807–3808, 2018.

MCAULEY, E. et al. Social relations, physical activity, and well-being in older adults. **Preventive Medicine**, v. 31, n. 5, p. 608–617, 2000.

METTER, E. J. et al. Skeletal muscle strength as a predictor of all-cause mortality in healthy men. **The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences**, v. 57, n. 10, p. B359-65, out. 2002.

NEWMAN, A. B. et al. Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the health, aging and body composition study cohort. **Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 61, n. 1, p. 72–77, 2006.

NORMAN, G. R.; WYRWICH, K. W.; PATRICK, D. L. The mathematical relationship among different forms of responsiveness coefficients. **Quality of Life Research**, v. 16, n. 5, p. 815–822, 2007.

NSCA. Resistance Training for Older Adults: Position Statement From the National Strength and Conditioning Association. **Journal of strength and conditioning research**, v. 33, n. 8, p. 2019–2052, 2019.

NUNES, J. P. et al. Responsiveness to muscle mass gain following 12 and 24 weeks of resistance training in older women. **Aging Clinical and Experimental Research**, v. 33, n. 4, p. 1071–1078, 2021a.

NUNES, J. P. et al. Equating Resistance-Training Volume Between Programs Focused on Muscle Hypertrophy. **Sports Medicine**, v. 51, n. 6, p. 1171–1178, 2021b.

PAN, M. et al. Status and Influencing Factors of Physical Exercise among College Students in China: A Systematic Review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 20, 2022.

PAREJA-GALEANO, H.; SANCHIS-GOMAR, F.; GARCÍA-GIMÉNEZ, J. L. Physical exercise and epigenetic modulation: Elucidating intricate mechanisms. **Sports Medicine**, v. 44, n. 4, p. 429–436, 2014.

PÉREZ-CASTILLA, A. et al. Reliability and concurrent validity of seven commercially available devices for the assessment of movement velocity at different intensities during the bench press. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 33, n. 5, p. 1258–1265, 2019.

PHILLIPS, W. T. et al. Single set strength training increases strength, endurance and functional fitness in community living older adults. **Activities, Adaptation and Aging**, v. 27, n. 3–4, p. 1–18, 2003.

PICKERING, C.; KIELY, J. Understanding Personalized Training Responses: Can Genetic Assessment Help? **The Open Sports Sciences Journal**, v. 10, p. 191–213, 30 nov. 2017.

PICKERING, C.; KIELY, J. Do Non-Responders to Exercise Exist-and If So, What Should We Do About Them? **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 49, n. 1, p. 1–7, jan. 2019.

PODSIADLO, D; RICHARDSON, S. The Timed Up and Go: A Test of Basic Functional

- Mobility for Frail Elderly Persons. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 39, n. 2, p. 142–148, 1991.
- POLITO, M. D.; PAPST, R.; GOESSLER, K. Twelve weeks of resistance training performed with different number of sets: Effects on maximal strength and resting blood pressure of individuals with hypertension. **Clinical and Experimental Hypertension**, v. 43, n. 2, p. 164–168, 2021.
- PRESTES, J. et al. The effects of muscle strength responsiveness to periodized resistance training on resistin, leptin, and cytokine in elderly postmenopausal women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 32, n. 1, p. 113–120, 2018.
- RADAELLI, R. et al. Low- and high-volume strength training induces similar neuromuscular improvements in muscle quality in elderly women. **Experimental Gerontology**, v. 48, n. 8, p. 710–716, 2013.
- RAMÍREZ-CAMPILLO, R. et al. High-speed resistance training is more effective than low-speed resistance training to increase functional capacity and muscle performance in older women. **EXG**, p. 1–7, 2014.
- RIBEIRO, A. S. et al. Resistance training in older women: Comparison of single vs. multiple sets on muscle strength and body composition. **Isokinetics and Exercise Science**, v. 23, n. 1, p. 53–60, 2015.
- RIKLI, R. E.; JONES, C. J. Development and validation of criterion-referenced clinically relevant fitness standards for maintaining physical independence in later years. **Gerontologist**, v. 53, n. 2, p. 255–267, 2013.
- ROGERS, M. E. et al. Muscle strength and size gains in older women after four and eight weeks of high-intensity resistance training. v. 1, n. 1, p. 22–28, 2017.
- ROSE, D. J.; JONES, C. J.; LUCCHESI, N. Predicting the probability of falls in community-residing older adults using the 8-foot up-and-go: A new measure of functional mobility. **Journal of Aging and Physical Activity**, v. 10, n. 4, p. 466–475, 2002.
- ROSS, R. et al. Precision exercise medicine: Understanding exercise response variability. **British Journal of Sports Medicine**, v. 53, n. 18, p. 1141–1153, 2019.
- RUUSKA, P. S. et al. Self-rated mental stress and exercise training response in healthy subjects. **Frontiers in Physiology**, v. 3 MAR, n. March, p. 1–7, 2012.
- SADIGHI AKHA, A. A. Aging and the immune system: An overview. **Journal of Immunological Methods**, v. 463, p. 21–26, 2018.
- SÁEZ DE ASTEASU, M. L. et al. Inter-individual variability in response to exercise intervention or usual care in hospitalized older adults. **Journal of cachexia, sarcopenia and muscle**, v. 10, n. 6, p. 1266–1275, dez. 2019.
- SAÑUDO, B. et al. Effect of flywheel resistance training on balance performance in older adults. A randomized controlled trial. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 18, n. 2,

