



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

GABRIEL KUNEVALIKI DE MORAES

**EFEITO DE 12 SEMANAS DE TREINAMENTO RESISTIDO
SOBRE A FORÇA MUSCULAR DINÂMICA, HIPERTROFIA
MUSCULAR E APTIDÃO FUNCIONAL EM MULHERES
IDOSAS DESTREINADAS:
UMA ANÁLISE BASEADA NA MASSA MUSCULAR
ESQUELÉTICA**

Londrina
2021

GABRIEL KUNEVALIKI DE MORAES

**EFEITO DE 12 SEMANAS DE TREINAMENTO RESISTIDO
SOBRE A FORÇA MUSCULAR DINÂMICA, HIPERTROFIA
MUSCULAR E APTIDÃO FUNCIONAL EM MULHERES
IDOSAS DESTREINADAS:
UMA ANÁLISE BASEADA NA MASSA MUSCULAR
ESQUELÉTICA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Associado em Educação Física - UEM/UEL, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino

Londrina
2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

De Moraes, Gabriel Kunevaliki.

Efeito de 12 semanas de treinamento resistido sobre a força muscular dinâmica, hipertrofia muscular e aptidão funcional em mulheres idosas destreinadas: uma análise baseada na massa muscular esquelética / Gabriel Kunevaliki De Moraes. - Londrina, 2021.
121 f.

Orientador: Edilson Serpeloni Cyrino.

Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Educação Física e Esportes, Programa de Pós-Graduação em Educação Física, 2021.

Inclui bibliografia.

1. Treinamento resistido - Tese. 2. Responsividade - Tese. 3. Hipertrofia muscular - Tese. 4. Força muscular dinâmica - Tese. I. Cyrino, Edilson Serpeloni . II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Educação Física e Esportes. Programa de Pós-Graduação em Educação Física. III. Título.

CDU 796

GABRIEL KUNEVALIKI DE MORAES

**EFEITO DE 12 SEMANAS DE TREINAMENTO RESISTIDO
SOBRE A FORÇA MUSCULAR DINÂMICA, HIPERTROFIA
MUSCULAR E APTIDÃO FUNCIONAL EM MULHERES
IDOSAS DESTREINADAS:
UMA ANÁLISE BASEADA NA MASSA MUSCULAR
ESQUELÉTICA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Associado em Educação Física - UEM/UEL, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Educação Física.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Wendel Arthur Lopes
Universidade Estadual de Maringá - UEM

Prof. Dr. Leonardo de Sousa Fortes
Universidade Federal da Paraíba - UFPB

Londrina, 8 de julho de 2021

Dedico esse trabalho a minha família, em especial aos meus avós, pais e irmã. Vocês são o que tenho de mais importante na vida. Amo vocês.

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente a Deus e a minha família por todas as oportunidades que tenho hoje em minha vida.

Aos meus pais Edmilson e Rosimeri por todo esforço e trabalho para que eu tivesse a oportunidade de ter uma boa educação e pudesse seguir meus sonhos, independente de quais fossem. A minha mãe que sempre me disse que seu sonho era ser uma Profissional de Educação Física, fico feliz que compartilhamos do mesmo sonho, e torno minha realização profissional a sua. Agradeço a vocês por todo amor e apoio demonstrado de diversas formas. Amo vocês.

A minha irmã Juliana por todo cuidado, preocupação, carinho e incentivo não só durante essa etapa da minha vida, mas em todos os momentos.

Aos meus avós Valentim, Maria Amélia, Martin e Ruth por sempre serem meus exemplos na vida, por todo apoio, amor e cuidado. À vó Ruth, minha segunda mãe, obrigado por ter auxiliado na minha educação e sempre ter me apoiado. À vó Maria Amélia (*in memoriam*), gostaria que a senhora estivesse aqui para compartilhar esse momento comigo. Amo vocês.

À minha namorada Carolina, por sempre me incentivar durante esse processo, por toda paciência, carinho e companheirismo, sou grato por ter você em minha vida.

Ao meu orientador Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino, por todas as oportunidades, ensinamentos e aprendizados ao longo desses anos, além das conversas e risadas, por ser um exemplo de profissional e pessoa, serei eternamente grato, espero que um dia eu possa retribuir todas as oportunidades que o senhor me proporcionou.

Aos meus amigos Witalo, Dani, Pâmela, João e Paolo, por todo conhecimento compartilhado além de boas risadas seja dentro do laboratório, na sala de musculação ou qualquer outro lugar. Agradeço pela amizade e felicidade compartilhada.

Aos meus amigos e colegas de profissão do Grupo de Estudo e Pesquisa em Metabolismo, Nutrição e Exercício (GPEMENE), por todo aprendizado durante esses anos. Agradeço a todos que contribuíram na minha formação, em específico, Alan, Marcelo, André (*in memoriam*), Jainara, Ian, Edilaine, Letícia, Melissa, David, Hellen, Nelson, Paulo, Rodrigo, Jarlisson e Natã.

Por fim, ao CNPq e ao MEC, pelo apoio financeiro, e a CAPES, pela bolsa de estudo concedida durante o mestrado, que me oportunizou ter dedicação exclusiva e vivenciar esse processo ao máximo, contribuindo imensamente na minha formação profissional.

A todos, meus sinceros agradecimentos.

DE MORAES, Gabriel Kunevaliki. **Efeito de 12 semanas de treinamento resistido sobre a força muscular dinâmica, hipertrofia muscular e aptidão funcional em mulheres idosas destreinadas:** uma análise baseada na massa muscular esquelética. 2021. 121 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2021.

RESUMO

Introdução: A massa muscular esquelética (MME) é um componente da composição corporal que exerce importante papel para a saúde, prevenção e controle de diversas doenças. Maiores níveis de MME estão relacionados a um quadro clínico mais favorável à saúde e maior independência física em idosos. Por outro lado, a redução progressiva da MME durante o envelhecimento pode comprometer a produção de força muscular e a autonomia, favorecendo o desenvolvimento de doenças como a sarcopenia, que está associada a um maior risco de quedas, fraturas e mortalidade. Ainda que o treinamento resistido (TR) seja uma estratégia eficaz para a melhoria da MME, força muscular e aptidão funcional, a possível influência dos valores iniciais de MME sobre a magnitude das respostas adaptativas associadas a esse tipo de treinamento, bem como o impacto que a responsividade ao ganho de MME pode exercer sobre as alterações desses parâmetros, ainda, não está bem estabelecido pela literatura.

Objetivos: (a) Analisar os efeitos de 12 semanas de TR sobre a força muscular dinâmica, qualidade muscular, aptidão funcional e hipertrofia muscular em mulheres idosas destreinadas, de acordo com os níveis iniciais de MME; (b) investigar o impacto da responsividade aos ganhos de MME após 12 semanas de TR sobre a força muscular dinâmica e aptidão funcional em mulheres idosas destreinadas.

Métodos: Cento e seis mulheres idosas (idade = $69,2 \pm 5,6$ anos; massa corporal = $65,5 \pm 12,1$ kg; estatura = $154,6 \pm 6,1$ cm; IMC = $27,29 \pm 4,13$ kg/m²) fisicamente independentes foram submetidas a um programa de TR para os diferentes segmentos corporais ao longo de 12 semanas (oito exercícios, três séries de 10 a 15 repetições, três sessões semanais). Medidas de força muscular dinâmica (testes de 1RM), aptidão funcional (testes motores) e massa isenta de gordura e osso (MIGO) foram obtidas pré e pós-intervenção. Adicionalmente, a MME foi estimada a partir da MIGO apendicular por absorptometria radiológica de dupla energia. O índice de qualidade muscular (IQM) foi determinado pela razão entre a força muscular (1RM) e MIGO. Para a análise do efeito da MME sobre as respostas adaptativas induzidas pelo TR, a amostra foi dividida em três grupos, de acordo com os tercís de MME relativa à estatura² na linha de base, a saber: tercil inferior (INF, n = 35), intermediário (INT, n = 36) e superior (SUP, n = 35). Adicionalmente, para a análise do impacto exercido pela responsividade aos ganhos de MME após 12 semanas de TR sobre as respostas adaptativas de força muscular dinâmica e aptidão funcional a amostra foi dividida em dois grupos, a partir da responsividade ao ganho de MME (aumento $\geq 0,580$ kg), a saber: não-responsivas (N-RP, n = 51) e responsivas (RP, n = 55). Equações de estimativas generalizadas (GEE) foram utilizadas para as comparações intra e intergrupos. Modelos lineares generalizados (GZLM) foram utilizados para as comparações das características gerais da amostra entre os grupos no pré-treinamento e a mudança percentual ($\Delta\%$) do pré para o pós-treinamento. A significância estatística estabelecida foi de $P < 0,05$.

Resultados: Diferenças estatisticamente significantes ($P < 0,05$) foram observadas entre os grupos INF e SUP após 12 semanas de TR, com os maiores tamanhos de efeito sendo revelados para o grupo INF na MIGO de membros inferiores (INF = 0,47; INT = 0,40; SUP = 0,19), MIGO apendicular (INF = 0,44; INT = 0,41; SUP = 0,23), MME (INF = 0,44; INT = 0,40; SUP = 0,22), 1RM no supino vertical (INF = 0,83; INT = 0,50; SUP = 0,41), carga total levantada em testes de 1-RM (INF = 0,66; INT = 0,53; SUP = 0,38), IQM de tronco (INF = 0,88; INT =

0,49; SUP = 0,33), IQM total (INF = 0,62; INT = 0,42; SUP = 0,30) e no teste de sentar e levantar (INF = 0,63; INT = 0,48; SUP = 0,08). Aumentos estatisticamente significantes ($P < 0,05$) foram encontradas para MIGO de membros superiores (INF = 0,27; INT = 0,33; SUP = 0,27), MIGO total (INF = 0,25; INT = 0,20; SUP = 0,12), 1RM na rosca *scott* (INF = 0,86; INT = 1,03; SUP = 1,07), IQM de membros superiores (INF = 0,69; INT = 0,65; SUP = 0,74) e no teste de caminhada de 6 min (INF = 0,34; INT = 0,63; SUP = 0,51), sem diferenças entre os grupos ($P > 0,05$). Em contrapartida, não foram identificadas mudanças estatisticamente significantes intra e intergrupos ($P > 0,05$) para MIGO de tronco (INF = 0,06; INT = 0,01; SUP = 0,02), 1RM na cadeira extensora (INF = 0,21; INT = 0,25; SUP = 0,02), IQM de membros inferiores (INF = -0,01; INT = 0,06; SUP = -0,05), teste de flexão de cotovelo (INF = 0,35; INT = 0,36; SUP = 0,24) e no teste de levantar da cadeira e caminhar (INF = -0,14; INT = -0,26; SUP = -0,39). Na segunda análise diferenças estatisticamente significantes ($P < 0,05$) foram observadas entre os grupos N-RP e RP após 12 semanas de TR, com os maiores tamanho de efeito sendo observados para o grupo RP para MIGO de membros superiores (N-RP = 0,12 e RP = 0,32), MIGO de membros inferiores (N-RP = -0,01 e RP = 0,46), MIGO apendicular (N-RP = 0,03 e RP = 0,44), MIGO total (N-RP = -0,02 e RP = 0,27) e MME (N-RP = 0,02 e RP = 0,43). Por outro lado, o grupo N-RP apresentou maior tamanho de efeito no teste de flexão de cotovelo (N-RP = 0,65 e RP = 0,02). Aumentos estatisticamente significantes ($P < 0,05$) foram encontradas para 1RM no supino vertical (N-RP = 0,52 e RP = 0,55), 1RM na rosca *scott* (N-RP = 0,91 e RP = 0,76), carga total levantada em testes de 1-RM (N-RP = 0,44 e RP = 0,45), teste de caminhada de 6 min (N-RP = 0,47 e RP = 0,53) e teste de sentar e levantar (N-RP = 0,40 e RP = 0,39), sem diferenças entre os grupos ($P > 0,05$). Em contrapartida, não foram identificadas mudanças estatisticamente significantes intra e intergrupos ($P > 0,05$) para 1RM na cadeira extensora (N-RP = 0,12 e RP = 0,16), MIGO de tronco (N-RP = -0,06 e RP = 0,09) e para o teste de levantar da cadeira e caminhar (N-RP = -0,17 e RP = -0,32). **Conclusão:** Os resultados sugerem que o comportamento da força muscular dinâmica, qualidade muscular, aptidão funcional e hipertrofia muscular após 12 semanas de TR pode ser influenciado pelos níveis iniciais de MME em mulheres idosas previamente destreinadas, com as maiores respostas adaptativas sendo encontradas no tercil inferior para a maioria das variáveis analisadas. Além disso, a responsividade ao ganho de MME parece não influenciar nas respostas adaptativas da força muscular dinâmica e aptidão funcional em mulheres idosas destreinadas após 12 semanas de TR.

Palavras-chave: treinamento de força; função física; variação interindividual.

DE MORAES, Gabriel Kunevaliki. **Effect of 12 weeks of resistance training on dynamic muscle strength, muscle hypertrophy and functional fitness in detrained older women: an analysis based on skeletal muscle mass.** 2021. 121 p. Thesis (Master's in Physical Education) – State University of Londrina, Londrina, 2021.

ABSTRACT

Introduction: Skeletal muscle mass (SMM) is a component of body composition that plays an important role in health, prevention, and control of various diseases. Higher levels of SMM are related to a clinical status more favorable to health and greater physical independence in the elderly. On the other hand, the progressive reduction in SMM during aging can compromise the production of muscle strength and autonomy in the elderly, favoring the development of diseases such as sarcopenia, which is associated with a higher risk of falls, fractures, and mortality. Although resistance training (RT) is an effective strategy to improve SMM, muscle strength and functional fitness, the possible influence of initial SMM values on the magnitude of adaptive responses associated with this type of training, in addition to the role of responsiveness to SMM gain on the changes in these parameters is not yet well established. **Objectives:** (a) To analyze the effects of 12 weeks of RT on dynamic muscular strength, muscle quality, functional fitness and muscle hypertrophy in detrained elderly women, according to the initial levels of SMM; (b) to investigate the impact of responsiveness to SMM gains after 12 weeks of RT on dynamic muscular strength and functional fitness in detrained elderly women. **Methods:** One hundred and six older women (age = 69.2 ± 5.6 years, body mass = 65.5 ± 12.1 kg, height = 154.6 ± 6.1 cm, BMI = 27.29 ± 4.13 kg/m²) physically independent performed a RT program for the different body segments over 12 weeks (eight exercises, three sets of 10 to 15 repetitions, three weekly sessions). Dynamic muscular strength measures (1RM tests), functional fitness (motor tests) and lean soft tissue (LST) were obtained pre- and post-intervention. Additionally, the SMM was estimated from the appendicular LST by dual-energy X-ray absorptiometry. The muscle quality index (MQI) was determined by the ratio between muscle strength (1RM) and LST. To analyze the effect of SMM on the adaptive responses induced by TR, the sample was divided into three groups, according to the tertiles of SMM relative to height² at baseline, namely: lower tertile (LWR, n = 35), middle (MID, n = 36) and upper (UPP, n = 35). Additionally, the sample was divided into two groups, based on responsiveness to SMM gain (increase ≥ 0.580 kg), to investigate the effect of responsiveness to SMM gains after 12 weeks of RT on adaptive responses of dynamic muscle strength and functional fitness, namely: non-responsive (N-RP, n = 51) and responsive (RP, n = 55). Generalized estimating equations (GEE) were used for intra and inter-group comparisons. Generalized linear models (GZLM) were used to compare the general characteristics of the sample between the groups in the pre-training and the percentage change ($\Delta\%$) from pre to post-training. The statistical significance established was $P < 0.05$. **Results:** Statistically significant differences ($P < 0.05$) were observed between the LWR and UPP groups after 12 weeks of RT, with the largest effect sizes being revealed for the LWR group in the lower limbs LST (LWR = 0.47, MID = 0.40, UPP = 0.19), appendicular LST (LWR = 0.44, MID = 0.41, UPP = 0.23), SMM (LWR = 0.44, MID = 0.40, UPP = 0.22), 1RM values in chest press (LWR = 0.83, MID = 0.50, UPP = 0.41), total load lifted in 1-RM tests (LWR = 0.66, MID = 0.53, UPP = 0.38), trunk MQI (LWR = 0.88, MID = 0.49, UPP = 0.33), total MQI (LWR = 0.62, MID = 0.42, UPP = 0.30) and 30-s chair stand (LWR = 0.63, MID = 0.48, UPP = 0.08). Statistically significant increases ($P < 0.05$) were found for upper limbs LST (LWR = 0.27, MID = 0.33, UPP = 0.27),

total LST (LWR = 0.25, MID = 0.20, UPP = 0.12), 1RM values in preacher curl (LWR = 0.86, MID = 1.03, UPP = 1.07), upper limbs MQI (LWR = 0.69, MID = 0.65, UPP = 0.74) and 6 min walk (LWR = 0.34, MID = 0.63, UPP = 0.51), without differences between groups ($P > 0.05$). In contrast, no statistically significant changes were identified intra and intergroups ($P > 0.05$) for trunk LST (LWR = 0.06, MID = 0.01, UPP = 0.02), 1RM values in leg extension (LWR = 0.21, MID = 0.25, UPP = 0.02), lower limbs MQI (LWR = -0.01, MID = 0.06, UPP = -0.05), elbow flexion (LWR = 0.35, MID = 0.36, UPP = 0.24) and 8-foot up-and-go (LWR = -0.14, MID = -0.26, UPP = -0.39). In the second analysis statistically significant differences ($P < 0.05$) were observed between the N-RP and RP groups after 12 weeks of RT, with the largest effect sizes being observed for the RP group in the upper limbs LST (N-RP = 0.12 and RP = 0.32), lower limbs LST (N-RP = -0.01 and RP = 0.46), appendicular LST (N-RP = 0.03 and RP = 0.44), total LST (N-RP = -0.02 and RP = 0.27) and SMM (N-RP = 0.02 and RP = 0.43). On the other hand, the N-RP group had a larger effect size in the elbow flexion (N-RP = 0.65 and RP = 0.02). Statistically significant increases ($P < 0.05$) were found for 1RM values in chest press (N-RP = 0.52 and RP = 0.55), 1RM values in preacher curl (N-RP = 0.91 and RP = 0.76), total load lifted in 1-RM tests (N-RP = 0.44 and RP = 0.45), 6 min walk (N-RP = 0.47 and RP = 0.53), and 30-s chair stand (N-RP = 0.40 and RP = 0.39), without differences between groups ($P > 0.05$). On the other hand, no statistically significant intra and intergroup changes were identified ($P > 0.05$) for 1RM values in leg extension (N-RP = 0.12 and RP = 0.16), trunk LST (N-RP = -0.06 and RP = 0.09) and 8-foot up-and-go (N-RP = -0.17 and RP = -0.32). **Conclusion:** The results suggest that the behavior of dynamic muscular strength, muscle quality, functional fitness and muscle hypertrophy after 12 weeks of RT can be influenced by the initial values of SMM in previously detrained older women, with the greatest adaptive responses being found in the lower tertile for most of the analyzed variables. Also, the responsiveness to SMM gain does not seem to influence the adaptive responses of dynamic muscular strength and functional fitness in detrained older women after 12 weeks of RT.

Keywords: strength training; physical function; inter-individual variation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Desenho experimental do estudo	22
Figura 2 -	Fluxograma do estudo.....	24

ARTIGO ORIGINAL 1

Figura 1 -	Massa isenta de gordura e osso total (A) e massa muscular esquelética (B) antes e após 12 semanas de treinamento resistido em mulheres idosas destreinadas (n = 106)	48
Figura 2 -	Carga total levantada antes e após 12 semanas de treinamento resistido em mulheres idosas destreinadas (n = 106)	50

ARTIGO ORIGINAL 2

Figura 1 -	Fluxograma do estudo.....	64
Figura 2 -	Massa isenta de gordura e osso total (A) e massa muscular esquelética (B) antes e após 12 semanas de treinamento resistido em mulheres idosas destreinadas (n = 106)	74
Figura 3 -	Carga total levantada antes e após 12 semanas de treinamento resistido em mulheres idosas destreinadas (n = 106)	76

LISTA DE TABELAS

ARTIGO ORIGINAL 1

Tabela 1 -	Características gerais da amostra de acordo com os grupos no pré-treinamento (n = 106)	45
Tabela 2 -	Ingestão energética e de macronutrientes nas duas primeiras e nas duas últimas semanas de intervenção (n = 106).....	46
Tabela 3 -	Massa isenta de gordura e osso regional e apendicular antes e após 12 semanas de treinamento resistido em mulheres idosas destreinadas (n = 106)	47
Tabela 4 -	Força muscular dinâmica a partir de testes de 1RM antes e após 12 semanas de treinamento resistido em mulheres idosas destreinadas (n = 106)	49
Tabela 5 -	Índice de qualidade muscular antes e após 12 semanas de treinamento resistido em mulheres idosas destreinadas (n = 106)	51
Tabela 6 -	Testes funcionais antes e após 12 semanas de treinamento resistido em mulheres idosas destreinadas (n = 106)	52

ARTIGO ORIGINAL 2

Tabela 1 -	Características gerais da amostra de acordo com os grupos no pré-treinamento (n = 106)	71
Tabela 2 -	Ingestão energética e de macronutrientes nas duas primeiras e nas duas últimas semanas de intervenção (n = 106)	72
Tabela 3 -	Massa isenta de gordura e osso regional e apendicular antes e após 12 semanas de treinamento resistido em mulheres idosas destreinadas (n = 106)	73
Tabela 4 -	Força muscular dinâmica a partir de testes de 1RM antes e após 12 semanas de treinamento resistido em mulheres idosas destreinadas (n = 106)	75
Tabela 5 -	Testes funcionais antes e após 12 semanas de treinamento resistido em mulheres idosas destreinadas (n = 106)	77

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACSM	Colégio Americano de Medicina do Esporte
AST	Área de secção transversa do músculo
CCI	Coefficiente de correlação intraclasse
CTL	Carga total levantada
EPM	Erro padrão da medida
FLC	Teste de flexão de cotovelo
GEE	Equações de estimativas generalizadas
GZLM	Modelos lineares generalizados
IMC	Índice de massa corporal
IMM	Índice de massa muscular
INF	Grupo localizado no tercil inferior do índice de massa muscular
INT	Grupo localizado no tercil intermediário do índice de massa muscular
IQM	Índice de qualidade muscular
IQM-MI	Índice de qualidade muscular de membros inferiores
IQM-MS	Índice de qualidade muscular de membros superiores
IQM-TR	Índice de qualidade muscular de tronco
IQM-TT	Índice de qualidade muscular total
LCC	Teste de levantar da cadeira e caminhar
MIGO	Massa isenta de gordura e osso
MIGO-APD	Massa isenta de gordura e osso apendicular
MIGO-MI	Massa isenta de gordura e osso de membros inferiores
MIGO-MS	Massa isenta de gordura e osso de membros superiores
MIGO-TR	Massa isenta de gordura e osso de tronco
MIGO-TT	Massa isenta de gordura e osso total
MME	Massa muscular esquelética
N-RP	Não-responsivas ao aumento da MME
QIC	Critério de quase-verossimilhança sob o modelo de independência
RP	Responsivas ao aumento da MME
SEL	Teste de sentar e levantar
SUP	Grupo localizado no tercil superior do índice de massa muscular
TC6min	Teste de caminhada de seis minutos
TE	Tamanho do efeito

TR	Treinamento resistido
Wald X^2	Qui-quadrado de Wald
1RM	Uma repetição máxima

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	19
3	HIPÓTESES	20
4	MÉTODOS	21
4.1	Delineamento Experimental.....	21
4.2	Participantes.....	22
4.3	Medidas Antropométricas	25
4.4	Massa Isenta de Gordura e Osso	25
4.5	Força Muscular Dinâmica	26
4.6	Índice de qualidade muscular	27
4.7	Aptidão Funcional	27
4.8	Programa de Treinamento Resistido	29
4.9	Ingestão Alimentar	29
4.10	Tratamento Estatístico	30
5	RESULTADOS	31
5.1	Artigo original 1	32
5.2	Artigo original 2.....	58
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	82
	REFERÊNCIAS	83
	APÊNDICES	94
	Apêndice A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	95
	ANEXOS	106
	Anexo A – Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos	107

1 INTRODUÇÃO

A massa muscular esquelética (MME) é um dos principais componentes da composição corporal, sendo considerada um importante órgão endócrino, uma vez que a contração muscular promove a secreção de moléculas chamadas miocinas (PEDERSEN, 2011). Tais substâncias exercem um papel semelhante aos hormônios, influenciando o metabolismo de órgãos e tecidos, tais como tecido adiposo, fígado, ossos e cérebro, cujas ações se manifestam de forma autócrina ou parácrina, auxiliando no controle de efeitos deletérios associados ao envelhecimento e a inatividade física (PEDERSEN, 2011; SCHNYDER; HANDSCHIN, 2015).

Em indivíduos idosos, uma maior quantidade de MME está associada a um quadro clínico mais favorável à saúde, com destaque para a menor resistência à insulina (ALEMÁN-MATEO et al., 2014), rigidez arterial reduzida (YANG et al., 2020), melhor saúde e integridade celular (BASILE et al., 2014) e maior independência física para a realização de atividades da vida diária, como sentar e levantar de uma cadeira, caminhar, subir e descer escadas, deslocar objetos, entre outras (JANSSEN et al., 2004). Entretanto, o processo de envelhecimento pode contribuir sobremaneira para a redução da MME, em virtude da diminuição do nível de atividade física habitual, redução das unidades motoras de alto limiar, aumento da presença de inflamação crônica, redução ou inativação de células satélites, diminuição da síntese proteica miofibrilar, aumento do estresse oxidativo, diminuição da densidade capilar por fibra, redução na produção de estrogênio e testosterona, entre outros fatores (MITCHELL et al., 2012).

A redução progressiva da MME se inicia a partir da terceira década de vida sendo maximizada a partir dos 60 anos, tanto em homens quanto em mulheres (JANSSEN et al., 2000). Embora maiores reduções na MME possam ser observadas em homens, as mulheres acabam sendo mais afetadas em razão de apresentarem, em geral, níveis mais reduzidos do que os homens desde idades mais precoces (JANSSEN et al., 2000). Vale destacar que nesse ciclo da vida, grande parte da redução da MME em mulheres está associada ao processo de menopausa, fenômeno caracterizado pelo declínio nos níveis de estrogênio e progesterona que, além de comprometer negativamente o tecido muscular, está relacionado com um conjunto de mudanças desfavoráveis à saúde, tais como aumento da adiposidade visceral, redução do conteúdo e da densidade mineral óssea, declínio da força muscular e da aptidão funcional, importantes fatores de risco para o desenvolvimento de multicomorbidades (ABAD-DÍEZ et al., 2014; MESSIER et al., 2011).

A redução da MME pode favorecer o desenvolvimento de doenças como a sarcopenia, uma síndrome muscular esquelética que está associada a maior risco de quedas e fraturas (BISCHOFF-FERRARI et al., 2015), redução da aptidão funcional e maior risco de mortalidade em idosos (DE BUYSER et al., 2016). Em seu primeiro posicionamento, o Grupo de Trabalho Europeu sobre Sarcopenia ressaltou a necessidade de informações sobre a MME e funcionalidade (força e/ou desempenho motor) para o diagnóstico de sarcopenia (CRUZ-JENTOFT et al., 2010). Entretanto, o conceito de sarcopenia foi revisado recentemente pelo mesmo grupo (CRUZ-JENTOFT et al., 2019) e a medida de força muscular, acompanhada pela MME, passou a ser enfatizada como preditor de sarcopenia e risco de mortalidade em idosos (CRUZ-JENTOFT et al., 2019; NEWMAN et al., 2006). Uma justificativa para essa mudança foi a de que a redução na força muscular está relacionada com a piora da função física, resultando na redução da independência física de idosos, aumentando a necessidade de auxílio com as atividades básicas da vida diária (CLARK; MANINI, 2010). Portanto, a contribuição da redução da MME relacionada ao declínio funcional no envelhecimento parece estar atrelada à diminuição na força muscular (FRAGALA et al., 2019).

Alguns fatores parecem influenciar na capacidade de produção de força com o envelhecimento, tais como: redução das unidades motoras de alto limiar e inervação das fibras musculares, declínio no número de fibras musculares do tipo II e transição para características das fibras do tipo I, infiltração de tecido adiposo no músculo esquelético e alterações na arquitetura muscular (redução do comprimento do fascículo, ângulo de penação e área de secção transversa do músculo) (FRAGALA; KENNY; KUCHEL, 2015; MITCHELL et al., 2012; WIEDMER et al., 2021). Nesse sentido, uma revisão sistemática com metanálise conduzida por García-Hermoso et al. (2018), incluindo homens e mulheres, revelou que maiores níveis de força muscular estão associados com um risco reduzido de mortalidade por todas as causas, sobretudo, em mulheres. Portanto, estímulos que favoreçam o aumento ou a preservação da MME ao longo dos diferentes ciclos da vida podem contribuir para atenuar a redução da força muscular e aptidão funcional durante o processo de envelhecimento.

Assim, o treinamento resistido (TR) tem atraído a atenção de pesquisadores e profissionais da saúde por se tratar de uma estratégia não-farmacológica bastante eficaz para a melhoria da força, MME e aptidão funcional em diferentes populações, sobretudo em idosos (ACSM et al., 2009a; FRAGALA et al., 2019; GRGIC et al., 2020). Todavia, as respostas adaptativas acarretadas pela prática regular de programas de TR parecem ocorrer de forma relativamente heterogênea, de modo que alguns indivíduos alcançam grandes alterações (responsivos), enquanto outros não (não-responsivos) (PICKERING; KIELY, 2019). Esse

fenômeno tem sido alvo de interesse da comunidade científica (NUNES et al., 2020; PETRELLA et al., 2008; STEC et al., 2016), embora os mecanismos associados não estejam bem estabelecidos até o presente momento (ROBERTS et al., 2018).

Com base nessas informações, Nunes et al. (2020), ao submeterem mulheres idosas destreinadas a um programa de TR de corpo inteiro, realizado em duas etapas de 12 semanas, encontraram aumento da MME nas participantes consideradas responsivas após a primeira etapa de intervenção em uma etapa subsequente, a partir do aumento do volume do treinamento de uma série para duas séries de 10 a 15 repetições por exercício. Por outro lado, apenas três entre 22 participantes não-responsivas na primeira etapa tornaram-se responsivas no final da segunda etapa de intervenção, ou seja, provavelmente essas atingiriam respostas adaptativas favoráveis somente com utilização de maior volume ou com maior tempo de exposição ao protocolo de TR.

No que se refere ao aumento da MME, indivíduos responsivos parecem apresentar melhores respostas a fatores intrínsecos que modulam as adaptações hipertróficas, como elevada taxa de síntese proteica, biogênese ribossomal, maior proliferação de células satélites, além de uma maior predisposição de fibras musculares do tipo II e menor área de secção transversa (AST) destas fibras no pré-treinamento quando comparado a indivíduos não-responsivos (HAUN et al., 2019a; ROBERTS et al., 2018). Curiosamente, no estudo de Nunes et al. (2020) não foi encontrada associação entre os valores iniciais de MME e as mudanças ao longo do período de TR, embora uma tendência de efeito tenha sido observada. Vale ressaltar que no estudo de Nunes et al. (2020) a MME foi estimada a partir de exames de absorptometria radiológica de dupla energia (DXA), dificultando possíveis inferências.

Na tentativa de elucidar se a AST do músculo poderia exercer ou não influência sobre as respostas hipertróficas, Mangine et al. (2018) submeteram homens adultos treinados, previamente categorizados como “menor” e “maior” AST que a média do grupo a oito semanas de TR. Os resultados revelaram adaptações similares na AST da porção superior (peitoral maior + tríceps braquial) e inferior (reto femoral + vasto lateral) do corpo. Entretanto, as diferenças de duração dos protocolos de TR adotados, na composição das amostras envolvidas e do *status* de treinamento das amostras analisadas dificultam as comparações e a generalização dos resultados encontrados para outras populações. Assim, investigações com delineamentos experimentais mais robustos e que adotem os valores iniciais de MME para a categorização dos grupos experimentais podem proporcionar valiosas informações para a compreensão das respostas adaptativas na MME, força muscular e aptidão funcional associadas ao TR, sobretudo, em idosos.