p. 344–350, 2019.

SAYERS, S. P.; GIBSON, K. A Comparison of High-Speed Power Training and Traditional Slow-Speed Resistance Training in Older Men and Women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 12, p. 3369–3380, dez. 2010.

SAYERS, S. P.; GIBSON, K. High-Speed Power Training in Older Adults. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 28, n. 3, p. 616–621, mar. 2014.

SCHLUMBERGER, A.; STEC, J.; SCHMIDTBLEICHER, D. Single- vs. Multiple-Set Strength Training in Women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 15, n. 3, p. 284–289, 2001.

SHAILENDRA, P. et al. Resistance Training and Mortality Risk: A Systematic Review and Meta-Analysis. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 63, n. 2, p. 277–285, 2022.

SILVA, N. L. et al. Influence of strength training variables on strength gains in adults over 55 years-old: A meta-analysis of dose–response relationships. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 17, n. 3, p. 337–344, 2014.

SISSON, S. B. et al. Volume of exercise and fitness nonresponse in sedentary, postmenopausal women. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 41, n. 3, p. 539–545, mar. 2009.

SOUZA, D. et al. Minimal dose resistance training with elastic tubes promotes functional and cardiovascular benefits to older women. **Experimental Gerontology**, v. 115, n. November 2018, p. 132–138, 2019.

SUNDELL, J. Resistance Training Is an Effective Tool against Metabolic and Frailty Syndromes. **Advances in preventive medicine**, v. 2011, p. 984683, 2011.

SURESH, K.; CHANDRASHEKARA, S. Sample size estimation and power analysis for clinical research studies. **Journal of human reproductive sciences**, v. 5, n. 1, p. 7–13, jan. 2012.

SVINØY, O.-E. et al. Timed Up and Go: Reference Values for Community-Dwelling Older Adults with and without Arthritis and Non-Communicable Diseases: The Tromsø Study. **Clinical interventions in aging**, v. 16, p. 335–343, 2021.

THALACKER-MERCER, A. E.; PETRELLA, J. K.; BAMMAN, M. M. Does habitual dietary intake influence myofiber hypertrophy in response to resistance training? A cluster analysis. **Applied Physiology, Nutrition and Metabolism**, v. 34, n. 4, p. 632–639, 2009.

TIMMONS, J. A. Variability in training-induced skeletal muscle adaptation. **Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)**, v. 110, n. 3, p. 846–853, mar. 2011.

TOMIOKA, K. et al. Reliability and validity of the international physical activity questionnaire (IPAQ) in elderly adults: The Fujiwara-kyo study. **Journal of Epidemiology**, v. 21, n. 6, p. 459–465, 2011.

TRACY, B. L.; ENOKA, R. M. Steadiness Training with Light Loads in the Knee Extensors of Elderly Adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 38, n. 4, p. 735–745, abr. 2006.

VIEIRA, I. P. et al. Effects of High-Speed Versus Traditional Resistance Training in Older Adults. **Sports Health**, v. 14, n. 2, p. 283–291, 2022.

WESTCOTT, W. L. Resistance training is medicine: Effects of strength training on health. **Current Sports Medicine Reports**, v. 11, n. 4, p. 209–216, 2012.