Embora o *status* de treinamento exerça uma influência importante sobre a magnitude das respostas induzidas pelo TR (RIBEIRO et al., 2015), acredita-se que outros fatores como a duração do protocolo de treinamento (GORDON; CHEN; DURSTINE, 2014), a ingestão proteica (NABUCO et al., 2019), qualidade do sono (DATTILO et al., 2011) e, até mesmo, a MME podem modular, pelo menos em parte, muitas das respostas adaptativas a esse tipo de treinamento, especificamente, em mulheres idosas. Desse modo, o papel da MME a longo prazo para a melhoria da força muscular tem sido discutido recentemente (BUCKNER et al., 2016; LOENNEKE et al., 2019a, 2019b).

A hipertrofia muscular, processo caracterizado pelo aumento da AST do músculo esquelético pela adição de proteínas contráteis (HAUN et al., 2019b), tem sido considerada um dos principais mecanismos responsáveis pelo desenvolvimento da força muscular em programas de TR, ao lado de adaptações neurais e periféricas, como alterações no córtex motor primário, na medula espinhal, aumento da sincronização, excitabilidade e recrutamento de unidades motoras, alterações na coativação agonista-antagonista, além de mudanças nos tipos de fibras musculares esqueléticas/composição da isoforma da cadeia pesada de miosina e alterações na fosforilação da cadeia leve de miosina, tornando a interação actina-miosina mais sensível ao cálcio liberado do retículo sarcoplasmático (AAGAARD et al., 2002; BICKEL; CROSS; BAMMAN, 2011; CANEPARI et al., 2005; GABRIEL; KAMEN; FROST, 2006; HODGSON; DOCHERTY; ROBBINS, 2005; MOREILLON et al., 2019; PEARCEY et al., 2021).

O modelo teórico proposto por Moritani e Devries (1979) hipotetiza que a maior proporção do incremento inicial da força muscular se deve predominantemente as adaptações neurais, com a hipertrofia muscular ocupando lugar de destaque após um período de três a cinco semanas de TR. No entanto, mais recentemente, Loenneke et al. (2017) revelaram aumentos estatisticamente significantes, de forma concomitante, na força e espessura muscular dos extensores e flexores de joelho após apenas duas semanas de TR (seis sessões) em mulheres jovens e idosas. Por outro lado, Lixandrão et al. (2016) só encontraram aumento na AST do vasto lateral após nove semanas de TR (18 sessões), em homens e mulheres idosas. Portanto, as respostas encontradas até o momento são inconclusivas. Vale destacar que as diferenças na duração dos programas de TR e medidas da hipertrofia muscular utilizadas entre os estudos dificultam possíveis comparações (HAUN et al., 2019b), apesar das mudanças na espessura muscular mensurada por ultrassonografia serem associadas com as mudanças na AST avaliada por ressonância magnética após um programa de TR (FRANCHI et al., 2018). Além disso, considerando que grande parte do aumento na AST do músculo

durante a fase inicial de TR (< quatro sessões) pode ser atribuído ao edema induzido pelo dano muscular, é plausível acreditar que hipertrofia muscular, de fato, passaria a contribuir somente mais tardiamente para os ganhos de força muscular (DAMAS; LIBARDI; UGRINOWITSCH, 2018).

Embora essa discussão não seja recente, ainda é bem aceita a hipótese de que as adaptações na força muscular, a longo prazo, dependam da hipertrofia muscular e que esses eventos ocorram de forma simultânea (MORITANI; DEVRIES, 1979). Entretanto, um trabalho publicado por Rasch (1955), revisado recentemente por Buckner et al. (2016), denominado “O problema da hipertrofia muscular”, não somente questiona essa relação de dependência mas, também, advoga que os ganhos de MME e o aumento na força induzidos pelo TR podem ser considerados, na verdade, fenômenos independentes. As principais justificativas para tal suposição seriam: (1) a existência de uma fraca associação entre o ganho de massa muscular e força após o TR, com grande variação interindividual, podendo o mesmo sujeito responder positivamente a uma dessas variáveis e negativamente a outra (AHTIAINEN et al., 2016); (2) um aumento similar na MME em protocolos de TR de alta e baixa carga, embora protocolos de alta carga aparentemente promovam maiores aumentos de força muscular (JESSEE et al., 2018; SCHOENFELD et al., 2017); (3) um aumento na força muscular independente de alterações na MME (BUCKNER et al., 2021; MATTOCKS et al., 2017); (4) reduções na MME com a manutenção da força muscular após um período de desentrenamento (BICKEL; CROSS; BAMMAN, 2011). Todavia, as informações disponíveis na literatura até o presente momento são insuficientes para o estabelecimento de uma resposta definitiva.

De fato, apesar da força muscular aparentemente guardar relação com a AST do músculo esquelético, ainda não está bem estabelecido como as alterações induzidas pelo TR poderiam influenciar na produção da força muscular e melhora da aptidão funcional. Considerando à importância da MME, força muscular e aptidão funcional, sobretudo para a população idosa, a compreensão desses fenômenos associados a prática do TR pode auxiliar sobremaneira na tomada de decisão com relação a prescrição de programas de treinamento que possam resultar em respostas adaptativas mais favoráveis e adequadas as necessidades dessa população.

2 OBJETIVOS

Considerando que a presente dissertação foi estruturada de acordo com o modelo escandinavo, no qual a contextualização do problema dá origem ao estabelecimento de diferentes objetivos que, por sua vez, são analisados a partir da redação de artigos científicos, os propósitos desta investigação foram:

- Analisar os efeitos de 12 semanas de treinamento resistido sobre a força muscular dinâmica (tronco, membros inferiores e superiores), MME, massa isenta de gordura e osso (tronco, membros superiores, inferiores e apendicular), qualidade muscular e aptidão funcional em mulheres idosas destreinadas, de acordo os níveis iniciais de MME (Artigo 1);
- Analisar o impacto da responsividade aos ganhos de MME após 12 semanas de TR sobre a força muscular dinâmica e aptidão funcional em mulheres idosas destreinadas (Artigo 2).

3 HIPÓTESES

Com base nas informações disponíveis na literatura até o presente momento, as principais hipóteses deste estudo são:

- O programa de treinamento resistido acarretará ganhos de MME, massa isenta de gordura e osso (tronco, membros superiores, inferiores e apendicular), aumento da força muscular dinâmica (tronco, membros superiores e inferiores), melhoria na qualidade muscular e aptidão funcional em mulheres idosas destreinadas, sendo que mudanças de maiores magnitudes serão obtidas pelas participantes categorizadas no grupo com os menores valores iniciais de MME (Artigo 1);
- Maiores aumentos de força muscular dinâmica e aptidão funcional serão alcançados por mulheres idosas classificadas como responsivas para MME (Artigo 2).

4 MÉTODOS

4.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

A presente investigação, de delineamento longitudinal, caracteriza-se como um ensaio clínico não-aleatorizado, com grupos em paralelo, sem presença de grupo controle, estruturada com participantes oriundos de quatro coortes (2015, 2017, 2018 e 2019) do *Active Aging Longitudinal Study*, iniciado em 2012, cujos propósitos têm sido analisar a eficácia e eficiência da manipulação de variáveis que compõem programas de TR sobre desfechos neuromusculares, morfológicos, fisiológicos, metabólicos, cognitivos e comportamentais, em mulheres idosas. As coortes escolhidas fazem parte da fase inicial de intervenção (12 semanas) de cada um dos respectivos anos, cujos delineamentos experimentais foram similares.

A duração total do estudo foi de 18 semanas, de fevereiro a junho de cada ano (verão e outono, respectivamente), cujas semanas 1-3 e 16-18 foram destinadas para medidas de força muscular (testes de 1-RM), composição corporal (massa isenta de gordura e osso total, segmentar e MME) e aptidão funcional (testes motores). As semanas 4-15 (12 semanas) foram destinadas à intervenção, composta por um único programa de TR que foi executado com a frequência de três sessões semanais, em dias alternados. Uma representação do desenho experimental é apresentado na Figura 1. Para as análises estabelecidas na presente investigação, as participantes das diferentes coortes foram agrupadas preliminarmente em um único grupo, com base nos valores do índice de massa muscular (IMM), calculado pela razão entre MME e a estatura², na linha de base. A partir daí, as participantes foram separadas em tercís, de acordo com valores do IMM, para comporem um dos três grupos, a saber: tercil inferior (INF), intermediário (INT) e superior (SUP) (Artigo 1). Para a segunda análise, as participantes foram agrupadas novamente e classificadas a partir da responsividade ao ganho de MME após 12 semanas de TR, a saber: não-responsivas (N-RP) ou responsivas (RP) (Artigo 2).

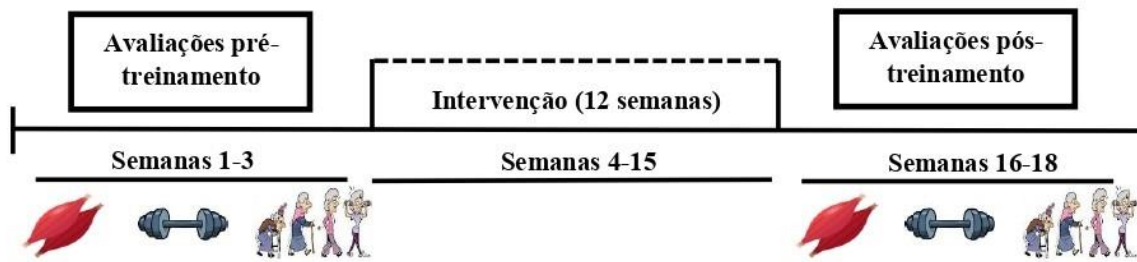


Figura 1. Desenho experimental do estudo.

4.2 PARTICIPANTES

As participantes foram recrutadas utilizando um método de amostragem não probabilística por meio de ampla divulgação, incluindo as mídias sociais (facebook, instagram, twitter e whatsapp). Para serem incluídas no estudo, as interessadas deveriam atender os seguintes critérios de inclusão: (1) possuir idade igual ou superior a 60 anos; (2) ser do sexo feminino e fisicamente independente; (3) não apresentar diagnóstico de disfunção cardíaca; (4) não possuir problemas articulares que pudessem impedir a prática de exercícios físicos ou testes funcionais; (5) não estar sob terapia de reposição hormonal; (6) não estar envolvida com a prática regular e sistematizada de exercícios físicos por mais do que uma vez na semana, ao longo dos últimos três meses anteriores ao início do estudo; (7) possuir experiência auto-relatada de pelo menos três meses com a prática regular de exercícios resistidos; (8) ser liberada sem restrição para a prática de exercícios físicos após avaliação cardiológica. Por outro lado, foram excluídas das análises as participantes enquadradas em pelo menos um dos seguintes critérios: (1) não cumprir aderência mínima de 85% as sessões de TR ou se ausentar por três sessões consecutivas de treino; (2) não cumprir integralmente o cronograma de testes, medidas e avaliações no período programado; (3) iniciar prática regular de outro programa de exercício físico no decorrer do experimento.

Nesse sentido, a amostra inicial foi composta por 273 mulheres idosas (coorte de 2015 = 61, coorte de 2017 = 63, coorte de 2018 = 72 e coorte de 2019 = 67) que atenderam aos critérios de inclusão, concluíram os testes, medidas e avaliações na linha de base e iniciaram o programa de TR. Duzentos e dezoito participantes finalizaram o estudo (coorte de 2015 = 52, coorte de 2017 = 49, coorte de 2018 = 61 e coorte de 2019 = 56). Quarenta e cinco participantes foram excluídas por desistência voluntária e ou não atendimento ao número de sessões de TR previamente estabelecido devido a motivos pessoais, falta de tempo disponível para o treinamento, viagens, problemas de saúde ou cirurgias não relacionadas à prática de TR. Outras

49 participantes foram excluídas das análises devido a ausência em testes, medidas e/ou avaliações. Por fim, 69 participantes foram excluídas por não possuírem experiência prévia em TR antes da intervenção. Portanto, 106 participantes compuseram a amostra deste estudo. O fluxograma do estudo é apresentado na Figura 2.

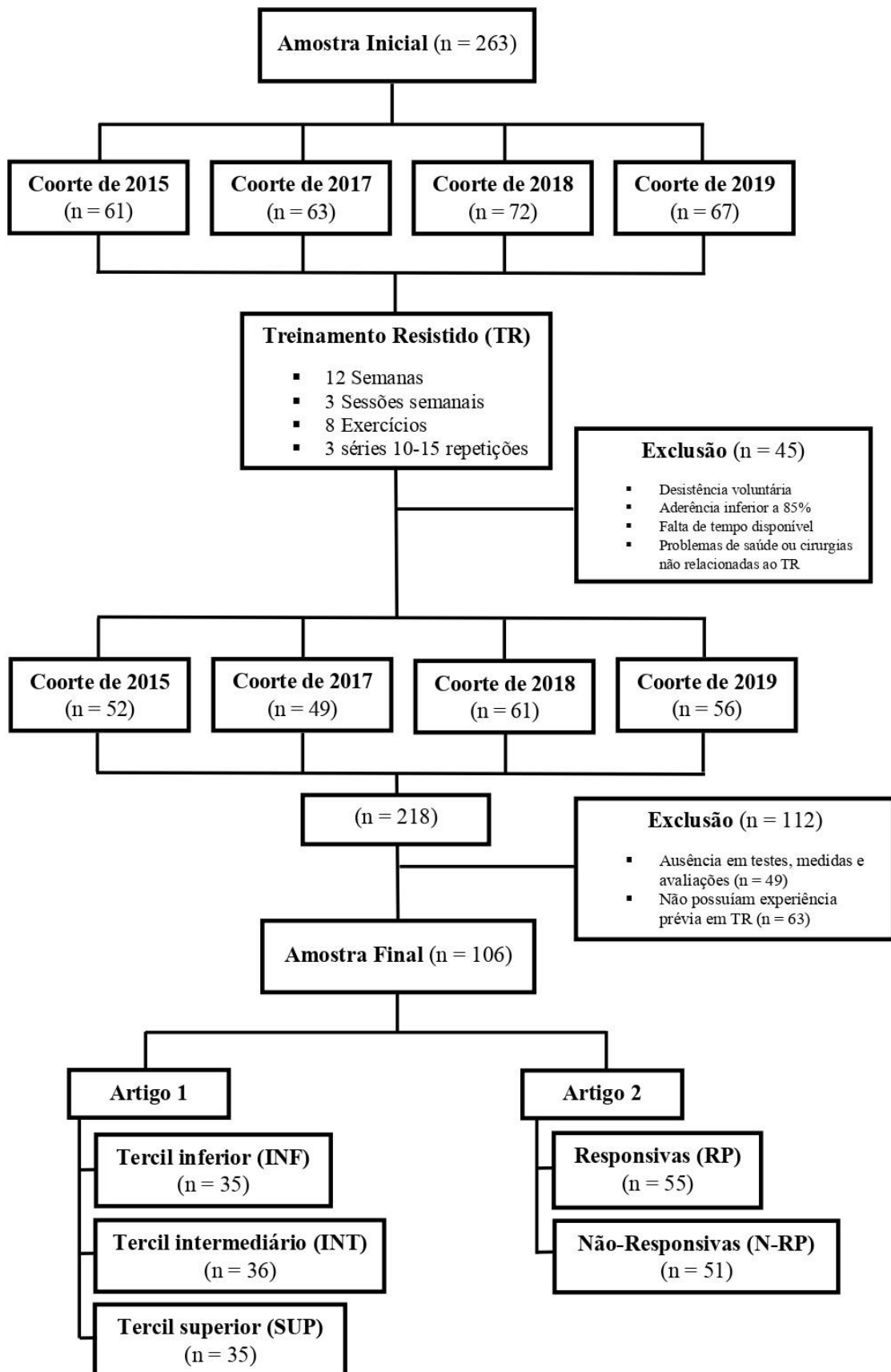


Figura 2. Fluxograma do estudo.

O cálculo de tamanho amostral a priori foi realizado no software GPower 3.1.9.4 considerando a família de testes F, a análise de variância (ANOVA) de dois fatores para medidas repetidas como teste estatístico, um poder estatístico de 80%, α de 0,05, sendo adotada como variável critério a massa isenta de gordura e osso (MIGO), com um tamanho de efeito de 0,36, a partir de informações disponíveis na literatura (THOMAS et al., 2021). Foi determinado um delineamento experimental de três grupos (Artigo 1) e dois grupos (Artigo 2) com duas medidas repetidas (pré e pós-treinamento). Dessa forma, uma amostra total de no mínimo 78 participantes (26 para cada grupo experimental) foi indicada como necessária para atender o delineamento experimental adotado na primeira análise (Artigo 1). Para a segunda análise, foi indicada como necessária uma amostra total de no mínimo 64 participantes (32 para cada grupo experimental) (Artigo 2). Todas as participantes foram previamente esclarecidas sobre as finalidades do estudo e procedimentos aos quais seriam submetidas e assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A). Este estudo foi realizado de acordo com a Declaração de Helsinque e os projetos que deram origem as coortes investigadas foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina (Anexo A).

4.3 MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS

Medidas de massa corporal e estatura foram obtidas a partir de procedimentos previamente descritos na literatura (GORDON; CHUMLEA; ROCHE, 1988). A massa corporal foi mensurada em uma balança de leitura digital Balmak, modelo Classe III (Balmak Indústria e Comércio Ltda, Santa Bárbara d'Oeste, SP, Brasil), com escala de 0,1 kg, ao passo que a estatura foi determinada por meio de um estadiômetro acoplado à mesma, com escala de 0,1 cm. As participantes foram instruídas previamente a ir ao exame trajando roupas leves e retirar seus calçados durante a avaliação. A partir dessas medidas foi calculado o índice de massa corporal (IMC), por meio da razão entre a massa corporal e o quadrado da estatura, sendo a massa corporal expressa em quilogramas (kg) e a estatura em metros (m).

4.4 MASSA ISENTA DE GORDURA E OSSO

A massa isenta de gordura e osso (MIGO) foi estimada a partir de exames de absorptometria radiológica de dupla energia (DXA) de corpo inteiro realizados em um equipamento Lunar Prodigy (GE Healthcare, Madison, WI, USA). A calibração do equipamento e análise dos exames foi realizada por uma profissional de radiologia seguindo

as recomendações do fabricante. As avaliações foram realizadas com as participantes posicionadas em decúbito dorsal sobre a mesa do equipamento, com os braços afastados do tronco ao lado do corpo, com as mãos em pronação e os pés unidos por uma faixa. As participantes foram instruídas a permanecer imóveis durante todo o procedimento. Uma representação morfológica de cada participante foi gerada pelo software, com a cabeça e os membros separados do tronco por linhas padrões geradas pelo próprio equipamento, sendo assim possível estimar a MIGO de tronco (MIGO-TR), membros superiores (MIGO-MS), inferiores (MIGO-MI), total (MIGO-TT) e apendicular (MIGO-APD), calculada pela somatória da MIGO-MS e MIGO-MI. Para garantir a qualidade dos testes, todas as participantes foram instruídas previamente a irem ao exame trajando roupas leves e retirarem quaisquer objetos e acessórios metálicos que pudessem influenciar nos exames. A massa muscular esquelética foi calculada a partir da equação proposta por Kim et al. (2002), cujas variáveis idade e sexo (0 = mulheres) são incluídas no modelo, a saber:

$$\text{MME (kg)} = [1,13 * (\text{MIGO-MS} + \text{MIGO-MI})] - (0,02 * \text{idade}) + (0,61 * \text{sexo}) + 0,97$$

Com base em exames anteriores do nosso laboratório, a partir de análises teste-reteste para avaliação da reprodutibilidade das medidas, um coeficiente de correlação intraclassa (CCI) de 0,995 e um erro padrão da medida (EPM) de 0,290 kg foi obtido para MME. Para este estudo, o ponto de corte para responsividade foi estabelecido como 0,580 kg (2*EPM) (HOPKINS, 2000). Portanto, as participantes que ultrapassaram esse ponto de corte foram classificadas como responsivas (RP), enquanto as demais foram classificadas como não-responsivas (N-RP). Os valores de EPM foram considerados reduzidos enquanto os valores de CCI foram considerados elevados para as variáveis MIGO-TR (EPM = 0,25 kg; CCI = 0,993), MIGO-MS (EPM = 0,09 kg; CCI = 0,986), MIGO-MI (EPM = 0,19 kg; CCI = 0,99), MIGO-APD (EPM = 0,19 kg; CCI = 0,995) e MIGO-TT (EPM = 0,38 kg; CCI = 0,996).

4.5 FORÇA MUSCULAR DINÂMICA

A força muscular dinâmica máxima foi estimada por meio do teste de uma repetição máxima (1RM) em três exercícios (supino vertical, cadeira extensora e rosca *scott*, respectivamente). Os testes foram conduzidos no período da manhã, em três dias alternados, conforme recomendações da literatura (AMARANTE DO NASCIMENTO et al., 2013). Para garantir a qualidade dos testes e segurança física das participantes, todas foram previamente instruídas por profissionais de Educação Física, com experiência na aplicação desses testes,

sobre todos os procedimentos e técnicas de execução a serem exigidas em cada exercício. Todas as sessões foram supervisionadas por dois avaliadores em cada exercício.

O teste de 1RM foi precedido por uma série de aquecimento (6 a 10 repetições) com aproximadamente 50% da carga estimada para a primeira tentativa, em cada um dos três exercícios adotados. O teste foi iniciado após dois minutos de intervalo entre o aquecimento e a primeira tentativa. As participantes foram submetidas a três tentativas em cada exercício, com intervalo de três a cinco minutos entre elas. O intervalo adotado para transição entre os exercícios foi de cinco minutos. As participantes foram orientadas para tentarem completar duas repetições em cada tentativa. Nas situações nas quais uma ou duas repetições foram completadas com sucesso a carga foi aumentada de 3 a 10% para a próxima tentativa. Por outro lado, a carga foi reduzida na mesma proporção quando nenhuma repetição foi completada corretamente. As participantes foram incentivadas verbalmente ao longo do teste. O valor de 1RM em cada exercício foi registrado como a máxima carga levantada nas três sessões de testes, a partir da realização de uma única ação muscular voluntária máxima, nas fases concêntrica e excêntrica. A somatória da carga total levantada (CTL) nos três exercícios foi utilizada como parâmetro de força muscular total. Valores de EPM e CCI foram obtidos para o supino vertical (EPM = 1,7 kg; CCI = 0,98), cadeira extensora (EPM = 2,0 kg; CCI = 0,97) e rosca *scott* (EPM = 0,4 kg; CCI = 0,99).

4.6 ÍNDICE DE QUALIDADE MUSCULAR

O índice de qualidade muscular (IQM) regional e total foi determinado de acordo com as recomendações de Fragala, Kenny e Kuchel (2015), a partir da divisão da carga obtida nos testes de 1RM pela MIGO de tronco (IQM-TR), membros superiores (IQM-MS), inferiores (IQM-MI) e total (IQM-TT), da seguinte forma:

$$\text{IQM-TR} = \text{1RM supino vertical (kg)} / \text{MIGO-TR (kg)}$$

$$\text{IQM-MS} = \text{1RM rosca } \textit{scott} \text{ (kg)} / \text{MIGO-MS (kg)}$$

$$\text{IQM-MI} = \text{1RM cadeira extensora (kg)} / \text{MIGO-MI (kg)}$$

$$\text{IQM-TT} = \text{CTL (kg)} / \text{MIGO-TT (kg)}$$

4.7 APTIDÃO FUNCIONAL

A avaliação da aptidão funcional foi realizada a partir de um conjunto de quatro testes motores adaptados da bateria Senior Fitness Test (RIKLI; JONES, 2013) conduzidos na

seguinte ordem: flexão de cotovelo (FLC), levantar da cadeira e caminhar (LCC), sentar e levantar (SEL) e caminhada de seis minutos (TC6min).

Todos os testes foram realizados na quadra poliesportiva do Centro de Educação Física e Esporte (CEFE), na Universidade Estadual de Londrina (UEL). Para o teste de FLC foi utilizada uma cadeira com encosto reto (sem braços) e um halter de 2 kg, posicionado na mão dominante. As participantes foram posicionadas na cadeira, com as costas retas apoiadas no encosto e os pés totalmente encostados no solo, com o lado dominante do corpo perto da lateral da cadeira. O maior número possível de repetições para o movimento de flexão de cotovelo (com amplitude total de movimento) foi executado durante 30 s. A quantidade total de repetições executadas de forma adequada foi registrada. Para a realização do teste de LCC foi utilizada uma cadeira com encosto reto e um cone posicionado à uma distância de 2,44 m, da ponta da cadeira até a parte anterior do cone. A cadeira foi posicionada de forma a permanecer em contato com uma parede a pelo menos 1,22 m de distância livre em volta do cone, permitindo a participante caminhar livremente pelo espaço. O teste foi iniciado com a avaliada sentada na cadeira, com as costas apoiadas no encosto, os pés totalmente encostados no solo e as mãos sobre a coxa. Ao sinal do avaliador, a participante foi orientada para levantar, caminhar, contornar o cone, retornar em sentido à cadeira e sentar. Todas participantes foram instruídas a realizar o trajeto o mais rápido possível e sem correr. O tempo gasto na tarefa desde o momento que a participante começou a levantar da cadeira até sentar na volta foi registrado em segundos em um cronômetro. Três tentativas foram realizadas e o melhor resultado foi adotado. Para o teste de SEL foi utilizado apenas uma cadeira com encosto reto apoiada na parede. As participantes se posicionaram sentadas na cadeira, as costas apoiadas no encosto, pés ao solo e os braços cruzados sobre o tórax. Ao sinal do avaliador, a avaliada foi orientada a se levantar, até ficar completamente na posição ereta, e retornar à posição inicial, repetindo esse movimento o máximo de vezes durante um período de 30 s. A quantidade total de movimentos completos foi registrada. Por fim, o teste de TC6min foi realizado em um percurso retangular de 45,7 m, marcado com fita adesiva em segmentos de 4,57 m de distância. As participantes foram orientadas a caminhar pelo perímetro durante o período de 6 min ininterruptamente. Ao final, a quantidade de voltas concluídas e a distância (m) total percorrida foram registradas. Todas avaliações foram realizadas no período da manhã e conduzidas por profissionais de Educação Física.

4.8 PROGRAMA DE TREINAMENTO RESISTIDO

O programa de TR foi executado na academia de musculação do CEFE/UUEL em uma frequência de três sessões semanais em dias não-consecutivos (segundas, quartas e sextas-feiras), no período matutino, ao longo de 12 semanas. O protocolo de TR foi estruturado de acordo com as recomendações para idosos, visando fortalecimento muscular (ACSM et al., 2009a, 2009b). O programa foi composto por oito exercícios para os diferentes segmentos corporais (membros superiores, inferiores e tronco), incluindo máquinas e pesos livres, realizados na seguinte ordem, a saber: supino vertical, *leg press* horizontal, remada baixa, cadeira extensora, rosca *scott*, cadeira flexora, tríceps *pulley* e panturrilha sentada. As participantes realizaram três séries de 10-15 repetições em cada exercício durante todo o período de treinamento. Adicionalmente, as participantes foram instruídas a inspirarem durante a ação muscular excêntrica e expirarem durante a ação muscular concêntrica em cada exercício, mantendo o tempo sob tensão na proporção de 1:2 s (ação muscular concêntrica e excêntrica, respectivamente). O intervalo de descanso entre as séries foi de um a dois minutos, ao passo que o intervalo de recuperação e transição entre os exercícios foi de dois a três minutos.

A carga de treinamento inicial foi determinada ao longo da primeira semana de treinamento, a partir da experiência prévia dos avaliadores em cada exercício. O ajuste inicial das cargas de treinamento e os reajustes ao longo do período de intervenção foi realizado individualmente em cada exercício, sempre que o limite superior de repetições estabelecido foi atingido (15RM) em duas sessões consecutivas. Nessas situações, os incrementos foram na ordem de 2% a 5% para os exercícios de membros superiores e 5% a 10% para os exercícios de membros inferiores (ACSM et al., 2009b). Por outro lado, quando o limite inferior de repetições não foi atingido (10RM) em pelo menos uma série a carga foi reduzida na mesma proporção. Todas as participantes foram supervisionadas ao longo de cada sessão de treinamento por pelo menos um profissional de Educação Física, em cada exercício, para garantir a segurança e as demais condições estabelecidas para o programa de TR.

4.9 INGESTÃO ALIMENTAR

A ingestão alimentar foi avaliada a partir de recordatórios de 24 horas. As participantes foram entrevistadas por dois profissionais de nutrição para monitoramento dos hábitos alimentares, em dois dias diferentes, priorizando o consumo do meio da semana. Os registros foram realizados em duas visitas ao laboratório nas duas primeiras e nas duas

últimas semanas de intervenção. Para auxiliar no relato da quantidade ingerida de cada alimento, foi utilizado um manual fotográfico dos alimentos e suas medidas caseiras. O valor energético total e a quantidade de macronutrientes ingeridos (proteínas, carboidratos e lipídios) foram calculados a partir de um programa de análise nutricional Avanutri, versão 3.1.0 (Avanutri Processor Nutrition, Rio de Janeiro, RJ, Brasil). A média dos valores obtidos nos registros foi utilizada para análise. As participantes foram instruídas a manter a rotina habitual de consumo alimentar ao longo do estudo.

4.10 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Para a análise da distribuição dos dados das variáveis dependentes foram utilizadas as seguintes distribuições candidatas: normal e gamma, que foram comparadas a partir da análise do gráfico Q-Q e histograma. Equações de estimativas generalizadas (GEE) foram utilizadas para as comparações entre os grupos [Artigo 1 (INF vs. INT vs. SUP) e Artigo 2 (N-RP vs. RP)] ao longo do tempo (pré vs. pós-treinamento), enquanto modelos lineares generalizados (GZLM) foram utilizados para comparar as características gerais da amostra entre os grupos no pré-treinamento, além da mudança percentual ($\Delta\%$) do pré para o pós-treinamento. O delta percentual foi calculado da seguinte forma: $\Delta\% = [(pós - pré) / pré] \times 100$. A ingestão proteica no pré-treinamento (Artigo 1) e a MME no pré-treinamento (Artigo 2) foi utilizada como covariável em ambos modelos. Os modelos foram comparados pelo critério de quase-verossimilhança sob o modelo de independência (QIC), cujo modelo que apresentou menor valor foi selecionado. Nesse sentido, o modelo adotado seguiu as seguintes características: distribuição gamma com função de ligação linear e matriz de covariância não estruturada. O teste post-hoc de Bonferroni foi utilizado para identificar as diferenças quando Wald X^2 alcançou significância estatística. O tamanho do efeito (TE) foi calculado como a média do pós-treinamento menos a média do pré-treinamento, dividido pelo desvio padrão agrupado (COHEN, 1992). Um tamanho do efeito $< 0,20$ foi considerado trivial, de $0,20-0,49$ foi considerado pequeno, $0,50-0,79$ como moderado e $\geq 0,80$ como grande. Todas as análises foram conduzidas no programa estatístico SPSS para Windows, versão 25.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA), com um poder de 80% e uma significância estatística de $P < 0,05$. As Figuras foram confeccionadas no programa GraphPad Prism 8.

5 RESULTADOS

Os resultados do presente estudo foram organizados a partir da redação de dois artigos originais. Para analisar se os valores iniciais de MME poderiam modular as adaptações provenientes do TR, no primeiro artigo as participantes foram separadas em tercis, de acordo com valores do IMM (INF, INT e SUP). No segundo artigo, para investigar se a responsividade aos ganhos de MME após 12 semanas de TR poderia influenciar sobre as alterações em outros parâmetros de saúde do idoso, as participantes foram classificadas em não-responsivas (N-RP) ou responsivas (RP) ao aumento da MME.

Os desfechos primários associados ao TR (força muscular, MME e aptidão funcional) foram avaliados em ambos os artigos, a partir do desempenho em testes de 1RM, testes motores desenvolvidos para a população idosa e da estimativa da MME, por meio de equação específica desenvolvida com base na massa isenta de gordura e osso apendicular determinada por

DEXA

5.1 ARTIGO ORIGINAL 1

OS EFEITOS DO TREINAMENTO RESISTIDO SOBRE A FORÇA MUSCULAR, QUALIDADE MUSCULAR, APTIDÃO FUNCIONAL E HIPERTROFIA MUSCULAR EM MULHERES IDOSAS DESTREINADAS SÃO INFLUENCIADOS PELOS VALORES INICIAIS DE MASSA MUSCULAR ESQUELÉTICA?

RESUMO

Introdução: A massa muscular esquelética (MME) é um componente da composição corporal que exerce importante papel para a saúde, prevenção e controle de diversas doenças. Assim, a redução progressiva da MME durante o envelhecimento pode comprometer, em particular, a produção de força muscular e a autonomia em idosos. Ainda que o treinamento resistido (TR) seja uma estratégia bastante eficaz para a melhoria da MME, força muscular e aptidão funcional, a possível influência dos valores iniciais de MME sobre a magnitude das respostas adaptativas associadas a esse tipo de treinamento ainda não está bem estabelecida. **Objetivo:** Analisar os efeitos de 12 semanas de TR sobre a força muscular dinâmica, qualidade muscular, aptidão funcional e hipertrofia muscular em mulheres idosas destreinadas, de acordo com os valores iniciais de MME. **Métodos:** Cento e seis mulheres (idade = $69,2 \pm 5,6$ anos; massa corporal = $65,5 \pm 12,1$ kg; estatura = $154,6 \pm 6,1$ cm; IMC = $27,29 \pm 4,13$ kg/m²) fisicamente independentes, realizaram um programa de TR para os diferentes segmentos corporais ao longo de 12 semanas (oito exercícios, três séries de 10 a 15 repetições, três sessões semanais). Medidas de força muscular (testes de 1RM), aptidão funcional (testes motores) e massa isenta de gordura e osso (MIGO) foram obtidas pré e pós-intervenção. Adicionalmente, a MME foi estimada a partir da MIGO apendicular por absorptometria radiológica de dupla energia. O índice de qualidade muscular (IQM) foi determinado pela razão entre a força muscular (1RM) e MIGO. Para análise do efeito da MME sobre as respostas adaptativas induzidas pelo TR, a amostra foi dividida em três grupos, de acordo com os tercis de MME relativa à estatura² na linha de base, a saber: tercil inferior (INF, n = 35), intermediário (INT, n = 36) e superior (SUP, n = 35). Equações de estimativas generalizadas (GEE) foram utilizadas para as comparações intra e intergrupos. Modelos lineares generalizados (GZLM) foram utilizados para as comparações das características gerais da amostra entre os grupos no pré-treinamento e a mudança percentual ($\Delta\%$) do pré para o pós-treinamento. A significância estatística estabelecida foi de $P < 0,05$. **Resultados:** Diferenças estatisticamente significantes ($P < 0,05$) foram observadas entre os grupos INF e SUP após 12 semanas de TR, com os maiores tamanho de efeito sendo revelados para o grupo INF na MIGO de membros inferiores (INF = 0,47; INT = 0,40; SUP = 0,19), MIGO apendicular (INF = 0,44; INT = 0,41; SUP = 0,23), MME (INF = 0,44; INT = 0,40; SUP = 0,22), 1RM no supino vertical (INF = 0,83; INT = 0,50; SUP = 0,41), carga total levantada em testes de 1-RM (INF = 0,66; INT = 0,53; SUP = 0,38), IQM de tronco (INF = 0,88; INT = 0,49; SUP = 0,33), IQM total (INF = 0,62; INT = 0,42; SUP = 0,30) e no teste de sentar e levantar (INF = 0,63; INT = 0,48; SUP = 0,08). Aumentos estatisticamente significantes ($P < 0,05$) foram encontradas para MIGO de membros superiores (INF = 0,27; INT = 0,33; SUP = 0,27), MIGO total (INF = 0,25; INT = 0,20; SUP = 0,12), 1RM na rosca *scott* (INF = 0,86; INT = 1,03; SUP = 1,07), IQM de membros superiores (INF = 0,69; INT = 0,65; SUP = 0,74) e no teste de caminhada de 6 min (INF = 0,34; INT = 0,63; SUP = 0,51), sem diferenças entre os grupos ($P > 0,05$). Em contrapartida, não foram identificadas mudanças estatisticamente significantes intra e intergrupos ($P > 0,05$) para MIGO de tronco (INF = 0,06; INT = 0,01; SUP = 0,02), 1RM na cadeira extensora (INF = 0,21; INT = 0,25; SUP = 0,02), IQM de membros inferiores (INF = -0,01; INT = 0,06; SUP = -0,05), teste de flexão de cotovelo (INF = 0,35; INT = 0,36; SUP = 0,24) e no teste de levantar da cadeira e caminhar (INF = -0,14; INT = -0,26; SUP = -0,39). **Conclusão:** Os resultados sugerem que o comportamento da força muscular dinâmica, qualidade muscular, aptidão funcional e hipertrofia muscular após 12 semanas de TR pode ser influenciado pelos níveis iniciais de MME em mulheres idosas previamente destreinadas, com as maiores respostas adaptativas sendo encontradas no tercil inferior para a maioria das variáveis analisadas.

Palavras-chave: treinamento de força, capacidade funcional, envelhecimento.

ABSTRACT

Introduction: Skeletal muscle mass (SMM) is a component of body composition that plays an important role in health, prevention and control of various diseases. Thus, the progressive reduction in SMM during aging can compromise, in particular, the production of muscular strength and autonomy in the older adults. Although resistance training (RT) is a very effective strategy for improving SMM, muscle strength and functional fitness, the possible influence of initial SMM values on the magnitude of adaptive responses associated with this type of training is not well established. **Objective:** To analyze the effects of 12 weeks of RT on dynamic muscular strength, muscle quality, functional fitness and muscle hypertrophy in detrained older women, according to initial values of SMM. **Methods:** One hundred and six women (age = 69.2 ± 5.6 years, body mass = 65.5 ± 12.1 kg, height = 154.6 ± 6.1 cm, BMI = 27.29 ± 4.13 kg/m²) physically independent, performed a RT program for the different body segments over 12 weeks (eight exercises, three sets of 10 to 15 repetitions, three weekly sessions). Measures of muscular strength (1RM tests), functional fitness (motor tests) and lean soft tissue (LST) were obtained pre and post-intervention. Additionally, the SMM was estimated from the appendicular LST by dual energy radiological absorptiometry. The muscle quality index (MQI) was determined by the ratio between muscular strength (1RM) and LST. To analyze the effect of SMM on RT-induced adaptive responses, the sample was divided into three groups, according to the tertiles of SMM relative to height² at baseline, namely: lower tertile (LWR, n = 35), middle (MID, n = 36) and upper (UPP, n = 35). Generalized estimating equations (GEE) were used for intra and inter-group comparisons. Generalized linear models (GZLM) were used to compare the general characteristics of the sample between the groups in the pre-training and the percentage change ($\Delta\%$) from pre to post-training. The statistical significance established was $P < 0.05$. **Results:** Statistically significant differences ($P < 0.05$) were observed between the LWR and UPP groups after 12 weeks of RT, with the largest effect sizes being revealed for the LWR group in the lower limbs LST (LWR = 0.47, MID = 0.40, UPP = 0.19), appendicular LST (LWR = 0.44, MID = 0.41, UPP = 0.23), SMM (LWR = 0.44, MID = 0.40, UPP = 0.22), 1RM values in chest press (LWR = 0.83, MID = 0.50, UPP = 0.41), total load lifted in 1-RM tests (LWR = 0.66, MID = 0.53, UPP = 0.38), trunk MQI (LWR = 0.88, MID = 0.49, UPP = 0.33), total MQI (LWR = 0.62, MID = 0.42, UPP = 0.30) and 30-s chair stand (LWR = 0.63, MID = 0.48, UPP = 0.08). Statistically significant increases ($P < 0.05$) were found for upper limbs LST (LWR = 0.27, MID = 0.33, UPP = 0.27), total LST (LWR = 0.25, MID = 0.20, UPP = 0.12), 1RM values in preacher curl (LWR = 0.86, MID = 1.03, UPP = 1.07), upper limbs MQI (LWR = 0.69, MID = 0.65, UPP = 0.74) and 6 min walk (LWR = 0.34, MID = 0.63, UPP = 0.51), without differences between groups ($P > 0.05$). In contrast, no statistically significant changes were identified intra and intergroups ($P > 0.05$) for trunk LST (LWR = 0.06, MID = 0.01, UPP = 0.02), 1RM values in leg extension (LWR = 0.21, MID = 0.25, UPP = 0.02), lower limbs MQI (LWR = -0.01, MID = 0.06, UPP = -0.05), elbow flexion (LWR = 0.35, MID = 0.36, UPP = 0.24) and 8-foot up-and-go (LWR = -0.14, MID = -0.26, UPP = -0.39). **Conclusion:** The results suggest that the behavior of dynamic muscular strength, muscle quality, functional fitness and muscle hypertrophy after 12 weeks of RT can be influenced by the initial values of SMM in previously detrained older women, with the greatest adaptive responses being found in the lower tertile for most of the analyzed variables.

Keywords: strength training, functional capacity, aging.

INTRODUÇÃO

A massa muscular esquelética (MME) é um importante componente da composição corporal, sobretudo, na população idosa, uma vez que contribui para o aumento da atividade física habitual e, conseqüentemente, para o controle de peso, bem como para prevenção ou controle de diabetes tipo 2, hipertensão, dislipidemia, doença arterial coronariana, alguns tipos de câncer, entre outras doenças crônico-degenerativas (PEDERSEN, 2009). Portanto, maiores níveis de MME estão associados a um melhor quadro clínico de saúde, bem como a uma maior autonomia para a realização das atividades básicas de vida diária, como sentar e levantar de uma cadeira, subir e descer escadas, caminhar e transportar objetos (JANSSEN et al., 2004).

Em contrapartida, a redução acentuada da MME durante o envelhecimento pode contribuir, sobretudo, para o desenvolvimento de sarcopenia, uma síndrome muscular esquelética que está relacionada a redução da função física, a um maior risco de quedas, fraturas e mortalidade (BISCHOFF-FERRARI et al., 2015; DE BUYSER et al., 2016). Adicionalmente, uma série de modificações estruturais e neuromusculares podem ser observadas, resultando em declínio da qualidade muscular (QM) (FRAGALA; KENNY; KUCHEL, 2015), ou seja, capacidade de produção de força muscular por área de secção transversa (AST) do músculo esquelético (MITCHELL et al., 2012). Logo, a diminuição da MME pode acarretar comprometimento da aptidão funcional, em virtude de possuir uma estreita relação com a redução da força muscular (FRAGALA et al., 2019), um importante preditor de mortalidade em idosos (GARCÍA-HERMOSO et al., 2018; NEWMAN et al., 2006). Assim, estratégias que favoreçam o desenvolvimento ou a manutenção da MME são fundamentais para a saúde, qualidade de vida e longevidade, em especial, da população idosa.

Ainda que o treinamento resistido (TR) seja uma estratégia eficaz para o aumento da força, potência e resistência muscular e para a preservação ou ganho de MME (ACSM et al., 2009a; FRAGALA et al., 2019), a magnitude das respostas adaptativas parece depender, pelo menos em parte, da manipulação das variáveis de treinamento (ACSM et al., 2009b) e, possivelmente, das condições clínica e física prévias do praticante. Assim, embora o *status* geral de treinamento exerça importante papel nas respostas adaptativas provenientes do TR, cujas adaptações de menor magnitude são observadas a medida que indivíduos se tornam mais treinados (ACSM et al., 2009b; RIBEIRO et al., 2015), a possível influência dos valores iniciais de MME nesse processo ainda não está bem estabelecida pela literatura.

Nesse sentido, Nunes et al. (2020) não observaram associação estatisticamente significativa entre os valores iniciais de MME e as mudanças após submeterem mulheres idosas destreinadas a 24 semanas de TR, embora os valores de MME na linha de base não tenham sido adotados como critério para a composição e análise dos grupos experimentais. Adicionalmente, Mangine et al. (2018) encontraram adaptações similares na força muscular dinâmica e AST do músculo após oito semanas de TR, nos grupos categorizados previamente com “menor” e “maior” AST, em uma amostra de homens adultos treinados. Entretanto, as diferenças na duração dos protocolos de TR adotados pelos dois estudos, as diferentes populações analisadas e o *status* de treinamento das amostras envolvidas, dificultam a interpretação e generalização dos resultados. Portanto, investigações com delineamentos experimentais mais robustos e que adotem os valores iniciais de MME para a categorização dos grupos experimentais podem proporcionar valiosas informações para a compreensão das respostas adaptativas associadas ao TR, sobretudo, em idosos.

Considerando as diferenças na MME entre os sexos, com os menores valores sendo encontrados, em geral, nas mulheres desde a juventude (JANSSEN et al., 2000), e os inúmeros efeitos deletérios atrelados a redução da MME durante o envelhecimento (AVERSA et al., 2019; VERONESE et al., 2019), o objetivo desse estudo foi analisar os efeitos de 12 semanas de TR sobre a força muscular dinâmica, qualidade muscular, aptidão funcional e hipertrofia muscular em mulheres idosas destreinadas, de acordo os níveis iniciais de MME. A hipótese deste estudo foi a de que, embora o TR possa promover uma melhoria significativa nos parâmetros a serem analisados, mudanças de maiores magnitudes devem ser reveladas nas participantes categorizadas no grupo com os menores valores iniciais de MME.

MÉTODOS

Delineamento experimental

A presente investigação, de delineamento longitudinal, caracteriza-se como um ensaio clínico não-aleatorizado, com grupos em paralelo, sem presença de grupo controle, estruturada com participantes oriundos de quatro coortes (2015, 2017, 2018 e 2019) do *Active Aging Longitudinal Study*, iniciado em 2012, cujos propósitos têm sido analisar a eficácia e eficiência da manipulação de variáveis que compõem programas de TR sobre desfechos neuromusculares, morfológicos, fisiológicos, metabólicos, cognitivos e comportamentais, em mulheres idosas. As coortes escolhidas fazem parte da fase inicial de intervenção (12

semanas) de cada um dos respectivos anos, cujos delineamentos experimentais foram similares.

A duração total do estudo foi de 18 semanas, cujas semanas 1-3 e 16-18 foram destinadas para medidas de força muscular (testes de 1-RM), composição corporal (massa isenta de gordura e osso total, segmentar e MME) e aptidão funcional (testes motores). As semanas 4-15 (12 semanas) foram destinadas à intervenção, composta por um único programa de TR que foi executado com a frequência de três sessões semanais, em dias alternados. Para as análises estabelecidas na presente investigação, as participantes das diferentes coortes foram agrupadas preliminarmente em um único grupo, com base nos valores do índice de massa muscular (IMM), calculado pela razão entre MME e a estatura², na linha de base. A partir daí, as participantes foram separadas em tercís, de acordo com valores do IMM, para comporem um dos três grupos, a saber: tercil inferior (INF), intermediário (INT) e superior (SUP).

Participantes

As participantes foram recrutadas utilizando um método de amostragem não probabilística por meio de ampla divulgação, incluindo as mídias sociais (facebook, instagram, twitter e whatsapp). Para serem incluídas no estudo, as interessadas deveriam atender os seguintes critérios de inclusão: (1) possuir idade igual ou superior a 60 anos; (2) ser do sexo feminino e fisicamente independente; (3) não apresentar diagnóstico de disfunção cardíaca; (4) não possuir problemas articulares que pudessem impedir a prática de exercícios físicos ou testes funcionais; (5) não estar sob terapia de reposição hormonal; (6) não estar envolvida com a prática regular e sistematizada de exercícios físicos por mais do que uma vez na semana, ao longo dos últimos três meses anteriores ao início do estudo; (7) possuir experiência auto-relatada de pelo menos três meses com a prática regular de exercícios resistidos; (8) ser liberada sem restrição para a prática de exercícios físicos após avaliação cardiológica. Por outro lado, foram excluídas das análises as participantes enquadradas em pelo menos um dos seguintes critérios: (1) não cumprir aderência mínima de 85% as sessões de TR ou se ausentar por três sessões consecutivas de treino; (2) não cumprir integralmente o cronograma de testes, medidas e avaliações no período programado; (3) iniciar prática regular de outro programa de exercício físico no decorrer do experimento.

Nesse sentido, a amostra inicial foi composta por 273 mulheres idosas (coorte de 2015 = 61, coorte de 2017 = 63, coorte de 2018 = 72 e coorte de 2019 = 67) que atenderam aos

critérios de inclusão, concluíram os testes, medidas e avaliações na linha de base e iniciaram o programa de TR. Duzentos e dezoito participantes finalizaram o estudo (coorte de 2015 = 52, coorte de 2017 = 49, coorte de 2018 = 61 e coorte de 2019 = 56). Quarenta e cinco participantes foram excluídas por desistência voluntária e ou não atendimento ao número de sessões de TR previamente estabelecido devido a motivos pessoais, falta de tempo disponível para o treinamento, viagens, problemas de saúde ou cirurgias não relacionadas à prática de TR. Outras 49 participantes foram excluídas das análises devido a ausência em testes, medidas e/ou avaliações. Por fim, 69 participantes foram excluídas por não possuírem experiência prévia em TR antes da intervenção. Portanto, 106 participantes compuseram a amostra deste estudo.

O cálculo de tamanho amostral a priori foi realizado no software GPower 3.1.9.4 considerando a família de testes F, a análise de variância (ANOVA) de dois fatores para medidas repetidas como teste estatístico, um poder estatístico de 80%, α de 0,05, sendo adotada como variável critério a massa isenta de gordura e osso (MIGO), com um tamanho de efeito de 0,36, a partir de informações disponíveis na literatura (THOMAS et al., 2021). Foi determinado um delineamento experimental de três grupos (INF, INT e SUP) com duas medidas repetidas (pré e pós-treinamento). Dessa forma, uma amostra total de no mínimo 78 participantes (26 para cada um dos três grupos experimentais) foi indicada como necessária para atender o delineamento experimental adotado. Todas as participantes foram previamente esclarecidas sobre as finalidades do estudo e procedimentos aos quais seriam submetidas e assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Este estudo foi realizado de acordo com a Declaração de Helsinque e os projetos que deram origem as coortes investigadas foram aprovados pelo Comitê Local de Ética em Pesquisa com Seres Humanos.

Medidas Antropométricas

Medidas massa corporal e estatura foram obtidas a partir de procedimentos previamente descritos na literatura (GORDON; CHUMLEA; ROCHE, 1988). A massa corporal foi mensurada em uma balança de leitura digital Balmak, modelo Classe III (Balmak Indústria e Comércio Ltda, Santa Bárbara d'Oeste, SP, Brasil), com escala de 0,1 kg, ao passo que a estatura foi determinada por meio de um estadiômetro acoplado à mesma, com escala de 0,1 cm. A partir dessas medidas foi calculado o índice de massa corporal (IMC), por meio da razão entre a massa corporal e o quadrado da estatura, sendo a massa corporal expressa em quilogramas (kg) e a estatura em metros (m).

Massa Isenta de Gordura e Osso

A massa isenta de gordura e osso (MIGO) foi estimada a partir de exames de absorptometria radiológica de dupla energia (DXA) de corpo inteiro realizados em um equipamento Lunar Prodigy (GE Healthcare, Madison, WI, USA). A calibração do equipamento e análise dos exames foi realizada por uma profissional de radiologia seguindo as recomendações do fabricante. As avaliações foram realizadas com as participantes posicionadas em decúbito dorsal sobre a mesa do equipamento, com os braços afastados do tronco ao lado do corpo, com as mãos em pronação e os pés unidos por uma faixa. As participantes foram instruídas a permanecer imóveis durante todo o procedimento. Uma representação morfológica de cada participante foi gerada pelo software, com a cabeça e os membros separados do tronco por linhas padrões geradas pelo próprio equipamento, sendo assim possível estimar a MIGO de tronco (MIGO-TR), membros superiores (MIGO-MS), inferiores (MIGO-MI), total (MIGO-TT) e apendicular (MIGO-APD), calculada pela somatória da MIGO-MS e MIGO-MI. Para garantir a qualidade dos testes, todas as participantes foram instruídas previamente a irem ao exame trajando roupas leves e retirarem quaisquer objetos e acessórios metálicos que pudessem influenciar nos exames. A massa muscular esquelética foi calculada a partir da equação proposta por Kim et al. (2002), cujas variáveis idade e sexo (0 = mulheres) são incluídas no modelo, a saber:

$$\text{MME (kg)} = [1,13 * (\text{MIGO-MS} + \text{MIGO-MI})] - (0,02 * \text{idade}) + (0,61 * \text{sexo}) + 0,97$$

Com base em exames anteriores do nosso laboratório em análises teste-reteste para avaliação da reprodutibilidade das medidas, os valores de erro padrão da medida (EPM) foram considerados reduzidos enquanto os valores do coeficiente de correlação intraclassa (CCI) foram considerados elevados para as variáveis MME (EPM = 0,29 kg; CCI = 0,995), MIGO-TR (EPM = 0,25 kg; CCI = 0,993), MIGO-MS (EPM = 0,09 kg; CCI = 0,986), MIGO-MI (EPM = 0,19 kg; CCI = 0,99), MIGO-APD (EPM = 0,19 kg; CCI = 0,995) e MIGO-TT (EPM = 0,38 kg; CCI = 0,996).

Força Muscular Dinâmica

A força muscular dinâmica máxima foi estimada por meio do teste de uma repetição máxima (1RM) em três exercícios (supino vertical, cadeira extensora e rosca *scott*, respectivamente). Os testes foram conduzidos no período da manhã, em três dias alternados,

conforme recomendações da literatura (AMARANTE DO NASCIMENTO et al., 2013). Para garantir a qualidade dos testes e segurança física das participantes, todas foram previamente instruídas por profissionais de Educação Física, com experiência na aplicação desses testes, sobre todos os procedimentos e técnicas de execução a serem exigidas em cada exercício. Todas as sessões foram supervisionadas por dois avaliadores em cada exercício.

O teste de 1RM foi precedido por uma série de aquecimento (6 a 10 repetições) com aproximadamente 50% da carga estimada para a primeira tentativa, em cada um dos três exercícios adotados. O teste foi iniciado após dois minutos de intervalo entre o aquecimento e a primeira tentativa. As participantes foram submetidas a três tentativas em cada exercício, com intervalo de três a cinco minutos entre elas. O intervalo adotado para transição entre os exercícios foi de cinco minutos. As participantes foram orientadas para tentarem completar duas repetições em cada tentativa. Nas situações nas quais uma ou duas repetições foram completadas com sucesso a carga foi aumentada de 3 a 10% para a próxima tentativa. Por outro lado, a carga foi reduzida na mesma proporção quando nenhuma repetição foi completada corretamente. As participantes foram incentivadas verbalmente ao longo do teste. O valor de 1RM em cada exercício foi registrado como a máxima carga levantada nas três sessões de testes, a partir da realização de uma única ação muscular voluntária máxima, nas fases concêntrica e excêntrica. A somatória da carga total levantada (CTL) nos três exercícios foi utilizada como parâmetro de força muscular total. Valores de EPM e CCI foram obtidos para o supino vertical (EPM = 1,7 kg; CCI = 0,98), cadeira extensora (EPM = 2,0 kg; CCI = 0,97) e rosca *scott* (EPM = 0,4 kg; CCI = 0,99).

Índice de Qualidade Muscular

O índice de qualidade muscular (IQM) regional e total foi determinado de acordo com as recomendações de Fragala, Kenny e Kuchel (2015), a partir da divisão da carga obtida nos testes de 1RM pela MIGO de tronco (IQM-TR), membros superiores (IQM-MS), inferiores (IQM-MI) e total (IQM-TT), da seguinte forma:

$$\text{IQM-TR} = 1\text{RM supino vertical (kg)} / \text{MIGO-TR (kg)}$$

$$\text{IQM-MS} = 1\text{RM rosca scott (kg)} / \text{MIGO-MS (kg)}$$

$$\text{IQM-MI} = 1\text{RM cadeira extensora (kg)} / \text{MIGO-MI (kg)}$$

$$\text{IQM-TT} = \text{CTL (kg)} / \text{MIGO-TT (kg)}$$

Aptidão Funcional

A avaliação da aptidão funcional foi realizada a partir de um conjunto de quatro testes motores adaptados da bateria Senior Fitness Test (RIKLI; JONES, 2013) conduzidos na seguinte ordem: flexão de cotovelo (FLC), levantar da cadeira e caminhar (LCC), sentar e levantar (SEL) e caminhada de seis minutos (TC6min).

Todos os testes foram realizados em quadra poliesportiva. Para o teste de FLC foi utilizada uma cadeira com encosto reto (sem braços) e um halter de 2 kg, posicionado na mão dominante. As participantes foram posicionadas na cadeira, com as costas retas apoiadas no encosto e os pés totalmente encostados no solo, com o lado dominante do corpo perto da lateral da cadeira. O maior número possível de repetições para o movimento de flexão de cotovelo (com amplitude total de movimento) foi executado durante 30 s. A quantidade total de repetições executadas de forma adequada foi registrada. Para a realização do teste de LCC foi utilizada uma cadeira com encosto reto e um cone posicionado à uma distância de 2,44 m, da ponta da cadeira até a parte anterior do cone. A cadeira foi posicionada de forma a permanecer em contato com uma parede a pelo menos 1,22 m de distância livre em volta do cone, permitindo a participante caminhar livremente pelo espaço. O teste foi iniciado com a avaliada sentada na cadeira, com as costas apoiadas no encosto, os pés totalmente encostados no solo e as mãos sobre a coxa. Ao sinal do avaliador, a participante foi orientada para levantar, caminhar, contornar o cone, retornar em sentido à cadeira e sentar. Todas participantes foram instruídas a realizar o trajeto o mais rápido possível e sem correr. O tempo gasto na tarefa desde o momento que a participante começou a levantar da cadeira até sentar na volta foi registrado em segundos. Três tentativas foram realizadas e o melhor resultado foi adotado. Para o teste de SEL foi utilizado apenas uma cadeira com encosto reto apoiada na parede. As participantes se posicionaram sentadas na cadeira, as costas apoiadas no encosto, pés ao solo e os braços cruzados sobre o tórax. Ao sinal do avaliador, a avaliada foi orientada a se levantar, até ficar completamente na posição ereta, e retornar à posição inicial, repetindo esse movimento o máximo de vezes durante um período de 30 s. A quantidade total de movimentos completos foi registrada. Por fim, o teste de TC6min foi realizado em um percurso retangular de 45,7 m, marcado com fita adesiva em segmentos de 4,57 m de distância. As participantes foram orientadas a caminhar pelo perímetro durante o período de 6 min ininterruptamente. Ao final, a quantidade de voltas concluídas e a distância (m) total percorrida foram registradas. Todas avaliações foram realizadas no período da manhã e conduzidas por profissionais de Educação Física.

Programa de Treinamento Resistido

O programa de TR foi executado na academia de musculação do CEFE/UEL em uma frequência de três sessões semanais em dias não-consecutivos (segundas, quartas e sextas-feiras), no período matutino, ao longo de 12 semanas. O protocolo de TR foi estruturado de acordo com as recomendações para idosos, visando fortalecimento muscular (ACSM et al., 2009a, 2009b). O programa foi composto por oito exercícios para os diferentes segmentos corporais (membros superiores, inferiores e tronco), incluindo máquinas e pesos livres, realizados na seguinte ordem, a saber: supino vertical, *leg press* horizontal, remada baixa, cadeira extensora, rosca *scott*, cadeira flexora, tríceps *pulley* e panturrilha sentada. As participantes realizaram três séries de 10-15 repetições em cada exercício durante todo o período de treinamento. Adicionalmente, as participantes foram instruídas a inspirarem durante a ação muscular excêntrica e expirarem durante a ação muscular concêntrica em cada exercício, mantendo o tempo sob tensão na proporção de 1:2 s (ação muscular concêntrica e excêntrica, respectivamente). O intervalo de descanso entre as séries foi de um a dois minutos, ao passo que o intervalo de recuperação e transição entre os exercícios foi de dois a três minutos.

A carga de treinamento inicial foi determinada ao longo da primeira semana de treinamento, a partir da experiência prévia dos avaliadores em cada exercício. O ajuste inicial das cargas de treinamento e os reajustes ao longo do período de intervenção foi realizado individualmente em cada exercício, sempre que o limite superior de repetições estabelecido foi atingido (15RM) em duas sessões consecutivas. Nessas situações, os incrementos foram na ordem de 2% a 5% para os exercícios de membros superiores e 5% a 10% para os exercícios de membros inferiores (ACSM et al., 2009b). Por outro lado, quando o limite inferior de repetições não foi atingido (10RM) em pelo menos uma série a carga foi reduzida na mesma proporção. Todas as participantes foram supervisionadas ao longo de cada sessão de treinamento por pelo menos um profissional de Educação Física, em cada exercício, para garantir a segurança e as demais condições estabelecidas para o programa de TR.

Ingestão Alimentar

A ingestão alimentar foi avaliada a partir de recordatórios de 24 horas. As participantes foram entrevistadas por dois profissionais de nutrição para monitoramento dos hábitos alimentares, em dois dias diferentes, priorizando o consumo do meio da semana. Os registros foram realizados em duas visitas ao laboratório nas duas primeiras e nas duas últimas semanas de intervenção. Para auxiliar no relato da quantidade ingerida de cada alimento, foi utilizado um manual fotográfico dos alimentos e suas medidas caseiras. O valor energético total e a quantidade de macronutrientes ingeridos (proteínas, carboidratos e lipídios) foram calculados a partir de um programa de análise nutricional Avanutri, versão 3.1.0 (Avanutri Processor Nutrition, Rio de Janeiro, RJ, Brasil). A média dos valores obtidos nos registros foi utilizada para análise. As participantes foram instruídas a manter a rotina habitual de consumo alimentar ao longo do estudo.

Tratamento Estatístico

Para a análise da distribuição dos dados das variáveis dependentes foram utilizadas as seguintes distribuições candidatas: normal e gamma, que foram comparadas a partir da análise do gráfico Q-Q e histograma. Equações de estimativas generalizadas (GEE) foram utilizadas para as comparações entre os grupos (INF vs. INT vs. SUP) ao longo do tempo (pré vs. pós-treinamento), enquanto modelos lineares generalizados (GZLM) foram utilizados para comparar as características gerais da amostra entre os tercis no pré-treinamento, além da mudança percentual ($\Delta\%$) do pré para o pós-treinamento. O delta percentual foi calculado da seguinte forma: $\Delta\% = [(pós - pré) / pré] \times 100$. A ingestão proteica no pré-treinamento foi utilizada como covariável em ambos modelos. Os modelos foram comparados pelo critério de quase-verossimilhança sob o modelo de independência (QIC), cujo modelo que apresentou menor valor foi selecionado. Nesse sentido, o modelo adotado seguiu as seguintes características: distribuição gamma com função de ligação linear e matriz de covariância não estruturada. O teste post-hoc de Bonferroni foi utilizado para identificar as diferenças quando Wald X^2 alcançou significância estatística. O tamanho do efeito (TE) foi calculado como a média do pós-treinamento menos a média do pré-treinamento, dividido pelo desvio padrão agrupado (COHEN, 1992). Um tamanho do efeito $< 0,20$ foi considerado trivial, de $0,20-0,49$ foi considerado pequeno, $0,50-0,79$ como moderado e $\geq 0,80$ como grande. Todas as análises foram conduzidas no programa estatístico SPSS para Windows, versão 25.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA), com um poder de 80% e uma significância estatística de $P < 0,05$. As Figuras foram confeccionadas no programa GraphPad Prism 8.

RESULTADOS

As características gerais da amostra na linha de base são apresentadas na Tabela 1. Diferenças estatisticamente significantes ($P < 0,05$) foram observadas entre os grupos para todas as variáveis analisadas, com o grupo SUP apresentando maior massa corporal, IMC, MIGO-APD, MIGO-TT, MME, IMM e IMMA. Por outro lado, o grupo INT apresentou maior estatura ($P < 0,05$), enquanto o grupo INF apresentou maior idade média ($P < 0,05$) que os demais. A Tabela 2 apresenta as informações referentes ao consumo energético total e de macronutrientes. Não foi observado efeito principal do tempo ou interação grupo vs. tempo para nenhuma das variáveis após 12 semanas de TR ($P > 0,05$).