WHO. **World report on ageing and health**. [s.l.] World Health Organization, 2015.

WU, C. Y. et al. Responsiveness, minimal detectable change, and minimal clinically important difference of the nottingham extended activities of daily living scale in patients with improved performance after stroke rehabilitation. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 92, n. 8, p. 1281–1287, 2011.

YOO, J. et al. Genetic polymorphisms to predict gains in maximal O₂ uptake and knee peak torque after a high intensity training program in humans. **European Journal of Applied Physiology**, v. 116, n. 5, p. 947–957, maio 2016.

APÊNDICES

APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Convidamos você para participar da pesquisa “**RESPONSIVIDADE DE PARÂMETROS NEUROMUSCULARES E CAPACIDADE FUNCIONAL A DOSE MÍNIMA DE TREINAMENTO RESISTIDO EM MULHERES DE MEIA-IDADE E IDOSAS**”, sob a responsabilidade dos pesquisadores Ádria Samara Negrão Noronha e Victor Silveira Coswig, os quais pretendem investigar a responsividade de mulheres idosas não treinadas a diferentes protocolos de treinamento resistido sobre a força e funcionalidade.

Sua participação é voluntária e envolve uma avaliação física, realizada individualmente em uma sala reservada, fornecimento de informações sobre atividades da vida diária, realização de testes físicos, e a participação em um programa de treinamento de musculação. Os procedimentos presenciais serão realizados com uso de máscara ou viseira com máscara; será disponibilizado materiais para higienização das mãos com álcool em gel 70%; e também, teremos controle do distanciamento seguro entre os participantes da pesquisa.

Você se beneficiará da pesquisa através da realização da avaliação física e dos vários testes, pois terá acesso a vários indicadores de saúde. Além disso, participará por 8 semanas de um programa de treinamento de musculação cuidadosamente acompanhada o que possibilitará melhoras em sua aptidão física, e, possivelmente, composição corporal.

Os riscos decorrentes de sua participação estão relacionados à quebra do anonimato e a divulgação indevida das informações coletadas, no entanto, conforme a resolução 466/12 o sigilo das participantes deverá ser mantido pelos pesquisadores através da codificação dos dados. Outro risco é o acometimento de alguma lesão durante a realização dos exercícios de musculação, porém minimizaremos isso, pois você será acompanhado por um de nossos pesquisadores que zelará pela execução segura dos exercícios. Caso ocorra algum tipo de lesão causada pela intervenção desta pesquisa, garantiremos assistência à sua saúde com manobras emergenciais de primeiros socorros, de forma a evitar maiores danos, assim como promover conforto, como imobilizar, caso necessário, bem como encaminhá-la e acompanhá-la ao atendimento especializado. Para evitar quaisquer constrangimentos durante a avaliação física, esta será realizada em sala reservada evitando qualquer exposição do seu corpo para outras pessoas, exceto para o avaliador.

Se depois de consentir sua participação você desistir de continuar participando, tem o direito e a liberdade de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, seja antes ou depois da coleta dos dados, independente do motivo e sem nenhum prejuízo a sua pessoa. A sua participação não resultará em despesas relacionadas à pesquisa, além disto, não proporcionará nenhuma indenização ou remuneração financeira por parte dos pesquisadores. Os resultados da pesquisa serão analisados e publicados, mas sua identidade não será divulgada, sendo guardada em um banco de dados codificado por um período de cinco anos, com absoluto sigilo e após esse período será incinerado.

Para qualquer outra informação, você poderá entrar em contato com a pesquisadora ou com o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEPICS) na :Rua Augusto Corrêa nº 01- Campus do Guamá,UFGA- Faculdade de Enfermagem do ICS - sala 13 - 2º and, Guamá; 66.075-110, Belém-PA, ou pelo telefone: (91) 3201-7735 ou e- mail: cepccs@ufpa.br.

Consentimento Pós-Informação

Eu, _____, declaro que fui informado (a) sobre os objetivos deste estudo e a finalidade da minha colaboração. Portanto, eu concordo em participar do projeto, estando ciente que não receberei nenhum tipo de remuneração e que posso me desligar do presente estudo sem nenhum prejuízo e/ou punição. Este documento é emitido em duas vias que serão ambas assinadas por mim e pelas pesquisadoras, ficando uma via com cada parte envolvida.