Os resultados da MIGO regional e apendicular são apresentados na Tabela 3. Um efeito de interação grupo vs. tempo ($P < 0,05$) foi observado para MIGO-MI, no qual o grupo INF apresentou aumento superior ao grupo SUP (INF = 5,2%, INT = 4,1% e SUP = 1,8%). Da mesma forma, embora não tenha sido encontrado interação grupo vs. tempo ($P > 0,05$) para MIGO-APD, um maior aumento ($P < 0,05$) foi encontrado para o grupo INF quando comparado ao grupo SUP (INF = 4,9%, INT = 4,1% e SUP = 2,1%). Com relação a MIGO-MS um efeito principal do tempo ($P < 0,05$) foi identificado em todos os grupos (INF = 4,2%, INT = 4,0% e SUP = 3,1%), embora sem diferenças entre eles ($P > 0,05$). Por fim, nenhuma diferença estatisticamente significativa ($P > 0,05$) foi revelada entre os grupos para MIGO-TR após 12 semanas de TR (INF = 0,6%, INT = 0,1% e SUP = 0,4%).

A Figura 1 ilustra o comportamento da MIGO-TT e da MME. Para MIGO-TT foi encontrado um efeito principal do tempo ($P < 0,05$), embora ganhos significantes tenham sido revelados somente para os grupos INF e INT (INF = 2,5% e INT = 1,9%), sem diferenças entre os grupos ($P > 0,05$). Comportamento similar foi encontrado para MME, revelando efeito principal do tempo ($P < 0,05$), novamente com ganhos significantes somente para os grupos INF e INT (INF = 5,0%, INT = 4,1% e SUP = 2,1%).

Considerando os pontos de corte previamente estabelecidos na literatura para diagnóstico de sarcopenia em mulheres (CRUZ-JENTOFT et al., 2019), 29 (82,9%) participantes do grupo INF e seis (16,7%) do grupo INT apresentavam ao início do estudo valores de MIGO-APD inferiores ao ponto de corte (< 15 kg). Da mesma forma, em relação ao IMMA, 23 (65,7%) participantes do grupo INF apresentavam valores inferiores ao esperado ($< 6,0$ kg/m²).

Tabela 1. Características gerais da amostra de acordo com os grupos no pré-treinamento (n = 106).

Variáveis	INF (n = 35)	INT (n = 36)	SUP (n = 35)	Total (n = 106)	P
Idade (anos)	71,2 ± 5,4 (69,4; 73,0)	67,4 ± 5,2 (65,8; 69,1) ^a	69,1 ± 5,3 (67,4; 70,9)	69,2 ± 5,6 (68,2; 70,3)	< 0,05
Massa corporal (kg)	56,8 ± 9,0 (53,8; 59,8)	67,8 ± 10,7 (64,3; 71,3) ^a	71,9 ± 11,4 (68,1; 75,6) ^a	65,5 ± 12,1 (63,2; 67,9)	< 0,001
Estatura (cm)	152,6 ± 5,7 (150,7; 154,4)	156,9 ± 5,8 (155,0; 158,8) ^a	154,4 ± 5,7 (152,5; 156,3)	154,6 ± 6,1 (153,5; 155,8)	< 0,01
IMC (kg/m ²)	24,31 ± 3,08 (23,29; 25,33)	27,53 ± 3,49 (26,39; 28,67) ^a	30,02 ± 3,81 (28,76; 31,28) ^{a, b}	27,29 ± 4,13 (26,49; 28,08)	< 0,001
MIGO-APD (kg)	13,6 ± 1,3 (13,2; 14,1)	16,3 ± 1,6 (15,8; 16,8) ^a	18,0 ± 1,7 (17,5; 18,6) ^{a, b}	16,0 ± 2,4 (15,5; 16,5)	< 0,001
MIGO-TT (kg)	30,4 ± 2,8 (29,5; 31,4)	35,4 ± 3,2 (34,3; 36,4) ^a	38,6 ± 3,5 (37,4; 39,7) ^{a, b}	34,8 ± 4,7 (33,9; 35,7)	< 0,001
MME (kg)	14,9 ± 1,5 (14,5; 15,4)	18,1 ± 1,8 (17,5; 18,6) ^a	20,0 ± 2,0 (19,3; 20,6) ^{a, b}	17,7 ± 2,7 (17,1; 18,2)	< 0,001
IMM (kg/m ²)	6,40 ± 0,33 (6,29; 6,51)	7,33 ± 0,38 (7,20; 7,45) ^a	8,36 ± 0,43 (8,22; 8,50) ^{a, b}	7,36 ± 0,89 (7,19; 7,53)	< 0,001
IMMA (kg/m ²)	5,84 ± 0,29 (5,74; 5,94)	6,62 ± 0,33 (6,51; 6,73) ^a	7,55 ± 0,37 (7,43; 7,67) ^{a, b}	6,67 ± 0,78 (6,52; 6,82)	< 0,001

Nota. INF = tercil inferior, INT = tercil intermediário, SUP = tercil superior, IMC = índice de massa corporal, MIGO = massa isenta de gordura e osso, MIGO-APD = MIGO apendicular, MIGO-TT = MIGO total, MME = massa muscular esquelética, IMM = índice de massa muscular, IMMA = índice de massa muscular apendicular. Dados apresentados em média, desvio padrão e intervalo de confiança (IC95%). ^a P < 0,05 vs. INF e ^b P < 0,05 vs. INT.

Tabela 2. Ingestão energética e de macronutrientes nas duas primeiras e nas duas últimas semanas de intervenção (n = 106).

Variáveis	INF (n = 35)	INT (n = 36)	SUP (n = 35)	Efeitos	P
Carboidratos (g/kg/d)				Grupo	< 0,001
Pré	4,07 ± 0,76 (3,82; 4,32)	3,41 ± 0,64 (3,20; 3,62) ^a	3,36 ± 0,85 (3,07; 3,64) ^a	Tempo	0,29
Pós	4,05 ± 0,99 (3,72; 4,37)	3,50 ± 0,68 (3,27; 3,72)	3,49 ± 0,98 (3,16; 3,81)	Interação	0,67
Proteínas (g/kg/d)				Grupo	< 0,01
Pré	1,18 ± 0,20 (1,11; 1,25)	1,03 ± 0,24 (0,96; 1,11)	1,02 ± 0,24 (0,94; 1,10) ^a	Tempo	0,38
Pós	1,17 ± 0,21 (1,10; 1,24)	1,03 ± 0,19 (0,97; 1,10)	1,00 ± 0,25 (0,91; 1,08)	Interação	0,86
Lipídios (g/kg/d)				Grupo	< 0,001
Pré	0,99 ± 0,22 (0,92; 1,07)	0,82 ± 0,15 (0,77; 0,87) ^a	0,83 ± 0,22 (0,76; 0,91) ^a	Tempo	0,14
Pós	0,96 ± 0,23 (0,89; 1,04)	0,77 ± 0,15 (0,72; 0,82)	0,84 ± 0,22 (0,77; 0,92)	Interação	0,22
Energia (kcal/kg/d)				Grupo	< 0,001
Pré	29,94 ± 5,00 (28,29; 31,60)	25,19 ± 3,94 (23,90; 26,47) ^a	25,01 ± 5,65 (23,14; 26,88) ^a	Tempo	0,95
Pós	29,53 ± 5,23 (27,80; 31,27)	25,02 ± 3,80 (23,78; 26,26)	25,54 ± 6,16 (23,50; 27,58)	Interação	0,43

Nota. INF = tercil inferior, INT = tercil intermediário, SUP = tercil superior. Dados apresentados em média, desvio padrão e intervalo de confiança (IC95%). ^a P < 0,05 vs. INF (pré).

Tabela 3. Massa isenta de gordura e osso regional e apendicular antes e após 12 semanas de treinamento resistido em mulheres idosas destreinadas (n = 106). Dados apresentados em média, desvio padrão e intervalo de confiança (IC95%).

Variáveis	INF (n = 35)	INT (n = 36)	SUP (n = 35)	Efeitos	P	0
MIGO-MS (kg)						1
Pré	3,5 ± 0,4 (3,3; 3,6)	4,1 ± 0,4 (4,0; 4,2) ^a	4,4 ± 0,4 (4,2; 4,5) ^{a, b}	Grupo	< 0,001	2
Pós	3,6 ± 0,4 (3,5; 3,7) ^c	4,2 ± 0,4 (4,1; 4,4) ^c	4,5 ± 0,5 (4,4; 4,7) ^c	Tempo	< 0,001	
Δ (IC95%)	+ 0,13 (0,06; 0,20)	+ 0,16 (0,07; 0,25)	+ 0,13 (0,04; 0,23)	Interação	0,70	
TE	0,27	0,33	0,27			
MIGO-TR (kg)						
Pré	17,1 ± 1,7 (16,6; 17,7)	18,9 ± 1,6 (18,4; 19,5) ^a	20,3 ± 1,9 (19,7; 20,9) ^{a, b}	Grupo	< 0,001	
Pós	17,3 ± 1,9 (16,6; 17,9)	18,9 ± 1,8 (18,4; 19,5)	20,4 ± 1,8 (19,8; 20,9)	Tempo	0,56	
Δ (IC95%)	+ 0,12 (- 0,34; 0,57)	+ 0,003 (- 0,45; 0,46)	+ 0,04 (- 0,44; 0,52)	Interação	0,87	
TE	0,06	0,01	0,02			
MIGO-MI (kg)						
Pré	10,5 ± 1,0 (10,1; 10,8)	12,1 ± 1,0 (11,8; 12,4) ^a	13,5 ± 1,2 (13,1; 13,8) ^{a, b}	Grupo	< 0,001	
Pós	11,0 ± 1,2 (10,6; 11,4) ^c	12,6 ± 0,9 (12,3; 12,9) ^c	13,7 ± 1,3 (13,2; 14,1)	Tempo	< 0,001	
Δ (IC95%)	+ 0,55 (0,35; 0,76)	+ 0,47 (0,22; 0,73)	+ 0,22 (- 0,10; 0,55)	Interação	< 0,05	
TE	0,47	0,40	0,19			
MIGO-APD (kg)						
Pré	13,9 ± 1,3 (13,5; 14,4)	16,2 ± 1,2 (15,8; 16,6) ^a	17,8 ± 1,4 (17,4; 18,3) ^{a, b}	Grupo	< 0,001	
Pós	14,6 ± 1,4 (14,1; 15,1) ^c	16,8 ± 1,2 (16,4; 17,2) ^c	18,2 ± 1,6 (17,7; 18,7)	Tempo	< 0,001	
Δ (IC95%)	+ 0,68 (0,45; 0,92)	+ 0,63 (0,36; 0,91)	+ 0,36 (- 0,02; 0,73)	Interação	0,09	
TE	0,44	0,41	0,23			

Nota. INF = tercil inferior, INT = tercil intermediário, SUP = tercil superior, MIGO = massa isenta de gordura e osso, MIGO-MS = MIGO de membros superiores, MIGO-TR = MIGO de tronco, MIGO-MI = MIGO de membros inferiores, MIGO-APD = MIGO apendicular, TE = tamanho de efeito. Covariáveis do modelo são fixadas no valor da ingestão proteica pré-treinamento (1,08 g/kg/d). ^a P < 0,05 vs. INF (pré-treinamento), ^b P < 0,05 vs. INT (pré-treinamento) e ^c P < 0,05 vs. pré.

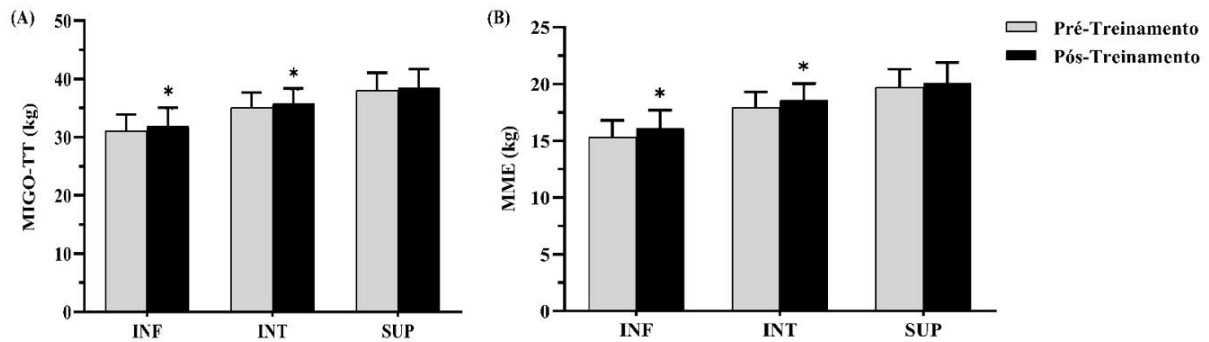


Figura 1. Massa isenta de gordura e osso total (A) e massa muscular esquelética (B) antes e após 12 semanas de treinamento resistido em mulheres idosas destreinadas ($n = 106$). INF = tercil inferior, INT = tercil intermediário, SUP = tercil superior. Dados apresentados em média e desvio padrão. * $P < 0,05$ vs pré.

Os resultados da força muscular dinâmica (1RM) após as 12 semanas de TR são apresentados na Tabela 4. Uma interação grupo vs. tempo ($P < 0,05$) foi observada no exercício supino vertical, no qual o grupo INF apresentou aumento superior ($P < 0,05$) aos grupos INT e SUP (INF = 28,5%, INT = 15,4% e SUP = 11,4%). Um efeito principal do tempo foi verificado para o exercício cadeira extensora após 12 semanas de TR (INF = 6,3%, INT = 5,6% e SUP = 1,3%), sem diferenças entre eles ($P > 0,05$). De forma similar, no exercício rosca scott um efeito principal do tempo ($P < 0,05$) revelou melhoria de desempenho em todos os grupos (INF = 14,1%, INT = 13,6% e SUP = 13,7%), embora sem diferenças entre eles ($P > 0,05$). Para CTL (Figura 2), um efeito principal do tempo ($P > 0,05$) indicou aumento da força muscular em todos os grupos (INF = 15,9%, INT = 10,0% e SUP = 6,8%).

Os resultados do índice de qualidade muscular regional e total após as 12 semanas de TR entre os grupos são apresentados na Tabela 5. Uma interação grupo vs. tempo ($P < 0,05$) foi revelada para IQM-TR, no qual o grupo INF apresentou maior aumento ($P < 0,05$) do que os grupos INT e SUP (INF = 28,2%, INT = 15,7% e SUP = 11,2%). Similarmente, para IQM-TT foi observado um maior aumento ($P < 0,05$) para o grupo INF quando comparado aos demais (INF = 13,1%, INT = 8,1% e SUP = 5,7%). Para IQM-MS um efeito principal do tempo ($P < 0,05$) com uma melhoria sendo identificada em todos os grupos (INF = 9,7%, INT = 9,3% e SUP = 10,5%), embora sem diferenças entre eles ($P > 0,05$). Por fim, nenhuma modificação estatisticamente significante ($P > 0,05$) foi observada para IQM-MI em nenhum dos grupos (INF = 1,3%, INT = 1,6% e SUP = -0,3%).

Tabela 4. Força muscular dinâmica a partir de testes de 1RM antes e após 12 semanas de treinamento resistido em mulheres idosas destreinadas (n = 106).

Variáveis	INF (n = 35)	INT (n = 36)	SUP (n = 35)	Efeitos	P
Supino Vertical (kg)					
Pré	40,2 ± 11,2 (36,5; 43,9)	48,2 ± 13,1 (43,9; 52,5)	52,8 ± 15,3 (47,7; 57,8) ^a	Grupo	< 0,05
Pós	51,0 ± 14,6 (46,1; 55,8) ^c	54,7 ± 13,0 (50,5; 59,0) ^c	58,2 ± 16,5 (52,7; 63,6) ^c	Tempo	< 0,001
Δ (IC95%)	+ 10,77 (6,89; 14,64)	+ 6,54 (1,84; 11,24)	+ 5,40 (1,40; 9,40)	Interação	< 0,05
TE	0,83	0,50	0,41		
Cadeira Extensora (kg)					
Pré	47,2 ± 10,5 (43,7; 50,7)	58,0 ± 11,8 (54,2; 61,9) ^a	64,0 ± 13,9 (59,4; 68,6) ^a	Grupo	< 0,001
Pós	49,7 ± 12,1 (45,7; 53,7)	61,0 ± 13,6 (56,6; 65,5)	64,4 ± 13,5 (60,0; 68,9)	Tempo	< 0,01
Δ (IC95%)	+ 2,49 (-1,20; 6,19)	+ 2,96 (-1,23; 7,16)	+ 0,44 (-3,22; 4,10)	Interação	0,34
TE	0,21	0,25	0,02		
Rosca Scott (kg)					
Pré	22,8 ± 3,5 (21,7; 24,0)	26,8 ± 4,0 (25,5; 28,1) ^a	28,0 ± 3,2 (27,0; 29,1) ^a	Grupo	< 0,001
Pós	25,8 ± 3,4 (24,7; 27,0) ^c	30,4 ± 5,1 (28,7; 32,1) ^c	31,8 ± 4,0 (30,5; 33,1) ^c	Tempo	< 0,001
Δ (IC95%)	+ 3,00 (1,92; 4,07)	+ 3,61 (2,14; 5,09)	+ 3,74 (2,19; 5,29)	Interação	0,42
TE	0,86	1,03	1,07		

Nota. INF = tercil inferior, INT = tercil intermediário, SUP = tercil superior, TE = tamanho de efeito. Covariáveis do modelo são fixadas no valor da ingestão proteica pré-treinamento (1,08 g/kg/d). Dados apresentados em média, desvio padrão e intervalo de confiança (IC95%). ^aP < 0,05 vs. INF (pré-treinamento) e ^cP < 0,05 vs pré.

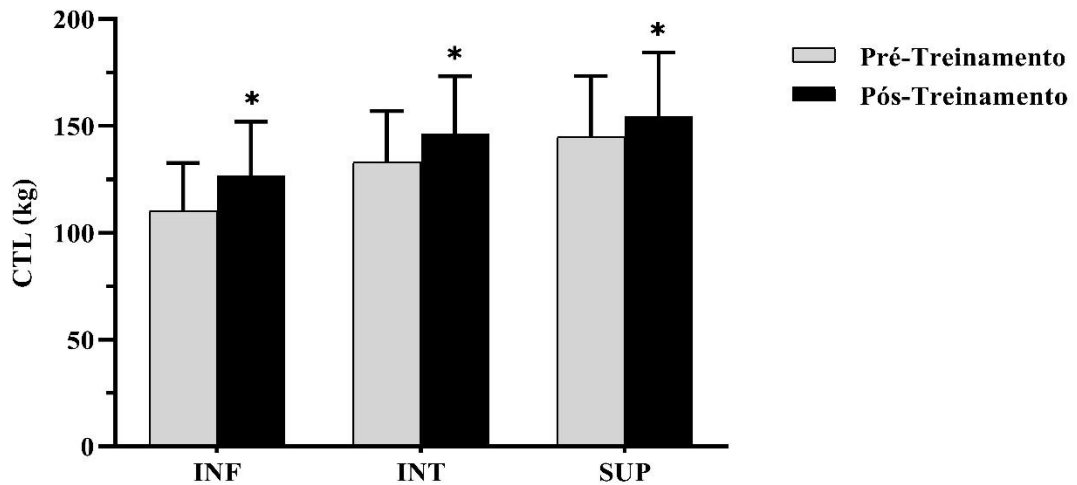


Figura 2. Carga total levantada antes e após 12 semanas de treinamento resistido em mulheres idosas destreinadas ($n = 106$). INF = tercil inferior, INT = tercil intermediário, SUP = tercil superior. Dados apresentados em média e desvio padrão. * $P < 0,05$ vs pré.

Os resultados dos testes motores de aptidão funcional estão apresentados na Tabela 6. Embora nenhuma interação grupo vs. tempo ($P > 0,05$) tenha sido identificada nos quatro testes analisados, um efeito principal do tempo ($P < 0,05$) revelou a melhoria do desempenho nos testes SEL (INF = 14,0%, INT = 7,1% e SUP = 1,7%), TC6min (INF = 4,9%, INT = 9,2% e SUP = 6,8%), FLC (INF = 8,9%, INT = 6,9% e SUP = 6,4%) e LCC (INF = -1,9%, INT = -2,8% e SUP = -3,9%) após 12 semanas de TR.

Para os testes motores de aptidão funcional, a partir da razão entre a distância percorrida e a duração (s) do TC6min, no início do estudo nenhuma das participantes apresentavam velocidade de marcha inferior ao ponto de corte estabelecido (estatura: ≤ 159 cm = $< 0,65$ m/s; > 159 cm = $< 0,76$ m/s). Por outro lado, três (8,6%) participantes do grupo INF, três (8,3%) do grupo INT e três (8,6%) do grupo SUP não completaram a distância de pelo menos 400 m no TC6min. Por fim, no teste de LCC, nenhuma das participantes no início do estudo apresentava desempenho inferior ao esperado (≥ 20 s).

Tabela 5. Índice de qualidade muscular antes e após 12 semanas de treinamento resistido em mulheres idosas destreinadas (n = 106).

Variáveis	INF (n = 35)	INT (n = 36)	SUP (n = 35)	Efeitos	P
IQM-TR					
Pré	2,4 ± 0,7 (2,1; 2,6)	2,6 ± 0,7 (2,3; 2,8)	2,6 ± 0,8 (2,4; 2,9)	Grupo	0,96
Pós	3,0 ± 0,9 (2,7; 3,3) ^c	2,9 ± 0,8 (2,7; 3,2) ^c	2,9 ± 0,8 (2,6; 3,1) ^c	Tempo	< 0,001
Δ (IC95%)	+ 0,65 (0,39; 0,91)	+ 0,36 (0,08; 0,63)	+ 0,24 (0,03; 0,45)	Interação	< 0,05
TE	0,88	0,49	0,33		
IQM-MS					
Pré	6,7 ± 1,0 (6,4; 7,0)	6,6 ± 0,9 (6,3; 6,9)	6,4 ± 0,6 (6,2; 6,6)	Grupo	0,53
Pós	7,3 ± 1,0 (6,9; 7,6) ^c	7,2 ± 1,0 (6,8; 7,5) ^c	7,1 ± 0,9 (6,8; 7,4) ^c	Tempo	< 0,001
Δ (IC95%)	+ 0,61 (0,28; 0,94)	+ 0,58 (0,25; 0,92)	+ 0,65 (0,26; 1,04)	Interação	0,92
TE	0,69	0,65	0,74		
IQM-MI					
Pré	4,5 ± 0,9 (4,2; 4,8)	4,8 ± 0,9 (4,5; 5,1)	4,8 ± 1,1 (4,4; 5,1)	Grupo	0,36
Pós	4,5 ± 1,0 (4,2; 4,9)	4,8 ± 1,1 (4,5; 5,2)	4,7 ± 1,0 (4,4; 5,1)	Tempo	0,99
Δ (IC95%)	- 0,01 (- 0,37; 0,36)	+ 0,06 (- 0,29; 0,42)	- 0,05 (- 0,34; 0,24)	Interação	0,77
TE	- 0,01	0,06	- 0,05		
IQM-TT					
Pré	3,6 ± 0,7 (3,3; 3,8)	3,8 ± 0,7 (3,6; 4,0)	3,8 ± 0,8 (3,6; 4,1)	Grupo	0,66
Pós	4,0 ± 0,8 (3,7; 4,3) ^c	4,1 ± 0,8 (3,8; 4,3) ^c	4,0 ± 0,8 (3,8; 4,3) ^c	Tempo	< 0,001
Δ (IC95%)	+ 0,44 (0,24; 0,65)	+ 0,30 (0,08; 0,52)	+ 0,20 (0,03; 0,38)	Interação	< 0,05
TE	0,62	0,42	0,30		

Nota. INF = tercíl inferior, INT = tercíl intermediário, SUP = tercíl superior, IQM = índice de qualidade muscular, IQM-TR = IQM de tronco, IQM-MS = IQM de membros superiores, IQM-MI = IQM de membros inferiores, IQM-TT = IQM total. Dados apresentados em média, desvio padrão (DP) e intervalo de confiança (IC95%). TE = tamanho de efeito, Δ = diferença média e IC95%. Covariáveis do modelo são fixadas nos seguintes valores: Proteínas pré-treinamento: (1,08 g/kg/d). ^c P < 0,05 vs pré.

Tabela 6. Testes funcionais antes e após 12 semanas de treinamento resistido em mulheres idosas destreinadas (n = 106).

Variáveis	INF (n = 35)	INT (n = 36)	SUP (n = 35)	Efeitos	P
FLC (reps)					
Pré	17,6 ± 3,0 (16,6; 18,6)	18,4 ± 2,8 (17,5; 19,3)	17,8 ± 3,2 (16,7; 18,9)	Grupo	0,30
Pós	18,7 ± 2,4 (17,9; 19,5)	19,5 ± 3,1 (18,5; 20,5)	18,5 ± 2,7 (17,6; 19,4)	Tempo	< 0,01
Δ (IC95%)	+ 1,07 (- 0,43; 2,56)	+ 1,08 (- 0,50; 2,66)	+ 0,72 (- 1,04; 2,48)	Interação	0,88
TE	0,35	0,36	0,24		
LCC (s)					
Pré	6,38 ± 0,91 (6,08; 6,68)	6,25 ± 1,01 (5,92; 6,58)	6,85 ± 1,14 (6,48; 7,23)	Grupo	< 0,05
Pós	6,25 ± 0,87 (5,96; 6,54)	6,00 ± 0,95 (5,69; 6,31)	6,48 ± 1,01 (6,15; 6,81)	Tempo	< 0,01
Δ (IC95%)	- 0,13 (- 0,60; 0,34)	- 0,26 (- 0,62; 0,10)	- 0,38 (- 0,81; 0,05)	Interação	0,53
TE	- 0,14	- 0,26	- 0,39		
SEL (reps)					
Pré	12,9 ± 2,2 (12,1; 13,6)	13,5 ± 1,9 (12,9; 14,2)	13,5 ± 2,1 (12,9; 14,2)	Grupo	0,51
Pós	14,2 ± 2,2 (13,5; 14,9) ^c	14,5 ± 2,4 (13,7; 15,3) ^c	13,7 ± 2,1 (13,1; 14,4)	Tempo	< 0,001
Δ (IC95%)	+ 1,31 (0,34; 2,28)	+ 0,98 (0,01; 1,95)	+ 0,20 (- 0,87; 1,28)	Interação	0,07
TE	0,63	0,48	0,08		
TC6min (m)					
Pré	492,9 ± 60,7 (472,8; 513,0)	496,2 ± 74,6 (471,8; 520,6)	485,0 ± 51,4 (468,0; 502,1)	Grupo	0,55
Pós	514,5 ± 60,4 (494,5; 534,5) ^c	535,7 ± 64,4 (514,7; 556,7) ^c	517,3 ± 65,4 (495,7; 539,0) ^c	Tempo	< 0,001
Δ (IC95%)	+ 21,59 (0,28; 42,89)	+ 39,49 (14,89; 64,09)	+ 32,27 (9,72; 54,83)	Interação	0,26
TE	0,34	0,63	0,51		

Nota. INF = tercil inferior, INT = tercil intermediário, SUP = tercil superior, FLC = teste de flexão de cotovelo, LCC = teste de levantar da cadeira e caminhar, SEL = teste de sentar e levantar, TC6min = teste de caminhada de seis minutos, TE = tamanho de efeito. Covariáveis do modelo são fixadas no valor da ingestão proteica pré-treinamento (1,08 g/kg/d). Dados apresentados em média, desvio padrão e intervalo de confiança (IC95%). ^c P < 0,05 vs pré.

DISCUSSÃO

Os principais achados do presente estudo foram: (a) mudanças de maiores magnitudes para as variáveis MIGO, MME, IQM, força muscular dinâmica e teste de SEL foram encontradas no grupo categorizado com menores valores iniciais de MME (INF); (b) a MME não influenciou a magnitude das respostas com relação as variáveis MIGO-MS, MIGO-TT, 1RM no exercício rosca scott, TC6min e IQM-MS; (c) o TR não proporcionou melhoria entre os grupos na MIGO-TR, 1RM no exercício cadeira extensora, IQM-MI e nos testes de FLC e LCC. Os resultados encontrados confirmam, pelo menos em parte, nossa hipótese, na qual mudanças de maiores magnitudes seriam obtidas pelas participantes categorizadas no grupo com os menores valores iniciais de MME (tercil INF).

Ainda que esteja bem estabelecido que a prática regular de programas de TR é uma estratégia eficaz na melhora da força muscular e MME, até mesmo em idades mais avançadas (FRAGALA et al., 2019; GRGIC et al., 2020), pouco se sabe sobre a possível influência dos valores iniciais de MME sobre a magnitude das respostas adaptativas provenientes do TR. Alguns resultados do nosso estudo divergiram daqueles relatados por Mangine et al. (2018), que ao submeterem homens adultos treinados a oito semanas de TR, previamente categorizados como “menor” e “maior” AST que a média do grupo, observaram adaptações similares na AST da porção superior (peitoral maior + tríceps braquial) e inferior do corpo (reto femoral + vasto lateral). As diferenças podem ser atribuídas ao status de treinamento, em nosso estudo a amostra foi composta por mulheres idosas destreinadas em TR a pelo menos três meses anteriores a intervenção, enquanto Mangine et al. (2018) investigaram homens adultos treinados (± 5 a 6 anos). Nesse sentido, adaptações de menores magnitudes na MME foram reportadas anteriormente em mulheres idosas treinadas em TR comparadas a não-treinadas (RIBEIRO et al., 2015), mostrando que a magnitude das respostas adaptativas ao TR tendem a ser atenuadas ao longo do tempo (ACSM et al., 2009b). Uma possível justificativa poderia ser atribuída a diferenças na capacidade aguda de elevação da síntese proteica, no qual indivíduos sem experiência em TR parecem vivenciar uma maior elevação e período de duração da síntese proteica após uma sessão de treinamento, resultando em um maior acréscimo de proteínas a longo prazo (DAMAS et al., 2015). Ainda, embora Mangine et al. (2018) tenham relatado o tempo de experiência prévia em TR dos participantes, o volume de TR (nº séries) que os sujeitos realizavam anteriormente ao estudo não foi apresentado, o que pode ser um importante fator de confusão para desenhos experimentais com indivíduos treinados, visto que alterações no volume de carga podem influenciar sobremaneira a magnitude das respostas hipertróficas (SCARPELLI et al., 2020). Além disso, outros fatores

como sexo e diferenças na faixa etária dos participantes de ambos os estudos, podem justificar as diferenças entre os estudos (BICKEL; CROSS; BAMMAN, 2011). Vale destacar que a duração dos programas de TR (PINA et al., 2019) e o método utilizado para avaliação da MME (HAUN et al., 2019b) podem dificultar possíveis comparações e generalização dos resultados para outras populações.

Outra importante consideração do nosso estudo foi que as participantes com os maiores valores iniciais de MME também possuíam maior massa corporal e IMC (obesidade grau I). Dessa forma, a presença de obesidade em indivíduos idosos pode ser acompanhada por uma maior MME, isso parece ocorrer em função do simples fato de sustentar o próprio peso proporcionar um maior estímulo mecânico, que quando associado a uma maior ingestão de nutrientes pode ser capaz de realizar a manutenção da MME durante o envelhecimento (MORGAN; SMEUNINX; BREEN, 2020). Embora a obesidade pareça exercer um efeito protetor sobre a MME em idades avançadas, o aumento da gordura corporal pode ser acompanhado por importantes efeitos deletérios à saúde, tais como infiltração de tecido adiposo no tecido muscular esquelético (GOODPASTER et al., 2000), redução na capacidade de síntese proteica, regeneração muscular prejudicada, ambiente inflamatório elevado e resistência à insulina (SMEUNINX et al., 2017). Portanto, a qualidade do tecido muscular parece desempenhar papel mais relevante sobre a saúde que a MME absoluta em si, sobretudo em idosos (MORGAN; SMEUNINX; BREEN, 2020).

Outro importante achado deste estudo foi que os maiores valores de ingestão alimentar, em particular de energia e proteínas, foram surpreendentemente identificadas no grupo INF, que também apresentou os maiores ganhos de MIGO e MME. Estudos anteriores tem indicado que idosos necessitam de uma maior ingestão proteica devido a um fenômeno que tende a se desenvolver com o avançar da idade, denominado de resistência anabólica, ou seja, quando a ingestão de proteínas é insuficiente tende a levar o aumento da degradação e redução da síntese proteica (BREEN; PHILLIPS, 2011; NABUCO et al., 2019). Dessa forma, a magnitude das respostas adaptativas das participantes que ocupavam o grupo SUP podem ter sido influenciadas por esse fenômeno, o que poderia explicar parcialmente os resultados encontrados no presente estudo.

Em relação a força muscular dinâmica, nossos achados mais uma vez estão em desacordo com os encontrados por Mangine et al. (2018), que observaram adaptações similares na força muscular dinâmica em homens adultos treinados a partir de testes de 1RM nos exercícios supino e agachamento. Entretanto, em ambos os estudos, os grupos com maiores valores de MME ou AST também possuíam uma maior força muscular na linha de

base. Tais achados estão de acordo com aqueles reportados anteriormente por Maughan, Watson e Weir (1984), os quais encontraram relações positivas entre a AST e a força muscular, indicando que uma maior AST está associada com uma maior capacidade de produção de força. Durante o envelhecimento, fatores como a redução das unidades motoras de alto limiar e inervação das fibras musculares, redução das fibras do tipo II e alterações na arquitetura muscular (redução do comprimento do fascículo, ângulo de penetração e AST) parecem contribuir para a redução na capacidade de produção de força do músculo esquelético (MITCHELL et al., 2012). Além disso, a infiltração intramuscular de lipídios nas fibras do tipo II parece influenciar sua capacidade contrátil resultando em um declínio da qualidade muscular (MORGAN; SMEUNINX; BREEN, 2020). Portanto, da mesma forma que os resultados encontrados para MME, nossos achados referentes a força muscular dinâmica para o grupo SUP podem ter sido, pelo menos em parte, influenciados por esses fenômenos.

Em relação ao índice de qualidade muscular, nossos resultados estão de acordo com trabalhos recentes que indicaram que a prática crônica de programas de TR seria suficiente para induzir melhorias no IQM de mulheres idosas, até mesmo com o volume de treinamento reduzido (CUNHA et al., 2018, 2020; PINA et al., 2019). Todavia, no presente estudo não foi observada melhora no IQM-MI, resultado que pode ser atribuído a ausência de alterações de maior magnitude na força muscular de membros inferiores, independente do aumento na MIGO-MI. Por outro lado, houve um aumento no IQM-TR independente de alterações na MIGO-TR. Esses achados reforçam a hipótese de que embora exista uma relação entre AST e capacidade de produção de força, a hipertrofia muscular induzida pelo TR poderia não necessariamente refletir em melhora na força muscular, de modo que tais fenômenos, talvez, ocorram de forma independente (LOENNEKE et al., 2019a), embora ainda não exista consenso sobre esse fato (TABER et al., 2019).

Em relação aos testes motores de aptidão funcional, no teste de SEL, assim como para MME e força muscular dinâmica, o desempenho do grupo SUP pode ter sido influenciado, pelo menos em parte, pela maior massa corporal. Como apontado anteriormente, esse fator parece afetar negativamente a qualidade muscular, reduzindo a capacidade do músculo esquelético de realizar diversas funções, dentre elas a produção de força muscular, impactando negativamente a independência física de idosos (FRAGALA; KENNY; KUCHEL, 2015). Uma possível explicação para a ausência de alterações nos testes de FLC e LCC e presença de diferenças no TC6min seria o fato de que a nossa amostra foi composta por mulheres idosas fisicamente independentes, sem limitações musculoesqueléticas, que

apresentaram inicialmente resultados esperados para a idade nos testes funcionais (RIKLI; JONES, 1999). Portanto, idosos frágeis possivelmente poderiam obter maiores benefícios com a prática de TR do que aqueles que compuseram a amostra deste estudo (LIU; FIELDING, 2011).

Por fim, embora o desempenho nos testes motores de aptidão funcional estivessem de acordo com o esperado para mulheres idosas, é importante destacar que a maior parte das participantes do grupo INF possuía valores de MIGO-APD e IMMA abaixo dos pontos de corte previamente estabelecidos por Cruz-Jentoft et al. (2019) para diagnóstico de sarcopenia. Dessa forma, seria plausível hipotetizar, de acordo com os resultados encontrados em nosso estudo, que adaptações de maior magnitude parecem ser alcançadas por aqueles que mais necessitam, ou seja, que apresentam menores quantidades de MME. Entretanto, outros estudos são necessários para elucidar essa questão.

De acordo com o nosso conhecimento, esse é o primeiro estudo que se propôs a investigar o efeito dos níveis iniciais de MME sobre a força muscular dinâmica, qualidade muscular, aptidão funcional e hipertrofia muscular de mulheres idosas destreinadas após 12 semanas de TR. Nosso estudo possui pontos fortes que merecem ser destacados, como a avaliação do tecido muscular por exames de DXA, método validado para predição da MME de corpo inteiro a partir de exames de ressonância magnética (KIM et al., 2002). Adicionalmente, os hábitos alimentares foram monitorados nas primeiras e últimas semanas de TR, tendo em vista que a ingestão proteica está relacionada a uma maior resposta hipertrófica em indivíduos idosos submetidos a programas de TR (NABUCO et al., 2019; TRAYLOR; GORISSEN; PHILLIPS, 2018). Além disso, as participantes foram supervisionadas em todas as sessões de TR por profissionais de Educação Física. A importância da supervisão das sessões de TR para o alcance das melhores respostas adaptativas tem sido destacada pela literatura, em particular, para idosos (LACROIX et al., 2017). Por fim, a progressão das cargas de treinamento foi realizada conforme as recomendações da literatura (ACSM et al., 2009b), considerando que a sobrecarga progressiva é considerada um dos princípios mais importantes sobre a magnitude das respostas adaptativas provenientes do TR.

Por outro lado, nosso estudo possui algumas limitações que não devem ser desprezadas. Embora nossa amostra tenha sido composta por mulheres idosas destreinadas por no mínimo três meses no momento inicial do estudo, o histórico prévio de TR não foi controlado, podendo assim existir participantes com experiência prévia ao TR muito maior que outros, fato que poderia influenciar sobretudo o processo de familiarização ao

treinamento e, talvez, parte das respostas encontradas. O nível de atividade física habitual, também, não foi controlado, podendo ter afetado a magnitude das respostas hipertróficas em virtude de um possível aumento da demanda energética diária, sem que houvesse alterações na ingestão alimentar, conforme nossos achados indicaram. Além disso, os resultados encontrados em nosso estudo são específicos para mulheres idosas destreinadas, limitando possíveis generalizações para outras populações.

Em síntese, nossos resultados sugerem que os valores iniciais de MME parecem influenciar a magnitude das alterações na força muscular dinâmica, hipertrofia muscular, desempenho nos testes funcionais e qualidade muscular em mulheres idosas destreinadas, com as melhores respostas adaptativas sendo encontradas nas participantes localizadas no tercil inferior, ou seja, com menores valores iniciais de MME. Portanto, a principal mensagem deste estudo foi que embora o TR seja potencialmente importante para mulheres idosas, maiores benefícios parecem ser alcançados, principalmente, por aquelas com quadro clínico mais comprometido pelo envelhecimento.

5.2 ARTIGO ORIGINAL 2

EFEITO DA RESPONSIVIDADE AO GANHO DE MASSA MUSCULAR ESQUELÉTICA SOBRE A FORÇA MUSCULAR DINÂMICA E APTIDÃO FUNCIONAL DE MULHERES IDOSAS DESTREINADAS.

RESUMO

Introdução: Embora o treinamento resistido (TR) seja uma estratégia não-farmacológica eficaz no aumento da massa muscular esquelética (MME), uma variação interindividual nas respostas adaptativas pode ser observada, no qual alguns indivíduos alcançam grandes alterações (responsivos), enquanto outros não (não-responsivos), além disso, o possível papel da responsividade ao aumento da MME sobre a melhoria da força muscular e aptidão funcional de idosos ainda não está bem esclarecido na literatura. **Objetivo:** Analisar o impacto da responsividade aos ganhos de MME após 12 semanas de TR sobre a força muscular dinâmica e aptidão funcional de mulheres idosas destreinadas. **Métodos:** Cento e seis mulheres idosas (idade = $69,2 \pm 5,6$ anos; massa corporal = $65,5 \pm 12,1$ kg; estatura = $154,6 \pm 6,1$ cm; IMC = $27,29 \pm 4,13$ kg/m²) fisicamente independentes foram submetidas a um programa de TR para os diferentes segmentos corporais ao longo de 12 semanas (oito exercícios, três séries de 10 a 15 repetições, três sessões semanais). Medidas de força muscular (testes de 1RM), aptidão funcional (testes motores) e massa isenta de gordura e osso (MIGO) foram obtidas pré e pós-intervenção. Adicionalmente, a MME foi estimada a partir da MIGO apendicular por absorptometria radiológica de dupla energia. Para análise do efeito da responsividade aos ganhos de MME após um programa de TR de 12 semanas sobre as respostas adaptativas de força muscular dinâmica e aptidão funcional a amostra foi dividida em dois grupos, a partir da responsividade ao ganho de MME (aumento $\geq 0,580$ kg), a saber: não-responsivas (N-RP, n = 51) e responsivas (RP, n = 55). Equações de estimativas generalizadas (GEE) foram utilizadas para as comparações intra e intergrupos. Modelos lineares generalizados (GZLM) foram utilizados para as comparações das características gerais da amostra entre os grupos no pré-treinamento e a mudança percentual ($\Delta\%$) do pré para o pós-treinamento. A significância estatística estabelecida foi de $P < 0,05$. **Resultados:** Diferenças estatisticamente significantes ($P < 0,05$) foram observadas entre os grupos N-RP e RP após 12 semanas de TR, com os maiores tamanho de efeito sendo observados para o grupo RP para MIGO de membros superiores (N-RP = 0,12 e RP = 0,32), MIGO de membros inferiores (N-RP = -0,01 e RP = 0,46), MIGO apendicular (N-RP = 0,03 e RP = 0,44), MIGO total (N-RP = -0,02 e RP = 0,27) e MME (N-RP = 0,02 e RP = 0,43). Por outro lado, o grupo N-RP apresentou maior tamanho de efeito no teste de flexão de cotovelo (N-RP = 0,65 e RP = 0,02). Aumentos estatisticamente significantes ($P < 0,05$) foram encontradas para 1RM no supino vertical (N-RP = 0,52 e RP = 0,55), 1RM na rosca *scott* (N-RP = 0,91 e RP = 0,76), carga total levantada em testes de 1-RM (N-RP = 0,44 e RP = 0,45), teste de caminhada de 6 min (N-RP = 0,47 e RP = 0,53) e teste de sentar e levantar (N-RP = 0,40 e RP = 0,39), sem diferenças entre os grupos ($P > 0,05$). Em contrapartida, não foram identificadas mudanças estatisticamente significantes intra e intergrupos ($P > 0,05$) para 1RM na cadeira extensora (N-RP = 0,12 e RP = 0,16), MIGO de tronco (N-RP = -0,06 e RP = 0,09) e para o teste de levantar da cadeira e caminhar (N-RP = -0,17 e RP = -0,32). **Conclusão:** Os resultados sugerem que a responsividade ao ganho de MME parece não influenciar nas respostas adaptativas da força muscular dinâmica e aptidão funcional em mulheres idosas destreinadas após 12 semanas de TR.

Palavras-chave: treinamento com pesos, função física, variação interindividual.

ABSTRACT

Introduction: Although resistance training (RT) is an effective non-pharmacological strategy in increasing skeletal muscle mass (SMM), an inter-individual variation in adaptive responses can be observed, in which some individuals achieve great changes (responsive), while others do not (non-responsive), furthermore, the possible role of responsiveness to increased SMM on the improvement of muscular strength and functional fitness in the elderly is still not well understood in the literature. **Objective:** To analyze the impact of responsiveness to SMM gains after 12 weeks of RT on dynamic muscle strength and functional fitness of detrained elderly women. **Methods:** One hundred and six older women (age = 69.2 ± 5.6 years, body mass = 65.5 ± 12.1 kg, height = 154.6 ± 6.1 cm, BMI = 27.29 ± 4.13 kg/m²) physically independent performed a RT program for the different body segments over 12 weeks (eight exercises, three sets of 10 to 15 repetitions, three weekly sessions). Measures of muscle strength (1RM tests), functional fitness (motor tests) and lean soft tissue (LST) were obtained before and after the intervention. Additionally, the SMM was estimated from the appendicular LST by dual energy radiological absorptiometry. To analyze the effect of responsiveness to SMM gains after a 12-week RT program on adaptive responses of dynamic muscle strength and functional fitness, the sample was divided into two groups, based on responsiveness to SMM gain (increase ≥ 0.580 kg), namely: non-responsive (N-RP, n = 51) and responsive (RP, n = 55). Generalized estimating equations (GEE) were used for intra and inter-group comparisons. Generalized linear models (GZLM) were used to compare the general characteristics of the sample between the groups in the pre-training and the percentage change ($\Delta\%$) from pre to post-training. The statistical significance established was $P < 0.05$. **Results:** Statistically significant differences ($P < 0.05$) were observed between the N-RP and RP groups after 12 weeks of RT, with the largest effect sizes being observed for the RP group in the upper limbs LST (N-RP = 0.12 and RP = 0.32), lower limbs LST (N-RP = -0.01 and RP = 0.46), appendicular LST (N-RP = 0.03 and RP = 0.44), total LST (N-RP = -0.02 and RP = 0.27) and MME (N-RP = 0.02 and RP = 0.43). On the other hand, the N-RP group had a larger effect size in the elbow flexion (N-RP = 0.65 and RP = 0.02). Statistically significant increases ($P < 0.05$) were found for 1RM values in chest press (N-RP = 0.52 and RP = 0.55), 1RM values in preacher curl (N-RP = 0.91 and RP = 0.76), total load lifted in 1-RM tests (N-RP = 0.44 and RP = 0.45), 6 min walk (N-RP = 0.47 and RP = 0.53), and 30-s chair stand (N-RP = 0.40 and RP = 0.39), without differences between groups ($P > 0.05$). On the other hand, no statistically significant intra and intergroup changes were identified ($P > 0.05$) for 1RM values in leg extension (N-RP = 0.12 and RP = 0.16), trunk LST (N-RP = -0.06 and RP = 0.09) and 8-foot up-and-go (N-PR = -0.17 and RP = -0.32). **Conclusion:** The results suggest that the responsiveness to SMM gain does not seem to influence the adaptive responses of dynamic muscle strength and functional fitness in detrained elderly women after 12 weeks of RT.

Keywords: weight training, physical function, inter-individual variation.

INTRODUÇÃO

O envelhecimento é um processo natural, crônico e degenerativo que acarreta diversas modificações nos sistemas biológicos, refletindo negativamente sobre importantes marcadores de saúde, como a massa muscular esquelética (MME) e a força muscular dinâmica (MITCHELL et al., 2012). Adicionalmente, tais mudanças podem comprometer a autonomia (JANSSEN et al., 2004), dificultando a capacidade de realização das atividades básicas da vida diária, como sentar, levantar, caminhar, subir e descer escadas, tomar banho e se vestir, além de aumentar o risco de morbidade e mortalidade (NEWMAN et al., 2006).

Por outro lado, a prática regular de treinamento resistido (TR) tem sido recomendada como uma estratégia segura e eficaz para a melhoria da força e MME, sobretudo em idosos (FRAGALA et al., 2019; GRGIC et al., 2020). Entretanto, uma grande variação interindividual nas respostas adaptativas provenientes do TR tem sido reportada nessa população, de modo que alguns indivíduos alcançam grandes alterações (responsivos) enquanto outros não (não-responsivos) (AHTIAINEN et al., 2016; CHMELO et al., 2015; CHURCHWARD-VENNE et al., 2015; PICKERING; KIELY, 2019).

No que diz respeito ao aumento da MME, indivíduos responsivos parecem apresentar melhores respostas a fatores intrínsecos que modulam as adaptações hipertróficas, como elevada taxa de síntese proteica, biogênese ribossomal além de uma maior proliferação de células satélites quando comparado a indivíduos não-responsivos (ROBERTS et al., 2018). Vale destacar o fato de que embora alguns indivíduos não apresentem alterações na MME, não necessariamente significa que esses apresentariam ausência na resposta a outros parâmetros, tais como a força muscular dinâmica e aptidão funcional (AHTIAINEN et al., 2016; CHMELO et al., 2015; CHURCHWARD-VENNE et al., 2015).

Apesar da capacidade de produção de força estar relacionada a mecanismos neurais (taxa de ativação e sincronização de unidades motoras) e estruturais (disposição das fibras musculares e isoformas de cadeia pesada de miosina, AST anatômica e fisiológica, rigidez do tendão, comprimento do fascículo e ângulo de penação) (RODRÍGUEZ-ROSELL et al., 2018), o possível papel do aumento da MME para a melhoria da força muscular tem sido discutido recentemente (BUCKNER et al., 2016; LOENNEKE et al., 2019a, 2019b; TABER et al., 2019). O modelo proposto por Moritani e Devries (1979) advoga que adaptações neurais, como alterações no córtex motor primário, medula espinhal e aumento da excitabilidade dos neurônios motores (AAGAARD et al., 2002), seriam os possíveis mecanismos responsáveis pelo rápido aumento da força muscular nas primeiras sessões de TR. Apesar do processo hipertrófico ser identificado após duas semanas (seis sessões) de TR

(LOENNEKE et al., 2017), parece que a maior contribuição da hipertrofia muscular para os ganhos de força muscular ocorre mais tardiamente, após um período de pelo menos três a cinco semanas de treinamento (AAGAARD et al., 2002), indicando assim que esses eventos parecem ocorrer de forma simultânea e com algum grau de dependência.

Embora tal hipótese, ainda, seja bem aceita, um trabalho publicado por Rasch (1955) e revisado por Buckner et al. (2016), denominado “O problema da hipertrofia muscular”, não somente questiona essa relação mas, também, defende que os ganhos de MME e o aumento na força muscular induzida pelo TR devem ser considerados fenômenos independentes. Essa hipótese parece ser sustentada por um estudo recente que revelou aumentos similares na MME após a realização de protocolos de TR de alta e baixa carga, embora os maiores ganhos de força muscular tenham sido encontrados somente em protocolos de alta carga (JESSEE et al., 2018). Em contrapartida, aumentos similares na força muscular têm sido observado independente de alterações na MME (BUCKNER et al., 2021; MATTOCKS et al., 2017) ou, ainda, a manutenção da força muscular com reduções na MME após um período de destreinamento (BICKEL; CROSS; BAMMAN, 2011).

Portanto, considerando a importância da capacidade de produção de força e potência muscular para a aptidão funcional de idosos, o papel exercido pela hipertrofia muscular nesse processo precisa ser melhor elucidado. Assim, o objetivo do presente estudo foi analisar o impacto da responsividade aos ganhos de MME após 12 semanas de TR sobre a força muscular dinâmica e aptidão funcional de mulheres idosas destreinadas. Nossa hipótese é a de que melhores respostas adaptativas na força muscular dinâmica e aptidão funcional serão alcançadas pelas participantes classificadas como responsivas para a variável MME.

MÉTODOS

Delineamento experimental

A presente investigação, de delineamento longitudinal, caracteriza-se como um ensaio clínico não-aleatorizado, com grupos em paralelo, sem presença de grupo controle, que para a elaboração do banco de dados utilizou quatro coortes com delineamento experimental similar (2015, 2017, 2018 e 2019) provenientes do *Active Aging Longitudinal Study*, um projeto de pesquisa iniciado em 2012, cujos propósitos são analisar a eficácia e eficiência da manipulação das variáveis de treinamento resistido sobre desfechos neuromusculares, morfológicos, fisiológicos, metabólicos, cognitivos e comportamentais em mulheres idosas.

O presente estudo teve uma duração de 18 semanas, cujas semanas 1-3 e 16-18 foram destinadas para as avaliações pré e pós-treinamento, nas quais medidas de força muscular (testes de 1-RM), composição corporal (massa isenta de gordura e osso total, segmentar e MME) e aptidão funcional (testes motores) foram coletadas de forma padronizada em todas as coortes. As semanas 4-15 foram atribuídas à intervenção, composta por um único programa de TR que teve a duração de 12 semanas, com frequência de três sessões semanais, em dias alternados. Para as análises estabelecidas na presente investigação, as participantes das diferentes coortes foram agrupadas inicialmente em um único grupo e, a partir daí, foram classificadas posteriormente com base responsividade ao ganho de MME após 12 semanas de TR em dois grupos, a saber: não-responsivas (N-RP) ou responsivas (RP).

Participantes

As participantes foram recrutadas utilizando um método de amostragem não probabilística por meio de ampla divulgação, incluindo as mídias sociais (facebook, instagram, twitter e whatsapp). Para serem incluídas no estudo, as interessadas deveriam cumprir os seguintes critérios de inclusão: (1) possuir idade igual ou superior a 60 anos; (2) ser do sexo feminino e fisicamente independente; (3) não apresentar diagnóstico de disfunção cardíaca; (4) não possuir problemas articulares que pudessem impedir a prática de exercícios físicos ou testes funcionais; (5) não estar sob terapia de reposição hormonal; (6) não estar envolvida com a prática regular e sistematizada de exercícios físicos por mais do que uma vez na semana, ao longo dos últimos três meses anteriores ao início do estudo; (7) possuir experiência auto-relatada de pelo menos três meses com a prática regular de exercícios resistidos; (8) ser liberada sem restrição para a prática de exercícios físicos após avaliação cardiológica. Por outro lado, foram excluídas das análises as participantes enquadradas em pelo menos um dos seguintes critérios: (1) aderência inferior a 85% das sessões de TR ou ausência em até três sessões consecutivas de treino; (2) ausência em testes, medidas e avaliações no período programado; (3) prática regular de outro programa de exercício físico no decorrer do experimento. As informações referentes ao número inicial de participantes em cada coorte, mortalidade experimental, amostra final e divisão dos grupos podem ser encontradas

na

Figura

1.

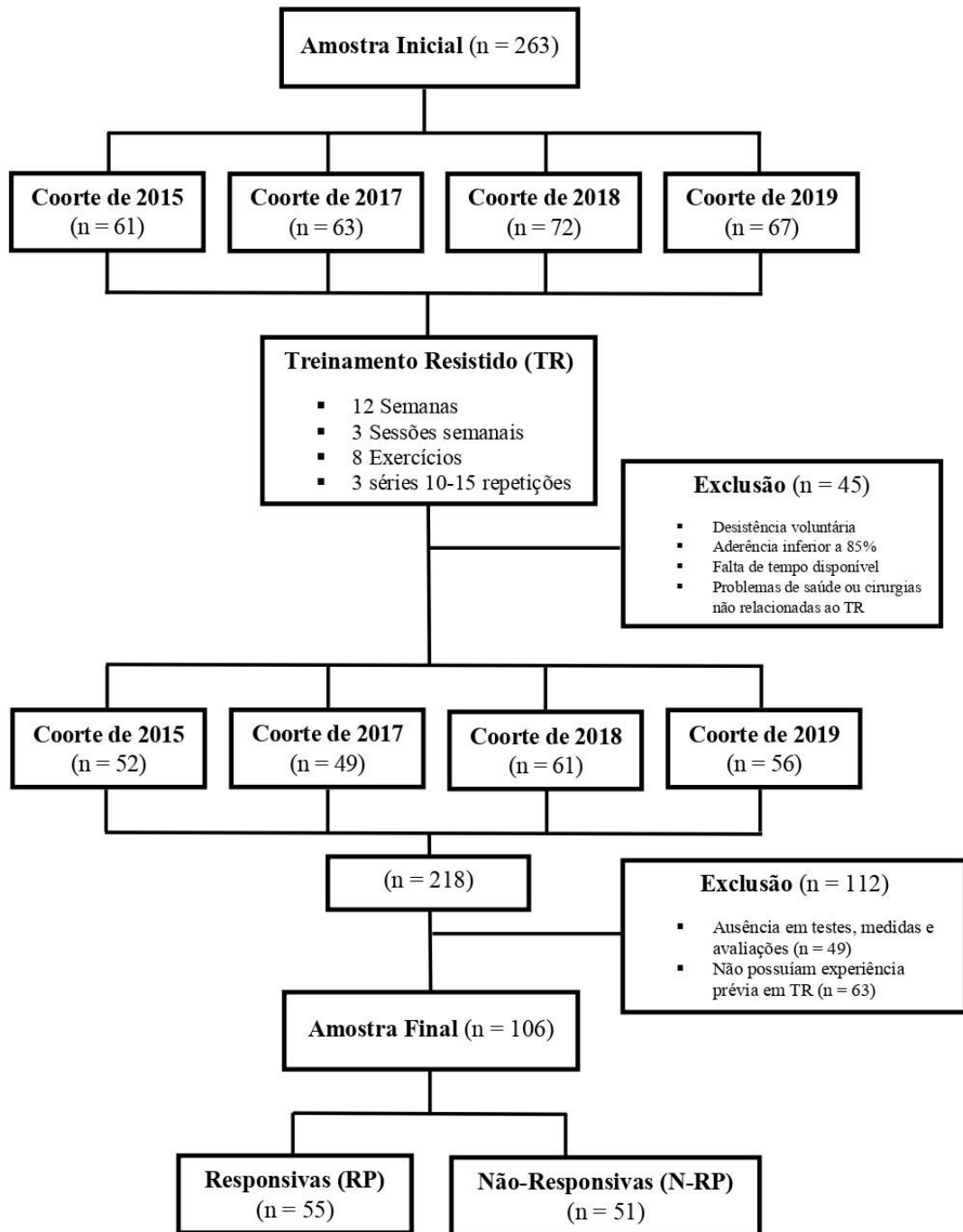


Figura 1. Fluxograma do estudo.

O cálculo de tamanho amostral a priori foi realizado no software GPower 3.1.9.4 considerando a família de testes F, a análise de variância (ANOVA) de dois fatores para medidas repetidas como teste estatístico, um poder estatístico de 80%, α de 0,05, sendo adotada como variável critério a massa isenta de gordura e osso (MIGO), com um tamanho de efeito de 0,36, a partir de informações disponíveis na literatura (THOMAS et al., 2021). Foi determinado um delineamento experimental de dois grupos (N-RP e RP) com duas medidas repetidas (pré e pós-treinamento). Dessa forma, uma amostra total de no mínimo 64 participantes (32 para cada grupo experimental) foi indicada como necessária para atender o delineamento experimental adotado. Todas as participantes foram previamente esclarecidas sobre as finalidades do estudo e procedimentos aos quais seriam submetidas e assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Este estudo foi realizado de acordo com a Declaração de Helsinque e os projetos que deram origem as coortes investigadas foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos.

Antropometria

Medidas de massa corporal e estatura foram obtidas a partir de procedimentos previamente descritos na literatura (GORDON; CHUMLEA; ROCHE, 1988). A massa corporal foi mensurada em uma balança de leitura digital Balmak, modelo Classe III (Balmak Indústria e Comércio Ltda, Santa Bárbara d'Oeste, SP, Brasil), com escala de 0,1 kg, ao passo que a estatura foi determinada por meio de um estadiômetro acoplado à mesma, com escala de 0,1 cm. A partir dessas medidas foi calculado o índice de massa corporal (IMC), por meio da razão entre a massa corporal e o quadrado da estatura, sendo a massa corporal expressa em quilogramas (kg) e a estatura em metros (m).

Massa isenta de gordura e osso

A massa isenta de gordura e osso (MIGO) foi estimada a partir de exames de absorptometria radiológica de dupla energia (DXA) de corpo inteiro realizados em um equipamento Lunar Prodigy (GE Healthcare, Madison, WI, USA). A calibração do equipamento e análise dos exames foi realizada por uma profissional de radiologia seguindo as recomendações do fabricante. As avaliações foram realizadas com as participantes posicionadas em decúbito dorsal sobre a mesa do equipamento, com os braços afastados ligeiramente do tronco, ao lado do corpo, com as mãos em pronação e os pés unidos por uma faixa. As participantes foram instruídas a permanecerem imóveis durante todo o procedimento. Uma representação morfológica de cada participante foi gerada pelo software,

com a cabeça e os membros separados do tronco por linhas padrões geradas pelo próprio equipamento, sendo assim possível estimar a MIGO de tronco (MIGO-TR), membros superiores (MIGO-MS), inferiores (MIGO-MI), total (MIGO-TT) e apendicular (MIGO-APD), calculada pela somatória da MIGO-MS e MIGO-MI. Para garantir a qualidade dos testes, todas as participantes foram instruídas previamente a irem ao exame trajando roupas leves e retirarem quaisquer objetos e acessórios metálicos que pudessem influenciar nos exames. A massa muscular esquelética foi calculada a partir da equação proposta por Kim et al. (2002), cujas variáveis idade e sexo (0 = mulheres) são incluídas no modelo, a saber:

$$\text{MME (kg)} = [1,13 * (\text{MIGO-MS} + \text{MIGO-MI})] - (0,02 * \text{idade}) + (0,61 * \text{sexo}) + 0,97$$

Com base em exames anteriores do nosso laboratório, a partir de análises teste-reteste para avaliação da reprodutibilidade das medidas, um coeficiente de correlação intraclassa (CCI) de 0,995 e um erro padrão da medida (EPM) de 0,290 kg foi obtido para MME. Para este estudo, o ponto de corte estabelecido para responsividade foi de 0,580 kg (2*EPM) (HOPKINS, 2000). Portanto, as participantes que ultrapassaram esse ponto de corte foram classificadas como responsivas (RP), enquanto as demais foram classificadas como não-responsivas (N-RP). Os valores de EPM foram considerados reduzidos enquanto os valores de CCI foram considerados elevados para as variáveis MIGO-TR (EPM = 0,25 kg; CCI = 0,993), MIGO-MS (EPM = 0,09 kg; CCI = 0,986), MIGO-MI (EPM = 0,19 kg; CCI = 0,99), MIGO-APD (EPM = 0,19 kg; CCI = 0,995) e MIGO-TT (EPM = 0,38 kg; CCI = 0,996).

Força muscular dinâmica

A força muscular dinâmica máxima foi estimada por meio do teste de uma repetição máxima (1RM) em três exercícios (supino vertical, cadeira extensora e rosca *scott*, respectivamente). Os testes foram conduzidos no período da manhã, em três dias não consecutivos, conforme recomendações da literatura (AMARANTE DO NASCIMENTO et al., 2013). Para garantir a qualidade dos testes e segurança física das participantes, todas foram previamente instruídas por dois profissionais de Educação Física, com experiência na aplicação desses testes, sobre todos os procedimentos e técnicas de execução a serem exigidas em cada exercício. Todas as sessões foram supervisionadas por dois avaliadores em cada exercício.

O teste de 1RM foi precedido por uma série de aquecimento (6 a 10 repetições) com aproximadamente 50% da carga estimada para a primeira tentativa, em cada um dos três

exercícios adotados. O teste foi iniciado após dois minutos de intervalo entre o aquecimento e a primeira tentativa. As participantes foram submetidas a três tentativas em cada exercício, com intervalo de três a cinco minutos entre elas. O intervalo adotado para transição entre os exercícios foi de cinco minutos. As participantes foram orientadas para tentarem completar duas repetições em cada tentativa. Nas situações nas quais uma ou duas repetições foram completadas com sucesso a carga foi aumentada de 3 a 10% para a próxima tentativa. Por outro lado, a carga foi reduzida na mesma proporção quando nenhuma repetição foi completada corretamente. As participantes foram incentivadas verbalmente ao longo do teste. O valor de 1RM em cada exercício foi registrado como a máxima carga levantada nas três sessões de testes, a partir da realização de uma única ação muscular voluntária máxima, nas fases concêntrica e excêntrica. A somatória da carga total levantada (CTL) nos três exercícios foi utilizada como parâmetro de força muscular total. Valores de EPM e CCI foram obtidos para o supino vertical (EPM = 1,7 kg; CCI = 0,98), cadeira extensora (EPM = 2,0 kg; CCI = 0,97) e rosca *scott* (EPM = 0,4 kg; CCI = 0,99).

Aptidão funcional

A avaliação da aptidão funcional foi realizada a partir de um conjunto de quatro testes motores adaptados da bateria Senior Fitness Test (RIKLI; JONES, 2013) conduzidos na seguinte ordem: flexão de cotovelo (FLC), levantar da cadeira e caminhar (LCC), sentar e levantar (SEL) e caminhada de seis minutos (TC6min).