Data: ___/___/___

Participante da pesquisa
RG:

Pesquisadora responsável
Ádria Samara Negrão Noronha
Telefone: 91 992733358
E-mail: adriasamaranoronha@gmail.com

APÊNDICE B – ANAMNESE

Nome: _____

Endereço: _____

Idade: _____

Realiza alguma atividade/exercício:

SIM NÃO

Se sim, quais: _____

Histórico de doenças e/ou lesões:

Medicamentos:

SIM NÃO
É fumante: Ingere álcool: Teve COVID-19:

ANEXOS

ANEXO A – QUESTIONÁRIO DE PRONTIDÃO PARA ATIVIDADE FÍSICA - PAR-Q

Este questionário tem o objetivo de identificar a necessidade de avaliação por um médico antes do início da atividade física. Caso você responda “SIM” a uma ou mais perguntas, converse com seu médico ANTES de aumentar seu nível atual de atividade física. Mencione este questionário e as perguntas às quais você respondeu “SIM”.

Nome completo: _____ Idade: _____

Por favor, assinale “SIM” ou “NÃO” às seguintes perguntas:

1. Algum médico já disse que você possui algum problema de coração e que só deveria realizar atividade física supervisionado por profissionais de saúde?
 Sim Não
2. Você sente dores no peito quando pratica atividade física?
 Sim Não
3. No último mês, você sentiu dores no peito quando praticou atividade física?
 Sim Não
4. Você apresenta desequilíbrio devido à tontura e/ ou perda de consciência?
 Sim Não
5. Você possui algum problema ósseo ou articular que poderia ser piorado pela atividade física?
 Sim Não
6. Você toma atualmente algum medicamento para pressão arterial e/ou problema de coração?
 Sim Não
7. Sabe de alguma outra razão pela qual você não deve praticar atividade física?
 Sim Não

Se você respondeu “SIM” a uma ou mais perguntas, leia e assine o “Termo de Responsabilidade para Prática de Atividade Física”

Termo de Responsabilidade para Prática de Atividade Física

Estou ciente de que é recomendável conversar com um médico antes de aumentar meu nível atual de atividade física, por ter respondido “SIM” a uma ou mais perguntas do “Questionário de Prontidão para Atividade Física” (PAR-Q). Assumo plena responsabilidade por qualquer atividade física praticada sem o atendimento a essa recomendação.

Assinatura: _____ Data: __/__/__

**ANEXO B – QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA
(VERSÃO CURTA)**

Nome: _____

Data: ___/___/___ Idade: _____ Sexo: F () M ()

Nós estamos interessados em saber que tipos de atividade física as pessoas fazem como parte do seu dia a dia. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física na ÚLTIMA semana. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são MUITO importantes. Por favor responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação!

Para responder as questões lembre-se que:

- atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar MUITO mais forte que o normal
- atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar UM POUCO mais forte que o normal

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza **por pelo menos 10 minutos contínuos** de cada vez.

1a. Em quantos dias da última semana você **CAMINHOU** por **pelo menos 10 minutos contínuos** em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

dias _____ por **SEMANA** () Nenhum

1b. Nos dias em que você caminhou por **pelo menos 10 minutos contínuos** quanto tempo no total você gastou caminhando **por dia?**

horas: _____ Minutos:

2a. Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **MODERADAS** por **pelo menos 10 minutos contínuos**, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar moderadamente sua respiração ou batimentos do coração (POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA)

dias _____ por **SEMANA** () Nenhum

2b. Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por **pelo menos 10 minutos contínuos**, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia?**

horas: _____ Minutos:

3a. Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **VIGOROSAS** por **pelo menos 10 minutos contínuos**, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar MUITO sua respiração ou batimentos do coração.

dias _____ por SEMANA () Nenhum

3b. Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por **pelo menos 10 minutos contínuos** quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia?**

horas: _____ Minutos: _____

Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece sentado todo dia, no trabalho, na escola ou faculdade, em casa e durante seu tempo livre. Isto inclui tempo sentado estudando, sentado enquanto descansa, fazendo lição de casa visitando um amigo, lendo, sentado ou deitado assistindo TV. Não inclua o tempo gasto sentando durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.

4a. Quanto tempo no total você gasta sentado durante um **dia de semana?**

_____ horas _____ minutos

4b. Quanto tempo no total você gasta sentado durante em um **dia de final de semana?**

_____ horas _____ minutos