Todos os testes foram realizados em uma quadra poliesportiva. Para o teste de FLC foi utilizada uma cadeira com encosto reto (sem braços) e um halter de 2 kg, posicionado na mão dominante. As participantes foram posicionadas na cadeira, com as costas retas apoiadas no encosto e os pés totalmente encostados no solo, com o lado dominante do corpo perto da lateral da cadeira. O maior número possível de repetições para o movimento de flexão de cotovelo (com amplitude total de movimento) foi executado durante 30 s. A quantidade total de repetições executadas de forma adequada foi contabilizada e registrada. Para a realização do teste de LCC foi utilizada uma cadeira com encosto reto e um cone posicionado à uma distância de 2,44 m, da ponta da cadeira até a parte anterior do cone. A cadeira foi posicionada de forma a permanecer em contato com uma parede a pelo menos 1,22 m de distância livre em volta do cone, permitindo a participante caminhar livremente pelo espaço. O teste foi iniciado com a avaliada sentada na cadeira, com as costas apoiadas no encosto, os pés totalmente encostados no solo e as mãos sobre a coxa. Ao sinal do avaliador, a participante foi orientada para levantar, caminhar, contornar o cone, retornar em sentido à

cadeira e sentar. Todas participantes foram instruídas a realizar o trajeto o mais rápido possível e sem correr. O tempo gasto na tarefa desde o momento que a participante começou a levantar da cadeira até sentar na volta foi registrado em segundos. Três tentativas foram realizadas e o melhor resultado foi adotado. Para o teste de SEL foi utilizado apenas uma cadeira com encosto reto apoiada na parede. As participantes se posicionaram sentadas na cadeira, as costas apoiadas no encosto, pés ao solo e os braços cruzados sobre o tórax. Ao sinal do avaliador, a avaliada foi orientada a se levantar, até ficar completamente na posição ereta, e retornar à posição inicial, repetindo esse movimento o máximo de vezes durante um período de 30 s. A quantidade total de movimentos completos foi registrada. Por fim, o teste de TC6min foi realizado em um percurso retangular de 45,7 m, marcado fita adesiva em segmentos de 4,57 m de distância. As participantes foram orientadas a caminhar pelo perímetro durante o período de 6 min ininterruptamente. Ao final, a quantidade de voltas concluídas e a distância (m) total percorrida foram registradas. Todas avaliações foram realizadas no período da manhã e conduzidas por profissionais de Educação Física.

Programa de treinamento resistido

O programa de TR foi executado em uma sala específica de treinamento de musculação, em uma frequência de três sessões semanais em dias não-consecutivos (segundas, quartas e sextas-feiras), no período matutino, ao longo de 12 semanas. O protocolo de TR foi estruturado de acordo com as recomendações para idosos, visando fortalecimento muscular (ACSM et al., 2009a, 2009b). O programa foi composto por oito exercícios para os diferentes segmentos corporais (membros superiores, inferiores e tronco), incluindo máquinas e pesos livres, a saber: supino vertical, *leg press* horizontal, remada baixa, cadeira extensora, rosca *scott*, cadeira flexora, tríceps *pulley* e panturrilha sentada. As participantes realizaram três séries de 10-15 repetições em cada exercício durante todo o período de treinamento. Adicionalmente, as participantes foram instruídas a inspirarem durante a ação muscular excêntrica e expirarem durante a ação muscular concêntrica em cada exercício, mantendo o tempo sob tensão na proporção de 1:2 s (ação muscular concêntrica e excêntrica, respectivamente). O intervalo de descanso entre as séries foi de um a dois minutos, ao passo que o intervalo de recuperação e transição entre os exercícios foi de dois a três minutos.

A carga de treinamento inicial foi determinada ao longo da primeira semana de treinamento, a partir da experiência prévia dos avaliadores em cada exercício. O ajuste inicial das cargas de treinamento e os reajustes ao longo do período de intervenção foi realizado individualmente em cada exercício, sempre que o limite superior de repetições estabelecido

foi atingido (15RM) em duas sessões consecutivas. Nessas situações, os incrementos foram na ordem de 2% a 5% para os exercícios de membros superiores e 5% a 10% para os exercícios de membros inferiores (ACSM et al., 2009b). Por outro lado, quando o limite inferior de repetições não foi atingido (10RM) em pelo menos uma série a carga foi reduzida na mesma proporção. Todas as participantes foram supervisionadas ao longo de cada sessão de treinamento por pelo menos um profissional de Educação Física, em cada exercício, para garantir a segurança e as demais condições estabelecidas para o programa de TR.

Ingestão alimentar

A ingestão alimentar foi avaliada a partir de recordatórios de 24 h. As participantes foram entrevistadas por dois profissionais de nutrição para monitoramento dos hábitos alimentares, em dois dias diferentes, priorizando o consumo do meio da semana. Os registros foram realizados em duas visitas ao laboratório nas duas primeiras e nas duas últimas semanas de intervenção. Para auxiliar no relato da quantidade ingerida de cada alimento, foi utilizado um manual fotográfico dos alimentos e suas medidas caseiras. O valor energético total e a quantidade de macronutrientes ingeridos (proteínas, carboidratos e lipídios) foram calculados a partir de um programa de análise nutricional Avanutri, versão 3.1.0 (Avanutri Processor Nutrition, Rio de Janeiro, RJ, Brasil). A média dos valores obtidos nos registros foi utilizada para análise. As participantes foram instruídas a manter a rotina habitual de consumo alimentar ao longo do estudo.

Tratamento estatístico

Para a análise da distribuição dos dados das variáveis dependentes foram utilizadas as seguintes distribuições candidatas: normal e gamma, que foram comparadas a partir da análise do gráfico Q-Q e histograma. Equações de estimativas generalizadas (GEE) foram utilizadas para as comparações ao longo do tempo (pré vs. pós-treinamento) e entre os grupos (N-RP vs. RP), enquanto modelos lineares generalizados (GZLM) foram utilizados para comparar as características gerais da amostra entre os grupos no pré-treinamento, além da mudança percentual ($\Delta\%$) do pré para o pós-treinamento. O delta percentual foi calculado da seguinte forma: $\Delta\% = [(pós - pré) / pré] \times 100$. A MME no pré-treinamento foi utilizada como covariável em ambos modelos. Os modelos foram comparados pelo critério de quase-verossimilhança sob o modelo de independência (QIC), cujo modelo que apresentou menor valor foi selecionado. Nesse sentido, o modelo adotado seguiu as seguintes características: distribuição gamma com função de ligação linear e matriz de covariância não estruturada. O

teste post-hoc de Bonferroni foi utilizado para identificar as diferenças quando Wald X^2 alcançou significância estatística. O tamanho do efeito (TE) foi calculado como a média do pós-treinamento menos a média do pré-treinamento, dividido pelo desvio padrão agrupado (COHEN, 1992). Um tamanho do efeito $< 0,20$ foi considerado trivial, de $0,20-0,49$ foi considerado pequeno, $0,50-0,79$ como moderado e $\geq 0,80$ como grande. Todas as análises foram conduzidas no programa estatístico SPSS para Windows, versão 25.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA), com um poder de 80% e uma significância estatística de $P < 0,05$. As Figuras foram confeccionadas no programa GraphPad Prism 8.

RESULTADOS

As características gerais da amostra na linha de base são apresentadas na Tabela 1. Diferenças estatisticamente significantes foram observadas entre os grupos ($P < 0,05$), com o grupo N-RP apresentando maior MIGO-APD, MIGO-TT, MME, IMM e IMMA quando comparado ao grupo RP. A Tabela 2 apresenta as informações referentes ao consumo energético total e de macronutrientes. Não foi observado efeito principal do tempo e interação grupo vs. tempo em nenhuma das variáveis após 12 semanas de TR ($P > 0,05$).

Os resultados após as 12 semanas de TR para MIGO-MS, MIGO-MI, MIGO-TR e MIGO-APD são apresentados na Tabela 3, enquanto os valores de MIGO-TT e MME são ilustrados na Figura 2. Uma interação grupo vs. tempo ($P < 0,05$) foi observada para as variáveis de MIGO-MS, MIGO-MI, MIGO-APD, MIGO-TT e MME, no qual o grupo RP apresentou maiores aumentos ($P < 0,05$) do que o grupo N-RP (MIGO-MS: N-RP = 1,93% e RP = 5,47%; MIGO-MI: N-RP = 0,33% e RP = 6,85%; MIGO-APD: N-RP = 0,69% e RP = 6,47%; MIGO-TT: N-RP = - 0,08% e RP = 3,64% e MME: N-RP = 0,67% e RP = 6,60%). Nenhum efeito principal ou interação grupo vs. tempo foi identificado para MIGO-TR ($P > 0,05$).

Os resultados de força muscular dinâmica (1RM) nos exercícios supino vertical, cadeira extensora e rosca *scott* são apresentados na Tabela 4, ao passo que a CTL é ilustrada na Figura 3. Um efeito principal do tempo ($P < 0,05$) foi identificado no exercício supino vertical, rosca *scott* e na CTL (supino vertical: N-RP = 19,45% e RP = 17,41%; rosca *scott*: N-RP = 14,59% e RP = 13,04% e CTL: N-RP = 11,00% e RP = 10,80%). Nenhum efeito principal ou interação grupo vs. tempo ($P > 0,05$) foi identificado para o exercício cadeira extensora (N-RP = 3,73% e RP = 5,04%).

Tabela 1. Características gerais da amostra de acordo com os grupos no pré-treinamento (n = 106).

Variáveis	N-RP (n = 51)	RP (n = 55)	Total (n = 106)	P
Idade (anos)	69,5 ± 5,7 (67,8; 71,1)	69,0 ± 5,6 (67,5; 70,6)	69,2 ± 5,6 (68,2; 70,3)	0,70
Massa Corporal (kg)	65,4 ± 12,9 (61,8; 69,1)	65,6 ± 11,5 (62,5; 68,7)	65,5 ± 12,1 (63,2; 67,9)	0,96
Estatutura (cm)	155,0 ± 5,9 (153,4; 156,7)	154,3 ± 6,20 (152,6; 155,9)	154,6 ± 6,1 (153,5; 155,8)	0,51
IMC (kg/m ²)	27,13 ± 4,70 (25,81; 28,45)	27,44 ± 3,55 (26,48; 28,39)	27,29 ± 4,13 (26,49; 28,08)	0,71
MIGO-APD (kg)	16,5 ± 2,5 (15,8; 17,2)	15,5 ± 2,2 (14,9; 16,1) ^a	16,0 ± 2,4 (15,5; 16,5)	0,03
MIGO-TT (kg)	35,8 ± 4,9 (34,4; 37,1)	33,9 ± 4,3 (32,8; 35,1) ^a	34,8 ± 4,7 (33,9; 35,7)	0,04
MME (kg)	18,2 ± 2,8 (17,4; 19,0)	17,1 ± 2,5 (16,4; 17,8) ^a	17,7 ± 2,7 (17,1; 18,2)	0,03
IMM (kg/m ²)	7,57 ± 0,98 (7,29; 7,84)	7,17 ± 0,75 (6,97; 7,37) ^a	7,36 ± 0,89 (7,19; 7,53)	0,02
IMMA (kg/m ²)	6,85 ± 0,86 (6,61; 7,09)	6,50 ± 0,65 (6,32; 6,67) ^a	6,67 ± 0,78 (6,52; 6,82)	0,02

Nota. N-RP = não-responsivas, RP = responsivas. IMC = índice de massa corporal, MIGO = massa isenta de gordura e osso, MIGO-APD = MIGO apendicular, MIGO-TT = MIGO total, MME = massa muscular esquelética, IMM = índice de massa muscular, IMMA = índice de massa muscular apendicular. Dados apresentados em média, desvio padrão e intervalo de confiança (IC95%). ^a P < 0,05 vs. N-RP.

Tabela 2. Ingestão energética e de macronutrientes nas duas primeiras e nas duas últimas semanas de intervenção (n = 106).

Variáveis	N-RP (n = 51)	RP (n = 55)	Efeitos	P
Carboidratos (g/kg/d)			Grupo	0,81
Pré	3,61 ± 0,85 (3,38; 3,85)	3,60 ± 0,81 (3,38; 3,82)	Tempo	0,29
Pós	3,63 ± 0,90 (3,98; 3,88)	3,72 ± 0,97 (3,46; 3,98)	Interação	0,39
Proteínas (g/kg/d)			Grupo	0,40
Pré	1,06 ± 0,27 (0,98; 1,13)	1,10 ± 0,21 (1,04; 1,15)	Tempo	0,38
Pós	1,05 ± 0,26 (0,98; 1,12)	1,08 ± 0,20 (1,02; 1,14)	Interação	0,70
Lipídios (g/kg/d)			Grupo	0,46
Pré	0,89 ± 0,22 (0,82; 0,95)	0,88 ± 0,21 (0,82; 0,94)	Tempo	0,15
Pós	0,89 ± 0,21 (0,83; 0,94)	0,83 ± 0,23 (0,77; 0,90)	Interação	0,16
Energia (kcal/kg/d)			Grupo	0,97
Pré	26,66 ± 5,90 (25,01; 28,32)	26,73 ± 5,02 (25,38; 28,09)	Tempo	0,95
Pós	26,68 ± 5,76 (25,06; 28,30)	26,68 ± 5,39 (25,22; 28,14)	Interação	0,90

Nota. N-RP = não-responsivas, RP = responsivas. Dados apresentados em média, desvio padrão e intervalo de confiança (IC95%).

Tabela 3. Massa isenta de gordura e osso regional e apendicular antes e após 12 semanas de treinamento resistido em mulheres idosas destreinadas (n = 106).

Variáveis	N-RP (n = 51)	RP (n = 55)	Efeitos	P
MIGO-MS (kg)				
Pré	3,93 ± 0,23 (3,86; 3,99)	4,04 ± 0,28 (3,96; 4,11)	Grupo	< 0,001
Pós	3,99 ± 0,22 (3,93; 4,05) ^b	4,24 ± 0,26 (4,17; 4,31) ^{b, c}	Tempo	< 0,001
Δ (IC95%)	+ 0,07 (0,01; 0,12)	+ 0,20 (0,15; 0,26)	Interação	< 0,001
TE	0,12	0,32		
MIGO-TR (kg)				
Pré	18,79 ± 1,30 (18,43; 19,14)	18,82 ± 1,38 (18,45; 19,18)	Grupo	0,43
Pós	18,66 ± 1,31 (18,30; 19,02)	19,01 ± 1,44 (18,63; 19,39)	Tempo	0,71
Δ (IC95%)	- 0,13 (- 0,42; 0,17)	+ 0,20 (- 0,19; 0,58)	Interação	0,08
TE	- 0,06	0,09		
MIGO-MI (kg)				
Pré	12,07 ± 0,26 (12,00; 12,15)	11,94 ± 0,33 (11,85; 12,02)	Grupo	< 0,001
Pós	12,12 ± 0,41 (12,00; 12,23)	12,73 ± 0,52 (12,59; 12,87) ^{b, c}	Tempo	< 0,001
Δ (IC95%)	+ 0,04 (- 0,10; 0,18)	+ 0,80 (0,67; 0,92)	Interação	< 0,001
TE	- 0,01	0,46		
MIGO-APD (kg)				
Pré	16,00 ± 0,11 (15,97; 16,03)	15,97 ± 0,12 (15,94; 16,00)	Grupo	< 0,001
Pós	16,11 ± 0,37 (16,01; 16,21)	16,97 ± 0,41 (16,86; 17,08) ^{b, c}	Tempo	< 0,001
Δ (IC95%)	+ 0,11 (- 0,03; 0,25)	+ 1,00 (0,87; 1,13)	Interação	< 0,001
TE	0,03	0,44		

Nota. N-RP = não-responsivas, RP = responsivas, MIGO = massa isenta de gordura e osso, MIGO-MS = MIGO de membros superiores, MIGO-TR = MIGO de tronco, MIGO-MI = MIGO de membros inferiores, MIGO-APD = MIGO apendicular. Dados apresentados em média, desvio padrão e intervalo de confiança (IC95%). TE = tamanho de efeito, Δ = diferença média e IC95%. Covariáveis do modelo são fixadas nos seguintes valores: MME pré-treinamento: 17,66 kg. ^b P < 0,05 vs pré, ^c P < 0,05 vs. N-RP (pós-treinamento).

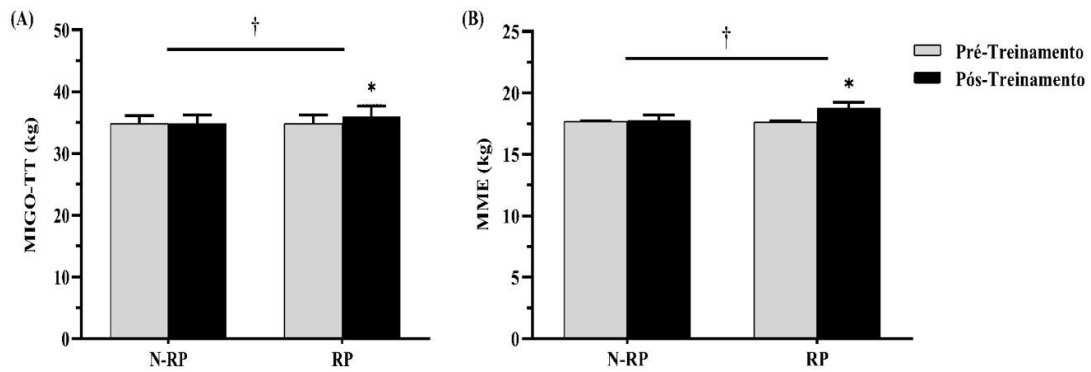


Figura 2. Massa isenta de gordura e osso total (A) e massa muscular esquelética (B) antes e após 12 semanas de treinamento resistido em mulheres idosas destreinadas ($n = 106$). N-RP = não-responsivas, RP = responsivas. Dados apresentados em média e desvio padrão. * $P < 0,05$ vs pré e † $P < 0,05$ vs N-RP.

Os resultados dos testes motores de aptidão funcional estão apresentados na Tabela 5. Uma interação grupo vs. tempo ($P < 0,05$) foi encontrada para FLC, no qual o grupo N-RP apresentou maior aumento comparado ao grupo RP (N-RP = 13,21% e RP = 1,96%). Um efeito principal do tempo ($P < 0,05$) foi identificado para TC6min e SEL (TC6min: N-RP = 6,20% e RP = 7,70%; SEL: N-RP = 7,64% e RP = 7,58). Para LCC um efeito principal do tempo foi revelado indicando melhoria do desempenho após 12 semanas de TR (RP = - 4,30% e NP = - 1,29%).

Tabela 4. Força muscular dinâmica a partir de testes de 1RM antes e após 12 semanas de treinamento resistido em mulheres idosas destreinadas (n = 106).

Variáveis	N-RP (n = 51)	RP (n = 55)	Efeitos	P
Supino Vertical (kg)				
Pré	43,6 ± 10,9 (40,6; 46,6)	49,9 ± 12,2 (46,7; 53,1) ^a	Grupo	< 0,05
Pós	51,3 ± 13,2 (47,7; 54,9) ^b	58,5 ± 14,4 (54,7; 62,3) ^{b, c}	Tempo	< 0,001
Δ (IC95%)	+ 7,69 (5,07; 10,30)	+ 8,55 (5,01; 12,09)	Interação	0,61
TE	0,52	0,55		
Cadeira Extensora (kg)				
Pré	55,2 ± 11,0 (52,2; 58,3)	57,8 ± 10,8 (54,9; 60,6)	Grupo	0,18
Pós	57,0 ± 12,5 (53,6; 60,5)	59,8 ± 11,5 (56,7; 62,8)	Tempo	0,01
Δ (IC95%)	+ 1,79 (- 0,94; 4,52)	+ 2,00 (- 0,99; 4,99)	Interação	0,89
TE	0,12	0,16		
Rosca Scott (kg)				
Pré	25,7 ± 2,7 (25,0; 26,5)	26,1 ± 3,9 (25,1; 27,1)	Grupo	0,89
Pós	29,4 ± 3,9 (28,4; 30,5) ^b	29,2 ± 4,2 (28,1; 30,3) ^b	Tempo	< 0,001
Δ (IC95%)	+ 3,72 (2,69; 4,75)	+ 3,11 (2,16; 4,06)	Interação	0,25
TE	0,91	0,76		

Nota. N-RP = não-responsivas, RP = responsivas. Dados apresentados em média, desvio padrão e intervalo de confiança (IC95%). TE = tamanho de efeito, Δ = diferença média e IC95%. Covariáveis do modelo são fixadas nos seguintes valores: MME pré-treinamento: 17,66 kg. ^a P < 0,05 vs. N-RP (pré-treinamento), ^b P < 0,05 vs pré, ^c P < 0,05 vs. N-RP (pós-treinamento).

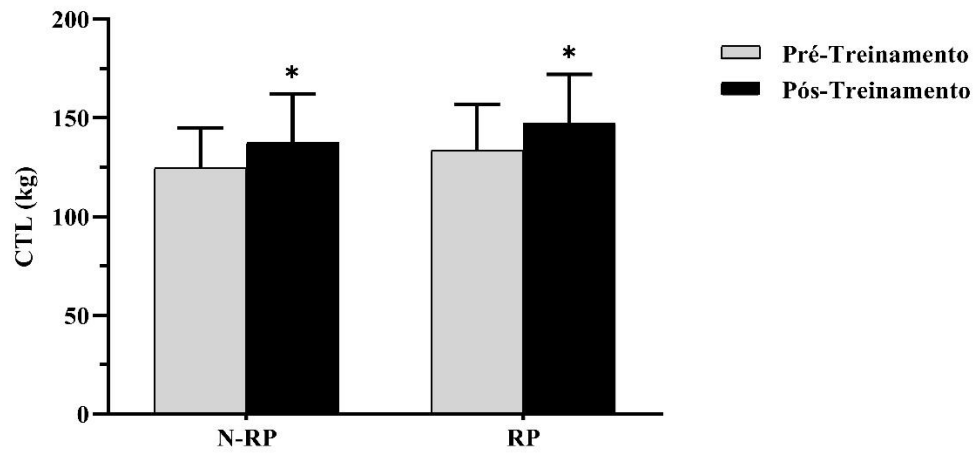


Figura 3. Carga total levantada antes e após 12 semanas de treinamento resistido em mulheres idosas destreinadas ($n = 106$). N-RP = não-responsivas, RP = responsivas. Dados apresentados em média e desvio padrão. * $P < 0,05$ vs pré.

Tabela 5. Testes funcionais antes e após 12 semanas de treinamento resistido em mulheres idosas destreinadas (n = 106).

Variáveis	N-RP (n = 51)	RP (n = 55)	Efeitos	P
FLC (reps)				
Pré	17,3 ± 2,7 (16,6; 18,0)	18,5 ± 3,1 (17,7; 19,3)	Grupo	0,53
Pós	19,2 ± 2,6 (18,5; 19,9) ^b	18,6 ± 2,9 (17,8; 19,3)	Tempo	< 0,05
Δ (IC95%)	+ 1,93 (0,93; 2,94)	+ 0,06 (- 1,18; 1,29)	Interação	< 0,05
TE	0,65	0,02		
LCC (s)				
Pré	6,39 ± 0,98 (6,13; 6,66)	6,58 ± 1,06 (6,31; 6,86)	Grupo	0,50
Pós	6,22 ± 0,99 (5,95; 6,49)	6,26 ± 0,93 (6,01; 6,51) ^b	Tempo	< 0,05
Δ (IC95%)	- 0,18 (- 0,52; 0,17)	- 0,32 (- 0,60; - 0,04)	Interação	0,38
TE	- 0,17	- 0,32		
SEL (reps)				
Pré	13,2 ± 1,8 (12,7; 13,7)	13,5 ± 2,2 (12,9; 14,1)	Grupo	0,38
Pós	14,0 ± 1,9 (13,5; 14,5) ^b	14,3 ± 2,3 (13,7; 14,9) ^b	Tempo	< 0,001
Δ (IC95%)	+ 0,82 (0,06; 1,59)	+ 0,79 (0,02; 1,57)	Interação	0,94
TE	0,40	0,39		
TC6min (m)				
Pré	497,9 ± 60,2 (481,4; 514,4)	485,4 ± 66,3 (467,9; 502,9)	Grupo	0,37
Pós	527,1 ± 63,9 (509,6; 544,6) ^b	518,6 ± 64,4 (501,5; 535,6) ^b	Tempo	< 0,001
Δ (IC95%)	+ 29,19 (10,87; 47,51)	+ 33,13 (17,38; 48,88)	Interação	0,67
TE	0,47	0,53		

Nota. N-RP = não-responsivas, RP = responsivas, FLC = teste de flexão de cotovelo, LCC = teste de levantar da cadeira e caminhar, SEL = teste de sentar e levantar, TC6min = teste de caminhada de seis minutos. Dados apresentados em média, desvio padrão e intervalo de confiança (IC95%). TE = tamanho de efeito, Δ = diferença média e IC95%. Covariáveis do modelo são fixadas nos seguintes valores: MME pré-treinamento: 17,66 kg. ^b P < 0,05 vs pré.

DISCUSSÃO

Os principais achados do presente estudo foram: (a) mudanças similares foram observadas em ambos os grupos para a força muscular dinâmica e para o desempenho nos testes motores analisados, embora sem alterações na MIGO e MME para o grupo N-RP; (b) uma melhora no desempenho do teste de FLC foi observada somente no grupo N-RP; (c) não foram observadas mudanças na MIGO-TR e 1RM no exercício cadeira extensora em ambos os grupos. Os resultados encontrados refutam nossa hipótese, no qual maiores respostas na força muscular dinâmica e aptidão funcional seriam alcançadas pelas participantes classificadas como responsivas para MME.

Embora as participantes do nosso estudo tenham sido dicotomicamente categorizadas acima ou abaixo do ponto de corte estabelecido para MME ($\geq 0,580$ kg), nossos resultados estão de acordo com Nunes et al. (2020), que após submeterem mulheres idosas destreinadas a um programa de TR de corpo inteiro ao longo de 12 semanas observaram uma mudança percentual entre 2,9% e 9,2% na MME para as idosas responsivas, enquanto no nosso estudo foi observado um aumento percentual entre 5,9% e 7,2%. Além disso, em ambos os estudos foi identificada uma heterogeneidade nas respostas adaptativas, de modo que algumas participantes obtiveram grandes aumentos na MME, enquanto outras aumentaram pouco ou até reduziram após a intervenção. Embora não tenham sido avaliados na presente investigação, alguns fatores parecem influenciar a responsividade ao aumento da MME após um programa de TR, como a modulação da taxa de síntese proteica, que depende da eficiência e capacidade de tradução do ribossomo na célula muscular (FIGUEIREDO, 2019), nesse sentido, indivíduos responsivos ao aumento da AST da fibra muscular tipo II parecem apresentar maiores alterações no conteúdo de ribossomo após um programa de TR (STEC et al., 2016). Além disso, indivíduos responsivos também parecem experimentar maior adição de células satélites e mionúcleos, auxiliando na regeneração do tecido muscular e resposta hipertrófica (PETRELLA et al., 2008). Outro fator seria a predisposição de fibras musculares do tipo II no pré-treinamento, sendo um possível preditor da resposta hipertrófica após um programa de TR (HAUN et al., 2019a), tendo em vista seu maior potencial hipertrófico (ROBERTS et al., 2018), entretanto, durante o envelhecimento uma redução acentuada nas fibras musculares do tipo II pode ser observada, o que possivelmente poderia influenciar sobre a capacidade de resposta hipertrófica em idosos (MITCHELL et al., 2012). Por fim, outros fatores extrínsecos como a ingestão proteica e qualidade do sono parecem influenciar a

magnitude das respostas hipertróficas provenientes do TR (DATTILO et al., 2011; NABUCO et al., 2019).

Em relação a força muscular, nosso estudo observou aumentos similares na força muscular dinâmica avaliada nos testes de 1RM independentemente de alterações na MME no grupo N-RP. Esses achados estão de acordo com informações prévias na literatura com indivíduos sem experiência em TR (MATTOCKS et al., 2017). Embora as divergências entre os estudos seja um fator que deve ser levado em consideração, uma possível explicação para esse fenômeno poderia ser atribuída as adaptações neurais e periféricas que não resultam em hipertrofia muscular, como alterações no córtex motor primário, na medula espinhal, aumento da sincronização, excitabilidade e recrutamento de unidades motoras, alterações na coativação agonista-antagonista além de mudanças nos tipos de fibras musculares esqueléticas/composição da isoforma da cadeia pesada de miosina e alterações na fosforilação da cadeia leve de miosina tornando a interação actina-miosina mais sensível ao Ca^{2+} liberado do retículo sarcoplasmático (AAGAARD et al., 2002; BICKEL; CROSS; BAMMAN, 2011; CANEPARI et al., 2005; GABRIEL; KAMEN; FROST, 2006; HODGSON; DOCHERTY; ROBBINS, 2005; MOREILLON et al., 2019; PEARCEY et al., 2021).

Ainda que seja hipotetizado que o aumento da força muscular inicialmente ocorra a partir de adaptações neurais e a hipertrofia muscular seria um fator predominante posteriormente, informações disponíveis na literatura com indivíduos experientes em TR também observaram aumentos na força muscular independentemente de alterações na MME (BUCKNER et al., 2021), sugerindo que embora o aumento da força muscular a longo prazo possa sofrer influencia de adaptações musculares (hipertrofia), talvez as contribuições decorrentes das adaptações neurais ainda persistam ao longo do tempo, ainda que mais estudos sejam necessários para testar essa hipótese (PEARCEY et al., 2021).

Por outro lado, embora o aumento da força muscular pareça ocorrer independente de alterações na MME não significa necessariamente que a hipertrofia muscular não possa contribuir nesse fenômeno. A adição de sarcômeros em paralelo em uma miofibrila a partir da hipertrofia induzida pelo treinamento aumenta a capacidade de produção de força de uma miofibrila (VAN DER PIJL et al., 2018). Nesse sentido, Taber et al. (2019) advogam que a partir das possíveis relações causais (necessária, suficiente e contributiva) a hipertrofia miofibrilar possuiria um efeito causal contributivo, contudo, a ausência de avaliações diretas sobre as alterações hipertróficas no tecido muscular aliado a diferentes status de treinamento entre os indivíduos, intervenções de curta duração e diferenças entre os delineamentos experimentais utilizados para testar essa hipótese dificultam o estabelecimento de possíveis

inferências. A implementação de modelos estatísticos causais poderiam contribuir para a discussão além de identificar possíveis variáveis de confusão dessa relação (NUZZO; FINN; HERBERT, 2019).

Em relação a aptidão funcional, os achados do nosso estudo estão de acordo com trabalhos anteriores, no qual observou-se que a prática de programas de TR foi eficaz na melhora do desempenho em testes motores relacionados a aptidão funcional (AGUIAR et al., 2013; DIB et al., 2020; GERAGE et al., 2013). Nossos resultados mostraram alterações similares nos testes de LCC, SEL e TC6min para as participantes responsivas e não-responsivas ao aumento da MME após 12 semanas de TR. Uma possível explicação seria o aumento similar na força muscular observado entre os grupos, independente de alterações na MME, tendo em vista que a capacidade de produção de força e potência muscular parece exercer maior influência sobre a funcionalidade de indivíduos idosos, quando comparado a MME (DOS SANTOS et al., 2017; ORSSATTO et al., 2020). Por outro lado, o grupo N-RP apresentou uma melhora no desempenho do teste de FLC superior comparado ao grupo RP. Uma possível explicação seria uma limitação no critério de classificação dos grupos experimentais a partir da responsividade ao aumento da MME total, sem levar em consideração os segmentos corporais, podendo assim uma participante responder positivamente para o aumento na MME total e negativamente para MIGO-MI ou MIGO-MS. Desse modo, a presença de participantes não responsivas ao aumento da MIGO-MS no grupo RP poderia ter influenciado no resultado observado. Logo, estudos futuros que classifiquem a responsividade ao aumento da MME a partir dos diferentes segmentos corporais poderão auxiliar a elucidar essa questão.

Nosso estudo possui pontos fortes que merecem ser destacados, como o monitoramento dos hábitos alimentares durante o estudo, considerando o papel da ingestão proteica sobre a magnitude das respostas hipertróficas em idosos após a realização de programas de TR (NABUCO et al., 2019; TRAYLOR; GORISSEN; PHILLIPS, 2018), além disso, em cada uma das sessões de TR todas participantes foram acompanhadas por profissionais de Educação Física, tendo em vista que maiores respostas são obtidas quando o TR é supervisionado (LACROIX et al., 2017), por fim, considerando a importância do princípio da sobrecarga progressiva sobre a magnitude das respostas adaptativas provenientes do TR, o controle da intensidade e progressão da carga de treinamento foi realizado ao longo das sessões conforme as recomendações da literatura (ACSM et al., 2009b). Por outro lado, nosso estudo possui limitações que devem ser levadas em consideração, como a avaliação da hipertrofia muscular por exames de absorptometria radiológica de dupla energia, que embora

seja um método validado para predição da MME de corpo inteiro a partir de exames de ressonância magnética como referência (KIM et al., 2002), não permite a avaliação dos componentes estruturais do tecido muscular, o que poderia contribuir para a discussão do presente estudo. Além disso, a atividade física habitual fora da sala de musculação não foi monitorada, assim como a ingestão de estimulantes antes da sessão de treinamento como a cafeína, tendo em vista sua influência sobre a performance (GUEST et al., 2021). Embora nossa amostra tenha sido composta por mulheres idosas destreinadas a pelo menos 3 meses anteriores ao estudo, o histórico prévio de TR não foi controlado, o que pode ser um fator de confusão para os nossos resultados. Por fim, os resultados do presente estudo são específicos para mulheres idosas destreinadas, limitando possíveis generalizações para outras populações.

Em síntese, nossos resultados sugerem que a responsividade ao ganho de MME parece não influenciar nas respostas adaptativas da força muscular dinâmica e aptidão funcional em mulheres idosas destreinadas após 12 semanas de TR. Futuras investigações poderão ampliar os achados desse estudo para outras populações com diferentes status de treinamento além de investigar outros parâmetros de saúde na população idosa.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados encontrados no presente estudo sugerem que os valores iniciais de MME parecem influenciar a magnitude das alterações na força muscular dinâmica, hipertrofia muscular, desempenho nos testes funcionais e qualidade muscular em mulheres idosas destreinadas, no qual os maiores benefícios parecem ser alcançados pelas participantes previamente classificadas com os menores valores de MME. Além disso, a responsividade ao ganho de MME parece não exercer influência sobre as respostas adaptativas de força muscular dinâmica e aptidão funcional após 12 semanas de TR nesta população.

Com base nesses achados, nosso estudo reforça a necessidade da implementação de programas de TR para a população idosa, principalmente para aqueles que apresentam baixos valores de MME, sendo esses capazes de possuir um maior potencial de resposta. Além disso, a qualidade muscular durante o envelhecimento parece ser mais relevante que a quantidade de tecido muscular esquelético, dessa forma, estratégias para o controle da massa corporal como a melhora dos hábitos alimentares e a prática regular de exercícios físicos desde as idades mais recentes poderão auxiliar contra os efeitos deletérios da obesidade sobre o desenvolvimento de doenças crônicas degenerativas além de proporcionar um envelhecimento com melhor função física e qualidade de vida.

Ainda, embora o TR seja eficaz no aumento da MME em idosos, nós observamos uma grande variação interindividual nas respostas adaptativas, com participantes que alcançaram grandes aumentos enquanto outras não. Desse modo, a compreensão dos fatores intrínsecos e extrínsecos que regulam as respostas hipertróficas, assim como outros parâmetros de aptidão física como a força muscular e aptidão funcional poderão melhor direcionar o Profissional de Educação Física no desenvolvimento de estratégias aplicadas no ambiente prático. Futuras investigações poderão expandir os achados desse estudo para outras populações com diferentes status de treinamento além de ampliar a investigação sobre outros parâmetros de saúde na população idosa.

REFERÊNCIAS

AAGAARD, P. et al. Neural adaptation to resistance training: changes in evoked V-wave and H-reflex responses. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 92, n. 6, p. 2309-2318, jun. 2002.

ABAD-DÍEZ, J. M. et al. Age and gender differences in the prevalence and patterns of multimorbidity in the older population. **BMC Geriatrics**, London, v. 14, p. 75, jun. 2014.

ACSM et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 41, n. 7, p. 1510-1530, jul. 2009a.

ACSM et al. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 41, n. 3, p. 687-708, mar. 2009b.

AGUIAR, A. F. et al. Long-term creatine supplementation improves muscular performance during resistance training in older women. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 113, n. 4, p. 987-996, abr. 2013.

AHTIAINEN, J. P. et al. Heterogeneity in resistance training-induced muscle strength and mass responses in men and women of different ages. **Age**, Dordrecht, v. 38, n. 1, p. 10, fev. 2016.

ALEMÁN-MATEO, H. et al. Association between insulin resistance and low relative appendicular skeletal muscle mass: evidence from a cohort study in community-dwelling older men and women participants. **The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences**, Washington, v. 69, n. 7, p. 871-877, jul. 2014.

AMARANTE DO NASCIMENTO, M. et al. Familiarization and reliability of one repetition maximum strength testing in older women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 27, n. 6, p. 1636-1642, jun. 2013.

AVERSA, Z. et al. The clinical impact and biological mechanisms of skeletal muscle aging. **Bone**, New York, v. 127, p. 26-36, out. 2019.

BASILE, C. et al. Phase angle as bioelectrical marker to identify elderly patients at risk of sarcopenia. **Experimental Gerontology**, Tarrytown, v. 58, p. 43-46, out. 2014.

BICKEL, C. S.; CROSS, J. M.; BAMMAN, M. M. Exercise dosing to retain resistance training adaptations in young and older adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 43, n. 7, p. 1177–1187, jul. 2011.

BISCHOFF-FERRARI, H. A. et al. Comparative performance of current definitions of sarcopenia against the prospective incidence of falls among community-dwelling seniors age 65 and older. **Osteoporosis International**, London, v. 26, n. 12, p. 2793-2802, dez. 2015.

BREEN, L.; PHILLIPS, S. M. Skeletal muscle protein metabolism in the elderly: Interventions to counteract the “anabolic resistance” of ageing. **Nutrition and Metabolism**, London, v. 8, n. 1, p. 68, out. 2011.

BUCKNER, S. L. et al. Do exercise-induced increases in muscle size contribute to strength in resistance-trained individuals? **Clinical Physiology and Functional Imaging**, Oxford, v. 41, n. 4, p. 326-333, jul. 2021.

BUCKNER, S. L. et al. The problem of muscle hypertrophy: revisited. **Muscle and Nerve**, Hoboken, v. 54, n. 6, p. 1012-1014, dez. 2016.

CANEPARI, M. et al. Effects of resistance training on myosin function studied by the in vitro motility assay in young and older men. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 98, n. 6, p. 2390-2395, jun. 2005.

CHMELO, E. A. et al. Heterogeneity of physical function responses to exercise training in older adults. **Journal of the American Geriatrics Society**, Malden, v. 63, n. 3, p. 462-469, mar. 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**, New York, v. 16, n. 5, p. 400-411, maio. 2015.

CLARK, B. C.; MANINI, T. M. Functional consequences of sarcopenia and dynapenia in the elderly. **Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care**, London, v. 13, n. 3, p. 271-276, maio. 2010.

COHEN, J. A power primer. **Psychological Bulletin**, Washington, v. 112, n. 1, p. 155-159, jul. 1992.

CRUZ-JENTOFT, A. J. et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. **Age and Ageing**, Oxford, v. 39, n. 4, p. 412-423, jul. 2010.

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

CUNHA, P. M. et al. Improvement of cellular health indicators and muscle quality in older women with different resistance training volumes. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 36, n. 24, p. 2843-2848, dez. 2018.

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**, Champaign, v. 34, n. 4, p. 1008-1016, abr. 2020.

DAMAS, F. et al. A Review of Resistance Training-Induced Changes in Skeletal Muscle Protein Synthesis and Their Contribution to Hypertrophy. **Sports Medicine**, Auckland, v. 45, n. 6, p. 801-807, jun. 2015.

DAMAS, F.; LIBARDI, C. A.; UGRINOWITSCH, C. The development of skeletal muscle hypertrophy through resistance training: the role of muscle damage and muscle protein synthesis. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 118, n. 3, p. 485-500, mar. 2018.

DATTILO, M. et al. Sleep and muscle recovery: Endocrinological and molecular basis for a new and promising hypothesis. **Medical Hypotheses**, New York, v. 77, n. 2, p. 220-222, ago. 2011.

DE BUYSER, S. L. et al. Validation of the FNIH sarcopenia criteria and SOF frailty index as predictors of long-term mortality in ambulatory older men. **Age and Ageing**, Oxford, v. 45, n. 5, p. 602-608, set. 2016.

DIB, M. M. et al. Effects of Three Resistance Exercise Orders on Muscular Function and Body Composition in Older Women. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 41, n. 14, p. 1024-1031, dez. 2020.

DOS SANTOS, L. et al. The improvement in walking speed induced by resistance training is associated with increased muscular strength but not skeletal muscle mass in older women. **European Journal of Sport Science**, Abingdon, v. 17, n. 4, p. 488-494, maio. 2017.

FIGUEIREDO, V. C. Revisiting the roles of protein synthesis during skeletal muscle hypertrophy induced by exercise. **American Journal of Physiology - Regulatory Integrative and Comparative Physiology**, Bethesda, v. 317, n. 5, p. 709-718, nov. 2019.

FRAGALA, M. S. et al. Resistance training for older adults: position statement from the National Strength and Conditioning Association. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 33, n. 8, p. 2019-2052, ago. 2019.

FRAGALA, M. S.; KENNY, A. M.; KUCHEL, G. A. Muscle Quality in Aging: a Multi-Dimensional Approach to Muscle Functioning with Applications for Treatment. **Sports Medicine**, Auckland, v. 45, n. 5, p. 641-658, maio. 2015.

FRANCHI, M. V. et al. Muscle thickness correlates to muscle cross-sectional area in the assessment of strength training-induced hypertrophy. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, Copenhagen, v. 28, n. 3, p. 846-853, mar. 2018.

GABRIEL, D. A.; KAMEN, G.; FROST, G. Neural adaptations to resistive exercise: Mechanisms and recommendations for training practices. **Sports Medicine**, Auckland, v. 36, n. 2, p. 133-149, 2006

GARCÍA-HERMOSO, A. et al. Muscular Strength as a Predictor of All-Cause Mortality in an Apparently Healthy Population: A Systematic Review and Meta-Analysis of Data From Approximately 2 Million Men and Women. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, Philadelphia, v. 99, n. 10, p. 2100-2113, out. 2018.

GERAGE, A. M. et al. Impact of 12 weeks of resistance training on physical and functional fitness in elderly women. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 15, n. 2, p. 145-154, abr. 2013.

GOODPASTER, B. H. et al. Intramuscular lipid content is increased in obesity and decreased by weight loss. **Metabolism: Clinical and Experimental**, Philadelphia, v. 49, n. 4, p. 467-472, abr. 2000.

GORDON, B.; CHEN, S.; DURSTINE, J. L. The effects of exercise training on the traditional lipid profile and beyond. **Current Sports Medicine Reports**, Philadelphia, v. 13, n. 4, p. 253-259, jul-ago. 2014.

GORDON, C. C.; CHUMLEA, W. C.; ROCHE, A. F. Stature, recumbent length, and weight. **Anthropometric standardization reference manual**. Champaign: Human kinetics Books, 1988.

GRGIC, J. et al. Effects of Resistance Training on Muscle Size and Strength in Very Elderly Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. **Sports Medicine**, Auckland, v. 50, n. 11, p. 1983-1999, nov. 2020.

GUEST, N. S. et al. International society of sports nutrition position stand: caffeine and exercise performance. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, London, v. 18, n. 1, p. 1-37, jan. 2021.

HAUN, C. T. et al. Pre-training skeletal muscle fiber size and predominant fiber type best predict hypertrophic responses to 6 weeks of resistance training in to previously trained young men. **Frontiers in Physiology**, Lausanne, v. 10, p. 297, mar. 2019a.

HAUN, C. T. et al. A critical evaluation of the biological construct skeletal muscle hypertrophy: size matters but so does the measurement. **Frontiers in Physiology**, Lausanne, v. 10, p. 247, mar. 2019b.

HODGSON, M.; DOCHERTY, D.; ROBBINS, D. Post-activation potentiation: underlying physiology and implications for motor performance. **Sports Medicine**, Auckland, v. 35, n. 7, p. 585-595, fev. 2005.

HOPKINS, W. G. Measures of reliability in sports medicine and science. **Sports Medicine**, Auckland, v. 30, n. 1, p. 1-15, jul. 2000.

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

JANSSEN, I. et al. Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18-88 yr. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 89, n. 1, p. 81-88, jul. 2000.

JESSEE, M. B. et al. Muscle adaptations to high-load training and very low-load training with and without blood flow restriction. **Frontiers in Physiology**, Lausanne, v. 9, p. 1448, out. 2018.

KIM, J. et al. Total-body skeletal muscle mass: estimation by a new dual-energy X-ray absorptiometry method. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Rockville, v. 76, n. 2, p. 378-383, ago. 2002.

LACROIX, A. et al. Effects of Supervised vs. Unsupervised Training Programs on Balance and Muscle Strength in Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine**, Auckland, v. 47, n. 11, p. 2341-2361, nov. 2017.

LIU, C. K.; FIELDING, R. A. Exercise as an Intervention for Frailty. **Clinics in Geriatric Medicine**, Philadelphia, v. 27, n. 1, p. 101-110, fev. 2011.

LIXANDRÃO, M. E. et al. Time course of resistance training-induced muscle hypertrophy in the elderly. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 30, n. 1, p. 159-163, jan. 2016.

LOENNEKE, J. P. et al. Time-course of muscle growth, and its relationship with muscle strength in both young and older women. **Geriatrics and Gerontology International**, Tokyo, v. 17, n. 11, p. 2000-2007, nov. 2017.

LOENNEKE, J. P. et al. Exercise-induced changes in muscle size do not contribute to exercise-induced changes in muscle strength. **Sports Medicine**, Auckland, v. 49, n. 7, p. 987-991, jul. 2019a.

LOENNEKE, J. P. et al. Is muscle growth a mechanism for increasing strength? **Medical Hypotheses**, New York, v. 125, p. 51-56, abr. 2019b.

MANGINE, G. T. et al. Influence of Baseline Muscle Strength and Size Measures on Training Adaptations in Resistance-trained Men. **International journal of exercise science**, Bowling , v. 11, n. 4, p. 198-213, maio. 2018.

MATTOCKS, K. T. et al. Practicing the Test Produces Strength Equivalent to Higher Volume Training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 49, n. 9, p. 1945-1954, set. 2017.

MAUGHAN, R. J.; WATSON, J. S.; WEIR, J. Muscle strength and cross-sectional area in man: a comparison of strength-trained and untrained subjects. **British journal of sports medicine**, London, v. 18, n. 3, p. 149-157, set. 1984.

MESSIER, V. et al. Menopause and sarcopenia: a potential role for sex hormones. **Maturitas**, Limerick, v. 68, n. 4, p. 331-336, abr. 2011.

MITCHELL, W. K. et al. Sarcopenia, dynapenia, and the impact of advancing age on human skeletal muscle size and strength: a quantitative review. **Frontiers in Physiology**, Lausanne, v. 3, p. 260, jul. 2012.

MOREILLON, M. et al. Hybrid fiber alterations in exercising seniors suggest contribution to fast-to-slow muscle fiber shift. **Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle**, Berlin, v. 10, n. 3, p. 687-695, jun. 2019.

MORGAN, P. T.; SMEUNINX, B.; BREEN, L. Exploring the Impact of Obesity on Skeletal Muscle Function in Older Age. **Frontiers in Nutrition**, Lausanne, v. 7, dez. 2020.

MORITANI, T.; DEVRIES, H. A. Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. **American Journal of Physical Medicine**, Baltimore, v. 58, n. 3, p. 115-130, jun. 1979.

NABUCO, H. C. G. et al. Effects of higher habitual protein intake on resistance-training-induced changes in body composition and muscular strength in untrained older women: a clinical trial study. **Nutrition and Health**, London, v. 25, n. 2, p. 103-112, jun. 2019.

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

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**, Berlin, v. 33, n. 4, p. 1071-1078, abr. 2020.

NUZZO, J. L.; FINN, H. T.; HERBERT, R. D. Causal mediation analysis could resolve whether training-induced increases in muscle strength are mediated by muscle hypertrophy. **Sports Medicine**, Auckland, v. 49, n. 9, p. 1309-1315, set. 2019.

ORSSATTO, L. B. R. et al. Lean, fast and strong: Determinants of functional performance in the elderly. **Clinical Biomechanics**, Oxford, v. 78, p. 105073, ago. 2020.

PEARCEY, G. E. P. et al. Chronic resistance training: is it time to rethink the time course of neural contributions to strength gain? **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, maio. 2021. No prelo. doi: 10.1007/s00421-021-04730-4. Acesso em: 29 jun. 2021.

PEDERSEN, B. K. Muscles and their myokines. **The Journal of Experimental Biology**, London, v. 214, n. 2, p. 337-346, jan. 2011.

PEDERSEN, B. K. The disease of physical inactivity - and the role of myokines in muscle-fat cross talk. **Journal of Physiology**, Oxford, v. 587, n. 23, p. 5559-5568, dez. 2009.

PETRELLA, J. K. et al. Potent myofiber hypertrophy during resistance training in humans is associated with satellite cell-mediated myonuclear addition: A cluster analysis. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 104, n. 6, p. 1736-1742, jun. 2008.

PICKERING, C.; KIELY, J. Do non-responders to exercise exist—and if so, what should we do about them? **Sports Medicine**, Auckland, v. 49, n. 1, p. 1-7, jan. 2019.

PINA, F. L. C. et al. Similar Effects of 24 Weeks of Resistance Training Performed with Different Frequencies on Muscle Strength, Muscle Mass, and Muscle Quality in Older Women. **International journal of exercise science**, Bowling, v. 12, n. 6, p. 623-635, maio. 2019.

RASCH, P. J. The problem of muscle hypertrophy: a review. **The Journal of the American Osteopathic Association**, Chicago, v. 54, n. 9, p. 525-528, maio. 1955.

RIBEIRO, A. S. et al. Effect of resistance training on C-reactive protein, blood glucose and lipid profile in older women with differing levels of RT experience. **Age**, Dordrecht, v. 37, n. 6, p. 109, dez. 2015.

RIKLI, R. E.; JONES, C. J. Functional fitness normative scores for community-residing older adults, ages 60-94. **Journal of Aging and Physical Activity**, Champaign, v. 7, n. 2, p. 162-

181, 1999.

RIKLI, R.; JONES, C. J. **Senior fitness test manual**. 2. ed. Champaign: Human Kinetics, 2013.

ROBERTS, M. D. et al. Physiological differences between low versus high skeletal muscle hypertrophic responders to resistance exercise training: Current perspectives and future research directions. **Frontiers in Physiology**, Lausanne, v. 9, p. 834, jul. 2018.

RODRÍGUEZ-ROSELL, D. et al. Physiological and methodological aspects of rate of force development assessment in human skeletal muscle. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, Oxford, v. 38, n. 5, p. 743-762, set. 2018.

SCARPELLI, M. C. et al. Muscle Hypertrophy Response Is Affected by Previous Resistance Training Volume in Trained Individuals. **Journal of strength and conditioning research**, Champaign, fev. 2020. No prelo. doi: 10.1519/JSC.0000000000003558. Acesso em: 1 jul. 2021.

SCHNYDER, S.; HANDSCHIN, C. Skeletal muscle as an endocrine organ: PGC-1 α , myokines and exercise. **Bone**, New York, v. 80, p. 115-125, nov. 2015.

SCHOENFELD, B. J. et al. Strength and hypertrophy adaptations between low- versus high-load resistance training: a systematic review and meta-analysis. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 31, n. 12, p. 3508-3523, dez. 2017.

SMEUNINX, B. et al. Age-related anabolic resistance of myofibrillar protein synthesis is exacerbated in obese inactive individuals. **Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, New York, v. 102, n. 9, p. 3535-3545, set. 2017.

STEC, M. J. et al. Ribosome biogenesis may augment resistance training-induced myofiber hypertrophy and is required for myotube growth in vitro. **American Journal of Physiology - Endocrinology and Metabolism**, Bethesda, v. 310, n. 8, p. 652-661, abr. 2016.

TABER, C. B. et al. Exercise-Induced Myofibrillar Hypertrophy is a Contributory Cause of

Gains in Muscle Strength. **Sports Medicine**, Auckland, v. 49, n. 7, p. 993-997, jul. 2019.

THOMAS, E. et al. The effect of resistance training programs on lean body mass in postmenopausal and elderly women: a meta-analysis of observational studies. **Aging Clinical and Experimental Research**, Berlin, abr. 2021. No prelo. doi: 10.1007/s40520-021-01853-8. Acesso em: 28 jun. 2021.

TRAYLOR, D. A.; GORISSEN, S. H. M.; PHILLIPS, S. M. Perspective: Protein requirements and optimal intakes in aging: Are we ready to recommend more than the recommended daily allowance? **Advances in Nutrition**, Bethesda, v. 9, n. 3, p. 171-182, maio. 2018.

VAN DER PIJL, R. et al. Titin-based mechanosensing modulates muscle hypertrophy. **Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle**, Berlin, v. 9, n. 5, p. 947-961, out. 2018.

VERONESE, N. et al. Association between sarcopenia and diabetes: a systematic review and meta-analysis of observational studies. **European Geriatric Medicine**, Cham, v. 10, n. 5, p. 685-696, jun. 2019.

WIEDMER, P. et al. Sarcopenia – molecular mechanisms and open questions. **Ageing Research Reviews**, v. 65, p. 101200, Oxford, jan. 2021.

YANG, M. et al. Low skeletal muscle mass is associated with arterial stiffness in community-dwelling Chinese aged 45 years and older. **BMC Public Health**, London, v. 20, n. 1, p. 226, fev. 2020.

APÊNDICES

Apêndice A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Título da pesquisa:

“IMPACTO DE DIFERENTES FREQUÊNCIAS SEMANAIS AO TREINAMENTO COM PESOS EM MULHERES IDOSAS”

Prezada Senhora:

Gostaríamos de convidá-la para participar da pesquisa **“Impacto de diferentes frequências semanais ao treinamento com pesos em mulheres idosas”**, a ser realizada no município de Londrina/PR. O objetivo desta pesquisa é analisar os efeitos de 24 semanas de treinamento com pesos (TP) realizado em diferentes frequências semanais sobre indicadores metabólicos, fisiológicos, neuromusculares e morfológicos em mulheres idosas.

Todas as avaliações serão realizadas por profissionais previamente treinados para tal finalidade. A assinatura deste termo permitirá que você participe das seguintes atividades: (1) Programa de treinamento com pesos com duração de 24 semanas que será acompanhado por profissionais e estudantes de Educação Física; (2) Preenchimento de questionários sobre histórico de saúde e atividade física habitual; (3) Medidas de peso, altura, pressão arterial, frequência cardíaca em repouso e atividade física habitual; (4) Avaliação da composição corporal pelos métodos de impedância bioelétrica (teste com duração de ~30 s: deitado em um colchonete, dois pequenos eletrodos serão colocados na mão e pé direito e transmitirão uma pequena corrente elétrica que indicará a quantidade de água [procedimento indolor e sem qualquer tipo de risco]), DEXA (teste com duração de aproximadamente sete minutos: deitada em uma mesa no próprio equipamento, sem portar qualquer tipo de objeto metálico, vestindo apenas roupas leves [shorts e top]. O equipamento fará um escaneamento do corpo todo para determinação da massa livre de gordura, massa gorda e massa óssea [procedimento indolor e sem qualquer tipo de risco]); (5) Coleta de sangue venoso em jejum de 12 h feita por um técnico capacitado e habilitado para a avaliação de indicadores metabólicos; (6) Avaliação nutricional por meio da aplicação de registros alimentares de três dias; (7) Avaliação da aptidão neuromuscular por meio de testes de uma repetição máxima (teste realizado em três exercícios para os segmentos de membros superiores, inferiores e tronco, que consiste na realização de três tentativas com o objetivo de levantar a maior quantidade de peso possível em apenas uma repetição para determinação da força muscular máxima).

Gostaríamos de esclarecer que a participação é totalmente voluntária. A participante pode recusar-se a participar/desistir a qualquer momento sem sofrer prejuízo algum. As informações serão utilizadas somente para fins de pesquisa e todos os documentos e amostras utilizados serão identificados por um código numérico sem identificação nominal para preservar a identidade da participante. Lembramos que não será cobrada taxa alguma por estas avaliações. Da mesma forma, não será paga quantia alguma as participantes.

Ao final do estudo, comprometemo-nos a retornar com os resultados de todas as avaliações, que serão entregues as participantes. Espera-se com essa pesquisa, proporcionar informações que possam favorecer a melhoria da saúde e qualidade de vida de mulheres idosas por meio da prática de treinamento e associação com aspectos nutricionais, além de possibilitar a melhoria de parâmetros morfológicos, fisiológicos, neuromusculares e metabólicos das participantes. Apesar de considerados mínimos, os possíveis riscos são: desconfortos na coleta sanguínea e cansaço durante os testes físicos. É possível também que alguns grupamentos musculares exigidos nos testes de esforço fiquem doloridos entre 24 e 48 horas após a realização dos mesmos.

Caso você tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos pode contactar o Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino, no Laboratório de Metabolismo, Nutrição e Exercício, localizado no Centro de Educação Física e Esporte, da Universidade Estadual de Londrina, pelo telefone (43) 3371-4772 / 9139-4509 ou procurar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina, na Avenida Robert Kock, 60 ou no telefone (43) 3371-2490. Este termo deverá ser preenchido em duas vias de igual teor, sendo uma delas, devidamente preenchida, assinada e entregue a você.

Londrina, ____ de _____ de 2012.

Pesquisador Responsável

RG: _____

Eu, _____ (nome por extenso do sujeito de pesquisa), tendo sido devidamente esclarecido sobre os procedimentos da pesquisa, concordo em participar **voluntariamente** da pesquisa descrita acima.

Assinatura (ou impressão dactiloscópica): _____

Data: _____

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

“Efeito da suplementação de Whey Protein associado ao treinamento com pesos em mulheres idosas”

Prezado(a) Senhor(a):

Gostaríamos de convidá-lo (a) para participar da pesquisa ***“Efeito da suplementação de Whey Protein associado ao treinamento com pesos em mulheres idosas”***, a ser realizada em “Londrina/PR”. O objetivo da pesquisa é “analisar o efeito da suplementação alimentar associado a um programa de treinamento com pesos sobre parâmetros morfológicos (massa muscular), metabólicos (glicose, colesterol, triglicerídeos) e de desempenho (capacidade funcional, equilíbrio) de mulheres idosas”. Sua participação é muito importante e ela se daria da seguinte forma:

- (1) Programa de treinamento com pesos com duração de 12 semanas;
- (2) Preenchimento de questionários sobre prática de atividades físicas, hábitos alimentares e fumo;
- (3) Medidas de peso, estatura e pressão arterial/frequência cardíaca em repouso;
- (4) Avaliação da composição corporal pelos métodos de impedância bioelétrica (teste com duração de 30s: deitado em um colchonete, dois pequenos eletrodos serão colocados na mão e pé direito e transmitirão uma pequena corrente elétrica que indicará a quantidade de água [procedimento indolor e sem qualquer tipo de risco]), DEXA (teste com duração de aproximadamente sete minutos: deitado em uma mesa no próprio equipamento, sem portar qualquer tipo de objeto metálico, vestindo apenas roupas). O equipamento fará um escaneamento do corpo todo para determinação da massa livre de gordura (procedimento indolor e sem qualquer tipo de risco);
- (5) Coleta de sangue venoso em jejum de 12 h feito por um técnico capacitado e habilitado para a avaliação de indicadores metabólicos;
- (6) Avaliação da aptidão neuromuscular pelos testes de uma repetição máxima (teste realizado em três exercícios para os segmentos de membros superiores, inferiores e tronco, que consiste na realização de três tentativas com o objetivo de levantar a maior quantidade de peso possível em apenas uma repetição para determinação da força muscular máxima);
- (7) Consumir uma dose do suplemento proteico durante cada dia de treinamento.

Esclarecemos que sua participação é totalmente voluntária, podendo você: recusar-se a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento, sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo à sua pessoa. Esclarecemos, também, que suas informações serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a sua identidade. Após as análises do estudo todo material sanguíneo coletado será descartado.

Esclarecemos ainda, que você não pagará e nem será remunerado(a) por sua participação. Garantimos, no entanto, que todas as despesas decorrentes da pesquisa serão ressarcidas, quando devidas e decorrentes especificamente de sua participação. Caso ocorra algum tipo de desconforto ou dano, previsto ou não (ex.: acidente durante a manipulação de pesos, ou durante a execução dos exercícios), decorrente da execução do projeto, o participante será prontamente atendido e amparado pela equipe do projeto. Quanto à substância oferecida como suplemento, não existem danos à saúde comprovados na literatura devido a sua ingestão dentro das doses recomendadas, nem quanto a restrição a populações especiais, como diabetes. Todas as participantes serão informadas sobre a suplementação de whey protein e questionadas quanto a possíveis alergias, no entanto, caso alguma participante apresente sintomas de intolerância será suspensa a suplementação.

Os benefícios esperados são favorecer a melhoria da saúde e qualidade de vida de indivíduos adultos idosos por meio da prática de treinamento e associação com aspectos nutricionais, além de possibilitar a melhoria de parâmetros morfológicos, neuromusculares e metabólicos dos participantes. Quanto aos riscos, desconfortos na coleta sanguínea e cansaço durante os testes físicos. É possível também que alguns grupamentos musculares exigidos nos testes de esforço fiquem doloridos entre 24 e 48 horas após a realização dos mesmos. Ao final da pesquisa, as pessoas submetidas ao grupo controle também receberão a suplementação de whey protein, ao término do projeto, sem nenhum custo. Assim como, as pessoas que não ficaram alocadas no grupo de melhor resultado receberão a suplementação ao término do projeto, sem nenhum custo.

As coletas de dados (sangue, alimentação, teste físico) serão realizadas antes do início do projeto e logo no final da intervenção. Todas as coletas de dados (sangue, alimentação, teste físico) serão realizadas nas dependências do CEFE (Centro de Educação Física e Esporte). Sendo que os testes de RM serão realizados na academia, e a coleta sanguínea será realizada no laboratório do GEPEMENE. A avaliação alimentar será realizada no laboratório do GEPEMENE também

Caso você tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos poderá nos contatar Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino, no Laboratório de Metabolismo, Nutrição e Exercício, localizado no Centro de Educação Física e Esporte, da Universidade Estadual de Londrina, pelo telefone (43) 3371-4772 / 9139-4509, ou procurar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina, situado junto ao LABESC – Laboratório Escola, no Campus Universitário, telefone 3371-5455, e-mail: cep268@uel.br.

Este termo deverá ser preenchido em duas vias de igual teor, sendo uma delas devidamente preenchida, assinada e entregue à você.

Londrina, ____ de _____ de 201__.

Pesquisador Responsável

RG:: _____

<p>_____ (NOME POR EXTENSO DO PARTICIPANTE DA PESQUISA), tendo sido devidamente esclarecido sobre os procedimentos da pesquisa, concordo em participar voluntariamente da pesquisa descrita acima.</p> <p>Assinatura (ou impressão dactiloscópica): _____</p> <p>Data: _____</p>

Obs.: Caso o participante da pesquisa seja menor de idade, o texto deve estar voltado para os pais e deve ser incluído ainda, campo para assinatura do menor e do responsável.



Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

“Efeitos da suplementação de colágeno hidrolisado e whey protein associado a 12 semanas de treinamento com pesos sobre a composição corporal, biomarcadores sanguíneos, força muscular e aspectos de saúde da articulação do joelho em mulheres idosas”

Prezado(a) Senhor(a):

Gostaríamos de convidá-lo (a) para participar da pesquisa **“Efeitos da suplementação de colágeno hidrolisado e whey protein associado a 12 semanas de treinamento com pesos sobre a composição corporal, biomarcadores sanguíneos, força muscular e aspectos de saúde da articulação do joelho em mulheres idosas”**, a ser realizado no Centro de Educação Física e Esportes (CEFE), localizado no Campus da Universidade Estadual de Londrina, do município de Londrina-PR. O objetivo da pesquisa é “analisar o efeito da suplementação alimentar associado a um programa de treinamento com pesos sobre parâmetros morfológicos (massa muscular e cartilagem), metabólicos (glicose, colesterol, triglicerídeos) e de desempenho (capacidade funcional, equilíbrio) de mulheres idosas”. Sua participação é muito importante e ela se daria da seguinte forma:

Programa de treinamento com pesos com duração de 12 semanas, a ser realizado as segundas, quartas e sextas no período matutino no CEFE com duração de 1 (uma) hora;
 Preenchimento de questionários sobre prática de atividades físicas, hábitos alimentares e fumo no Laboratório do GEPEMENE com duração de 5 (cinco) minutos cada questionário;
 Medidas de peso, estatura com uma balança (Balmak, Laboratory Equipment Labstore, Curitiba, Paraná, Brasil), e pressão arterial (Aparelho Medidor de Pressão De Braço Digital Automático Omron HEM-7113) serão realizadas no Laboratório do GEPEMENE com duração de 15 (quinze) minutos para todas as avaliações;

(4) Avaliação da composição corporal pelos métodos de impedância bioelétrica ((Xitron 4200 Bioimpedance Spectrum Analyzer) teste com duração de 30s: deitado em um colchonete, dois pequenos eletrodos serão colocados na mão e pé direito e transmitirão uma pequena corrente elétrica que indicará a quantidade de água (procedimento indolor e sem qualquer tipo de risco), DEXA (Lunar Prodigy, modelo GE Healthcare, ID 14739 Madison, WI, USA), teste com duração de aproximadamente sete minutos: deitado em uma mesa no próprio equipamento, sem portar qualquer tipo de objeto metálico, vestindo apenas roupas. O equipamento fará um escaneamento do corpo todo para determinação da massa livre de gordura (procedimento indolor e sem qualquer tipo de risco) ambas as coletas serão realizadas no Laboratório do GEPEMENE com duração de 10 (dez) minutos cada avaliação;

Avaliação das estruturas do joelho (ligamentos, cartilagens e gordura) através de ressonância magnética, 1.5-T (Ingenia; Philips), teste com duração de aproximadamente 20 minutos, que será feita no Laboratório da Ultramed, as participantes terão transporte gratuito para o deslocamento caso precisarem, o avaliado terá que retirar todos os objetos metálicos que traz consigo, designadamente, relógio e acessórios. Seguidamente, é posicionado em decúbito dorsal (“barriga para cima”) na mesa que deslizará para o interior do aparelho de ressonância magnética, dando-se início ao exame (procedimento indolor e sem qualquer tipo de risco);

Coleta de sangue venoso em jejum de 12 h feito por um técnico capacitado e habilitado para a avaliação de indicadores metabólicos no Laboratório do GEPEMENE com duração de 5 (cinco) minutos;

Avaliação da aptidão neuromuscular pelos testes de uma repetição máxima (teste realizado em três exercícios para os segmentos de membros superiores, inferiores e tronco, que consiste na realização de três tentativas com o objetivo de levantar a maior quantidade de peso possível em apenas uma repetição para determinação da força muscular máxima) será realizado no CEFE com duração de 40 (quarenta) minutos;

Consumir uma dose do suplemento todos os dias (2 vezes ao dia) pela manhã e à tarde.

Composição das substâncias:

Grupo WP-PLA: Ingredientes: Concentrado proteico de soro de leite em pó, maltodextrina, aromatizante idêntico ao natural, corante natural carmim de cochonilha, corante artificial azul brilhante, aromatizante idêntico ao natural de *blueberry*, edulcorantes sucralose e acessulfame K. NÃO CONTÉM GLÚTEN. ALÉRGICOS: CONTÉM LEITE, DERIVADOS DE LEITE E DE SOJA.

Grupo WP-COL: Ingredientes: Concentrado proteico de soro de leite em pó, colágeno hidrolisado, aromatizante idêntico ao natural, corante natural carmim de cochonilha, corante artificial azul brilhante, aromatizante idêntico ao natural de *blueberry*, edulcorantes sucralose e acessulfame K. NÃO CONTÉM GLÚTEN. ALÉRGICOS: CONTÉM LEITE, DERIVADOS DE LEITE E DE SOJA.

Se ocorrer alguma intolerância ou alergia a substância ingerida, tais como: diarreia, coceira em excesso (em qualquer parte do corpo) vômitos, náusea, dor estomacal ou qualquer outro tipo de reação desconfortável após a ingestão do suplemento, a participante poderá fazer a suspensão imediata e procurar pelos responsáveis da pesquisa para que possa ser realizado as medidas protetivas.

Os sachês serão feitos, analisados (microbiológicas e composição centesimal) pela empresa que será fornecedora do produto, fornecendo todos os laudos e preparação do produto já incluso no montante, neste caso a Empresa Rosselout. Também será feito um laudo no Laboratório de Ciências dos Alimentos da Universidade Estadual de Londrina para assegurar as análises físico químicas fornecidas pela empresa, antes da ingestão das substâncias.

Esclarecemos que sua participação é totalmente voluntária, podendo você: recusar-se a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento, sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo à sua pessoa. Esclarecemos, também, que suas informações serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a sua identidade. Após as análises do estudo todo material sanguíneo coletado será descartado.

Esclarecemos ainda, que você não pagará e nem será remunerado(a) por sua participação. Garantimos, no entanto, que todas as despesas decorrentes da pesquisa, incluindo custo de transporte coletivo público, serão ressarcidas, quando devidas e decorrentes especificamente de sua participação. Caso ocorra algum tipo de desconforto ou dano, previsto ou não (ex.: acidente durante a manipulação de pesos, ou durante a execução dos exercícios), decorrente da execução do projeto, o participante será prontamente atendido e amparado pela equipe do projeto, sem nenhum custo. Quanto à substância oferecida como suplemento, não existem danos à saúde comprovados na literatura devido a sua ingestão dentro das doses recomendadas, nem quanto a restrição a populações especiais, como diabetes. Todas as participantes serão informadas sobre a suplementação de whey protein, colágeno hidrolisado e questionadas quanto a possíveis alergias, no entanto, caso alguma participante apresente sintomas de intolerância será suspensa a suplementação.

Os benefícios esperados são favorecer a melhoria da saúde e qualidade de vida de indivíduos adultos idosos por meio da prática de treinamento e associação com aspectos

nutricionais, além de possibilitar a melhoria de parâmetros morfológicos, neuromusculares e metabólicos dos participantes.

Quanto aos riscos:

a) Desconfortos na coleta sanguínea poderá ocorrer, no entanto a equipe que prestará o serviço acolherá e fará os procedimentos corretos para tal desconforto;

b) Cansaço durante os testes físicos poderá ocorrer, diante deste fato a participante poderá imediatamente interromper o teste e será acolhida pela equipe de pesquisa;

c) É possível também que alguns grupamentos musculares exigidos nos testes de esforço fiquem doloridos entre 24 e 48 horas após a realização dos mesmos, se ocorrer a participante será examinada pelo médico responsável e se necessário prescrito uma medicação para alívio da dor.

Ao final da pesquisa, as pessoas submetidas ao grupo controle também receberão a suplementação de whey protein e colágeno hidrolisado, ao término do projeto, sem nenhum custo. Assim como, as pessoas que não ficaram alocadas no grupo de melhor resultado receberão a suplementação ao término do projeto, sem nenhum custo.

As coletas de dados (sangue, alimentação, teste físico) serão realizadas antes do início do projeto e logo no final da intervenção. Todas as coletas de dados (sangue, alimentação, teste físico) serão realizadas nas dependências do CEFE (Centro de Educação Física e Esporte). Sendo que os testes de 1 repetição máxima serão realizados na academia, e a coleta sanguínea será realizada no laboratório do GEPEMENE. A avaliação alimentar será realizada no laboratório do GEPEMENE também.

Caso você tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos poderá nos contatar Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino, Rodovia Celso Garcia Cid, km 380 - Campus Universitário CEP 86057-970 - Londrina/PR no Laboratório de Metabolismo, Nutrição e Exercício, localizado no Centro de Educação Física e Esporte, da Universidade Estadual de Londrina, pelo telefone (43) 3371-4772 / 9139-4509, ou procurar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina, situado junto ao LABESC – Laboratório Escola, no Campus Universitário, telefone 3371-5455, e-mail: cep268@uel.br. Este termo deverá ser preenchido em duas vias de igual teor, sendo uma delas devidamente preenchida, assinada e entregue à você.

Londrina, ____ de _____ de 2019.

Edilson Serpeloni Cyrino

Pesquisador Responsável

Edilson Serpeloni Cyrino

RG: 1545198-2

Pesquisador auxiliar - 1

Paulo Sugihara Junior

RG: 8042997-5

Pesquisador auxiliar - 2

Rodrigo dos Reis Fernandes

RG: 6603867-0

(NOME POR EXTENSO DO PARTICIPANTE DA PESQUISA), tendo sido devidamente esclarecido sobre os procedimentos da pesquisa, concordo em participar **voluntariamente** da pesquisa descrita acima.

Assinatura (ou impressão dactiloscópica): _____

Data: _____

Obs.: Caso o participante da pesquisa seja menor de idade, o texto deve estar voltado para os pais e deve ser incluído ainda, campo para assinatura do menor e do responsável.

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Título da pesquisa:

“IMPACTO DO TREINAMENTO COM PESOS EM DIFERENTES FREQUÊNCIAS SEMANAIS, DESTREINAMENTO E RETREINAMENTO SOBRE BIOMARCADORES DE SAÚDE, COMPOSIÇÃO CORPORAL, DESEMPENHO MOTOR E INDICADORES DE QUALIDADE DE VIDA EM MULHERES IDOSAS”

Prezada Senhora:

Gostaríamos de convidá-la para participar da pesquisa “Impacto do treinamento com pesos em diferentes frequências semanais, destreinamento e retreinamento sobre biomarcadores de saúde, composição corporal, desempenho motor e indicadores de qualidade de vida em mulheres idosas”, a ser realizada no município de Londrina/PR. O objetivo desta pesquisa é analisar os efeitos de 12 semanas de treinamento com pesos (TP) realizado em diferentes frequências semanais seguido de destreinamento e retreinamento sobre indicadores metabólicos, fisiológicos, neuromusculares e morfológicos em mulheres idosas.

Todas as avaliações serão realizadas por profissionais previamente treinados para tal finalidade. A assinatura deste termo permitirá que você participe das seguintes atividades: (1) Programa de treinamento com pesos nas suas diferentes fases acompanhado por profissionais e estudantes de Educação Física; (2) Preenchimento de questionários sobre histórico de saúde e atividade física habitual; (3) Medidas de peso, altura, pressão arterial, frequência cardíaca em repouso e atividade física habitual; (4) Avaliação da composição corporal pelos métodos de impedância bioelétrica (teste com duração de ~30 s: deitado em um colchonete, dois pequenos eletrodos serão colocados na mão e pé direito e transmitirão uma pequena corrente elétrica que indicará a quantidade de água [procedimento indolor e sem qualquer tipo de risco]), DEXA (teste com duração de aproximadamente sete minutos: deitada em uma mesa no próprio equipamento, sem portar qualquer tipo de objeto metálico, vestindo apenas roupas leves [shorts e top]. O equipamento fará um escaneamento do corpo todo para determinação da massa livre de gordura, massa gorda e massa óssea [procedimento indolor e sem qualquer tipo de risco]); (5) Coleta de sangue venoso em jejum de 12 h feita por um técnico capacitado e habilitado para a avaliação de indicadores metabólicos; (6) Avaliação nutricional por meio da aplicação de registros alimentares de três dias; (7) Avaliação da aptidão neuromuscular por meio de testes de uma repetição máxima (teste realizado em três exercícios para os segmentos de membros superiores, inferiores e tronco, que consiste na realização de três tentativas com o objetivo de levantar a maior quantidade de peso possível em apenas uma repetição para determinação da força muscular máxima).

Gostaríamos de esclarecer que a participação é totalmente voluntária. A participante pode recusar-se a participar/desistir a qualquer momento sem sofrer prejuízo algum. As informações

serão utilizadas somente para fins de pesquisa e todos os documentos e amostras utilizados serão identificados por um código numérico sem identificação nominal para preservar a identidade da participante. Lembramos que não será cobrada taxa alguma por estas avaliações. Da mesma forma, não será paga quantia alguma as participantes. Adicionalmente, comprometemo-nos a respeitar as determinações previstas na Lei 10.741 de 2003 – Estatuto do Idoso, que resguardam os direitos e a proteção às pessoas idosas, em especial ao respeito, dignidade e integridade física, emocional, social e afetiva.

Ao final do estudo, comprometemo-nos ainda a retornar com os resultados de todas as avaliações, que serão entregues as participantes. Espera-se com essa pesquisa, proporcionar informações que possam favorecer a melhoria da saúde e qualidade de vida de mulheres idosas por meio da prática de treinamento e associação com aspectos nutricionais, além de possibilitar a melhoria de parâmetros morfológicos, fisiológicos, neuromusculares e metabólicos das participantes. Apesar de considerados mínimos, os possíveis riscos são: desconfortos na coleta sanguínea e cansaço durante os testes físicos. É possível também que alguns grupamentos musculares exigidos nos testes de esforço fiquem doloridos entre 24 e 48 horas após a realização dos mesmos.

Caso você tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos pode contactar o Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino, no Laboratório de Metabolismo, Nutrição e Exercício, localizado no Centro de Educação Física e Esporte, da Universidade Estadual de Londrina, pelo telefone (43) 3371-4772 / 9139-4509 ou procurar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina, na Avenida Robert Kock, 60 ou no telefone (43) 3371-2490. Este termo deverá ser preenchido em duas vias de igual teor, sendo uma delas, devidamente preenchida, assinada e entregue a você.

Londrina, ____ de _____ de 2015.

Pesquisador Responsável

RG: _____

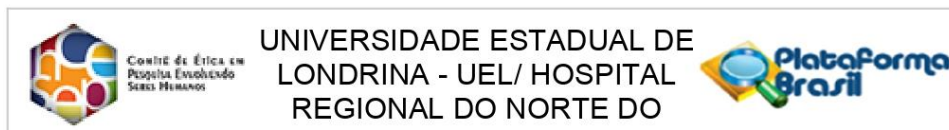
Eu, _____ (nome por extenso do sujeito de pesquisa), tendo sido devidamente esclarecido sobre os procedimentos da pesquisa, concordo em participar **voluntariamente** da pesquisa descrita acima.

Assinatura (ou impressão dactiloscópica): _____

Data: _____

ANEXOS

Anexo A – Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: IMPACTO DO TREINAMENTO COM PESOS EM DIFERENTES FREQUÊNCIAS SEMANAIS, DESTREINAMENTO E RETREINAMENTO SOBRE BIOMARCADORES DE SAÚDE, COMPOSIÇÃO CORPORAL, DESEMPENHO MOTOR E INDICADORES DE QUALIDADE DE VIDA EM MULHERES IDOSAS.

Pesquisador: EDILSON SERPELONI CYRINO

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 48815515.0.0000.5231

Instituição Proponente: CEFE - Departamento de Educação Física

Patrocinador Principal: MINISTERIO DA CIENCIA, TECNOLOGIA E INOVACAO

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.306.507

Apresentação do Projeto:

Introdução: O processo de envelhecimento tem um impacto negativo sobre diversos indicadores de saúde e qualidade de vida, sobretudo, em pessoas que adotam comportamentos sedentários. Por outro lado, muitos estudos observacionais e experimentais têm revelado efeitos benéficos para a saúde associados a prática de exercícios com pesos em idosos. **Objetivo:** Analisar o impacto do treinamento com pesos em diferentes frequências semanais, do destreinamento e do retraining sobre biomarcadores de saúde, composição corporal, desempenho motor e indicadores de qualidade de vida em mulheres idosas. **Métodos:** Aproximadamente 60 mulheres idosas serão acompanhadas ao longo de 58 semanas em dois grupos experimentais (um com frequência de duas e outro com frequência de três vezes por semana ao treinamento com pesos) de pessoas sedentárias com excesso de peso/obesidade será adotado. O estudo será dividido em quatro etapas com duração de 12 semanas cada, separadas por blocos de duas semanas para medidas e avaliação do processo (linha de base, após 12 semanas de treinamento, após 12 semanas de destreinamento, no final de 12 e de 24 semanas de retraining). Medidas antropométricas e hemodinâmicas, composição corporal, registros alimentares, desempenho motor, bioquímica sanguínea e indicadores de

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

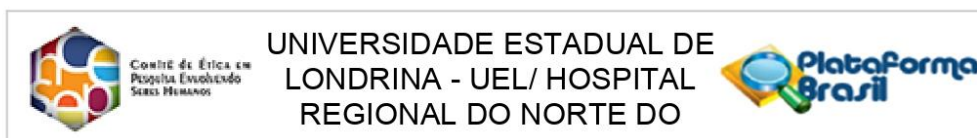
UF: PR

Município: LONDRINA

CEP: 86.057-970

Telefone: (43)3371-5455

E-mail: cep268@uel.br



Continuação do Parecer: 1.306.507

qualidade de vida serão obtidos nos diferentes momentos do estudo. Resultados esperados: Considerando os riscos para a saúde associados ao comportamento sedentário e os possíveis benefícios do treinamento com pesos em idosos, espera-se que as informações a serem produzidas neste estudo forneçam subsídios importantes para a saúde de mulheres idosas e que permitam uma tomada de decisão mais segura sobre a prescrição deste tipo de treinamento, a partir de diferentes frequências semanais, considerando que a falta de tempo é considerada uma das principais barreiras relatadas para a falta de adesão e aderência a prática de exercícios físicos em diferentes populações.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário: Analisar o impacto do TP em diferentes frequências semanais, do destreinamento e do retraining sobre biomarcadores de saúde, composição corporal, desempenho motor e indicadores de qualidade de vida em mulheres idosas.

Objetivo Secundário: Estabelecer relações entre as possíveis modificações na quantidade de água corporal intracelular e a massa muscular/massa livre de gordura induzidas pelo TP; Identificar as modificações no comportamento hemodinâmico induzidas pelo treinamento e destreinamento em idosos; Verificar possíveis modificações na força muscular e na composição corporal de forma segmentar.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

O projeto apresenta riscos mínimos, relacionados com os possíveis desconfortos decorrentes das medidas antropométricas e de força muscular, coleta de sangue para medidas bioquímicas, além do eventual constrangimento a algumas das questões do instrumento de qualidade de vida. É possível, também, que no início do programa de treinamento as participantes sintam dores musculares após as sessões de exercícios. Contudo, profissionais de Educação Física serão responsáveis por adotar medidas de segurança e se responsabilizarão por eventuais problemas nas áreas que lhes competem. Com relação à coleta de sangue, será realizada por profissionais capacitados do Hospital Universitário desta Universidade, os quais, da mesma forma, serão responsáveis pela segurança e suporte em eventuais problemas causados durante o procedimento. Benefícios: Espera-se que as participantes do estudo se beneficiem dos resultados positivos que a prática de exercícios orientados pode gerar nesta faixa etária, sendo que, mediante os resultados positivos, o treinamento também será ofertado ao grupo controle.

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

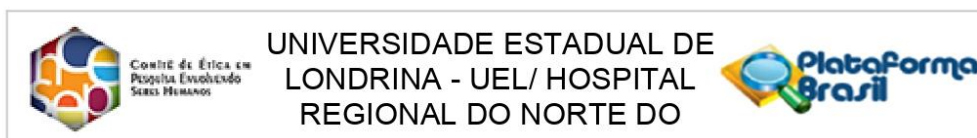
UF: PR

Município: LONDRINA

Telefone: (43)3371-5455

CEP: 86.057-970

E-mail: cep268@uel.br



Continuação do Parecer: 1.306.507

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O processo de envelhecimento tem um impacto negativo sobre diversos indicadores de saúde e qualidade de vida, sobretudo, em pessoas que adotam comportamentos sedentários. Por outro lado, muitos estudos observacionais e experimentais têm revelado efeitos benéficos para a saúde associados a prática de exercícios com pesos em idosos. A prática regular de programas de TP pode melhorar a aptidão neuromuscular, a composição corporal, a sensibilidade à insulina, os níveis de glicose sanguínea, a pressão arterial, além de prevenir o desenvolvimento de inúmeras disfunções crônico-degenerativas.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Folha de Rosto, Parecer favorável da Entidade coparticipante e TCLE foram apresentados e estão em conformidade com as exigências do CEP/UEL. Demais documentos apresentados também estão em conformidade com as exigências do CEP/UEL.

Recomendações:

Substituir no TCLE, o endereço do CEP/UEL para: Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina, situado junto ao LABESC – Laboratório Escola, no Campus Universitário, telefone 3371-5455, e-mail: cep268@uel.br.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há.

Considerações Finais a critério do CEP:

Prezado (a) Pesquisador (a),

Este é seu parecer final de aprovação, vinculado ao Comitê de Ética em Pesquisas Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina. É sua responsabilidade imprimi-lo para apresentação aos órgãos e/ou instituições pertinentes.

Coordenação CEP/UEL.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_552637.pdf	23/10/2015 21:28:29		Aceito
Declaração de Pesquisadores	CARTA_RESPOSTA.docx	23/10/2015 21:27:57	EDILSON SERPELONI	Aceito
Declaração de Pesquisadores	luciano.pdf	23/10/2015 19:47:46	EDILSON SERPELONI	Aceito

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

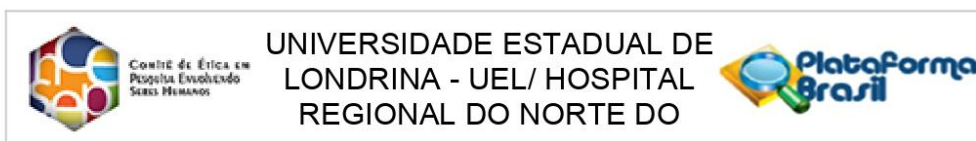
UF: PR

Município: LONDRINA

CEP: 86.057-970

Telefone: (43)3371-5455

E-mail: cep268@uel.br



Continuação do Parecer: 1.306.507

Declaração de Pesquisadores	rodrigo.pdf	23/10/2015 19:43:45	EDILSON SERPELONI	Aceito
Declaração de Pesquisadores	decio.pdf	23/10/2015 19:27:00	EDILSON SERPELONI	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.doc	23/10/2015 19:24:45	EDILSON SERPELONI CYRINO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_2015.doc	23/10/2015 19:23:38	EDILSON SERPELONI CYRINO	Aceito
Folha de Rosto	foto2.pdf	28/08/2015 15:33:21	EDILSON SERPELONI	Aceito
Declaração do Patrocinador	Termo.pdf	24/08/2015 09:52:48	EDILSON SERPELONI	Aceito
Outros	Parecer Edilson Serpeloni Cyrino.pdf	11/08/2015 21:23:19		Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

LONDRINA, 03 de Novembro de 2015

Assinado por:

Alexandrina Aparecida Maciel Cardelli
(Coordenador)

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

UF: PR

Município: LONDRINA

Telefone: (43)3371-5455

CEP: 86.057-970

E-mail: cep268@uel.br



Centro de Ética em
Pesquisa Envolvendo
Seres Humanos

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
LONDRINA - UEL



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Efeitos da suplementação de Whey Protein associado a 12 semanas de treinamento com pesos sobre a composição corporal, biomarcadores sanguíneos e a força muscular em mulheres idosas

Pesquisador: EDILSON SERPELONI CYRINO

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 57397116.9.0000.5231

Instituição Proponente: CEFE - Departamento de Educação Física

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio
MINISTERIO DA CIENCIA, TECNOLOGIA E INOVACAO

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.700.756

Apresentação do Projeto:

O documento "PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_705574.pdf" em seu item "Resumo" diz: O processo de envelhecimento tem um impacto negativo sobre diversos indicadores de saúde e qualidade de vida, sobretudo, em pessoas que adotam comportamentos sedentários. No entanto, muitos estudos vêm demonstrando a implicação da suplementação alimentar juntamente com a prática de exercício físico como uma ferramenta de combate aos efeitos do envelhecimento. Objetivo: Analisar o efeito da suplementação de Whey Protein associado ao treinamento com pesos por 12 semanas sobre a composição corporal, os biomarcadores sanguíneos e a força muscular em mulheres idosas. Métodos: Aproximadamente 60 mulheres idosas serão acompanhadas ao longo de 12 semanas em três grupos experimentais (WP-PLA: suplementação de Whey Protein pré-exercício e placebo pós-exercício; PLA-WP: placebo pré-exercício + suplementação de Whey Protein pós-exercício; PLA-PLA: placebo pré e pós-exercício. Medidas antropométricas e hemodinâmicas, composição corporal, registros alimentares, desempenho motor, bioquímica sanguínea e indicadores de qualidade de vida serão obtidos pré e pós intervenção. Resultados esperados: Considerando os riscos para a saúde associados ao comportamento sedentário e os possíveis benefícios do treinamento com pesos, associado a baixa ingestão proteica em idosos,

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

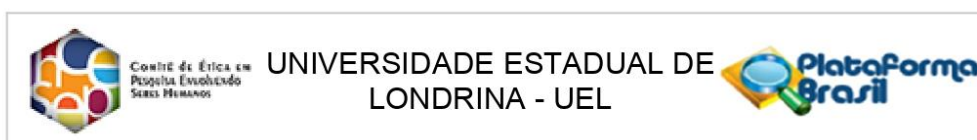
UF: PR

Município: LONDRINA

Telefone: (43)3371-5455

CEP: 86.057-970

E-mail: cep268@uel.br



Continuação do Parecer: 1.700.756

espera-se que as informações a serem produzidas neste estudo forneçam subsídios importantes para a saúde de mulheres idosas e que permitam uma tomada de decisão mais segura sobre a prescrição de suplementos proteicos, visto que a baixa ingestão proteica é frequente nessa população e está associado a alterações das necessidades nutricionais, fatores econômicos e dificuldade na digestão.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Analisar o efeito da suplementação de Whey Protein associado ao treinamento com pesos por 12 semanas sobre a composição corporal, os biomarcadores sanguíneos e a força muscular em mulheres idosas.

Objetivo Secundário:

- Analisar o efeito anabólico e anticatabólico da suplementação associado ao treinamento com pesos na composição corporal e indicadores hormonais em mulheres idosas;
- Analisar o efeito da suplementação e treinamento com pesos sobre a água corporal e suas subfrações em idosas;
- Analisar o efeito do TP e consumo de suplemento proteico sobre a força de mulheres idosas;
- Verificar o efeito da suplementação proteica e treinamento com pesos sobre a capacidade funcional de idosas;

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

O projeto apresenta riscos mínimos, relacionados com os possíveis desconfortos decorrentes das medidas antropométricas e de força muscular, coleta de sangue para medidas bioquímicas, além do eventual constrangimento a algumas das questões do instrumento de qualidade de vida. É possível, também, que no início do programa de treinamento as participantes sintam dores musculares após as sessões de exercícios. Caso ocorra algum tipo de desconforto ou dano, previsto ou não (ex.: acidente durante a manipulação de pesos, ou durante a execução dos exercícios), decorrente da execução do projeto, o participante será prontamente atendido e amparado pela equipe do projeto. Quanto à substância oferecida como suplemento, não existem danos a saúde comprovados na literatura devido a sua ingestão dentro das doses recomendadas, nem quanto a restrição a populações especiais, como hipertensos ou portadores de doenças renais. Todas as participantes serão informadas sobre a suplementação de whey protein e questionadas quanto a possíveis alergias, no entanto, caso alguma participante apresente

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

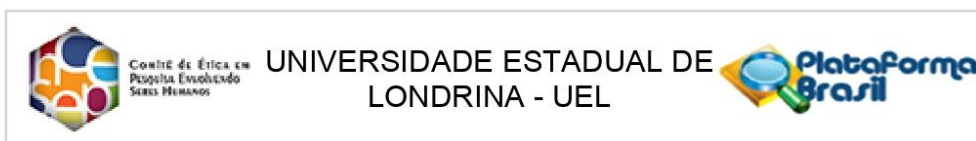
UF: PR

Município: LONDRINA

Telefone: (43)3371-5455

CEP: 86.057-970

E-mail: cep268@uel.br



Continuação do Parecer: 1.700.756

sintomas de intolerância será suspensa a suplementação. Quanto ao uso de maltodextrina, a contraindicação é para portadores de diabetes melitus tipo I e II, no entanto, essa população em especial não fará parte da nossa amostra. Outros riscos do uso contínuo de maltodextrina é o possível aumento da glicemia e de peso, no entanto, será feito controle da glicemia, por meio da aferição da glicose semanalmente, utilizando um glicosímetro portátil, marca Abbott Optium Xceed.

Benefícios:

Espera-se que com a associação da do treinamento e a suplementação de whey protein, os participantes do estudo aumentem a massa livre de gordura, bem como a força e resistência muscular. Espera-se também que o whey protein possa minimizar os efeitos deletérios produzidos pelo estresse oxidativo. Espera-se que as participantes do estudo se beneficiem dos resultados positivos que a prática de exercícios orientados pode gerar nesta faixa etária. Ao final da pesquisa, as pessoas submetidas ao grupo controle também receberão a suplementação de whey protein, ao término do projeto, sem nenhum custo. Assim como, as pessoas que não ficaram alocadas no grupo de melhor resultado receberão a suplementação ao término do projeto, sem nenhum custo.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Este CEP entende e ressalta a relevância do estudo e considera que não há pendências éticas ou documentais.

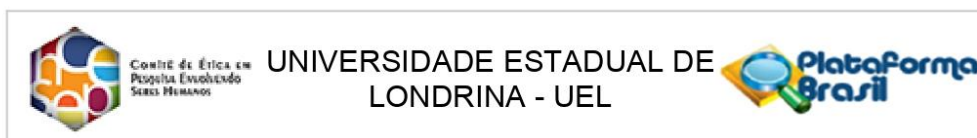
Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

1. Apresenta Folha de Rosto devidamente preenchida e assinada pelo diretor do CEFE.
2. Apresenta TCLE em forma de convite e contendo as informações necessárias sobre o projeto.
3. Apresenta Cronograma de Execução compatível.
4. Apresenta Orçamento Financeiro detalhado.
5. Apresenta autorização da unidade Co-Participante (HU).
6. Apresenta declaração do responsável pelas análises bioquímicas.
7. Apresenta declaração do médico cardiologista responsável pela avaliação de aptidão física das participantes.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não se aplica.

Endereço: LABESC - Sala 14	CEP: 86.057-970
Bairro: Campus Universitário	
UF: PR	Município: LONDRINA
Telefone: (43)3371-5455	E-mail: cep268@uel.br



Continuação do Parecer: 1.700.756

Considerações Finais a critério do CEP:

Prezado (a) Pesquisador (a),

Este é seu parecer final de aprovação, vinculado ao Comitê de Ética em Pesquisas Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina. É sua responsabilidade imprimi-lo para apresentação aos órgãos e/ou instituições pertinentes.

Coordenação CEP/UEL.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_705574.pdf	12/08/2016 11:21:53		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_2.pdf	12/08/2016 11:20:49	EDILSON SERPELONI CYRINO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_2.pdf	12/08/2016 11:20:38	EDILSON SERPELONI CYRINO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_1.pdf	02/08/2016 11:14:24	EDILSON SERPELONI CYRINO	Aceito
Declaração de Pesquisadores	ENTREVISTA.pdf	02/08/2016 10:57:03	EDILSON SERPELONI	Aceito
Declaração de Pesquisadores	luciano.pdf	02/08/2016 10:54:28	EDILSON SERPELONI	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE1.pdf	02/08/2016 10:53:01	EDILSON SERPELONI CYRINO	Aceito
Folha de Rosto	folhaderostocorrigida.pdf	02/08/2016 10:49:24	EDILSON SERPELONI	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.pdf	24/06/2016 21:12:41	EDILSON SERPELONI CYRINO	Aceito
Orçamento	Orcamento.pdf	24/06/2016 21:08:39	EDILSON SERPELONI	Aceito
Declaração de Pesquisadores	declaracaoDecio.pdf	14/06/2016 12:11:55	EDILSON SERPELONI	Aceito
Outros	ParecerHU.pdf	14/06/2016 12:10:39	EDILSON SERPELONI	Aceito

Situação do Parecer:

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

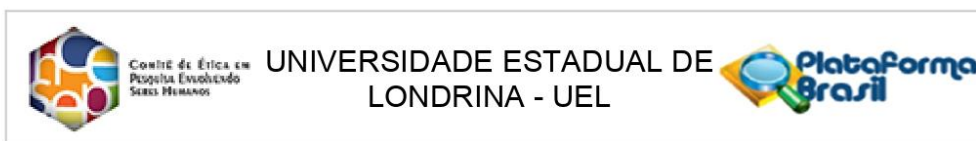
UF: PR

Município: LONDRINA

Telefone: (43)3371-5455

CEP: 86.057-970

E-mail: cep268@uel.br



Continuação do Parecer: 1.700.756

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

LONDRINA, 29 de Agosto de 2016

Assinado por:

**Alexandrina Aparecida Maciel Cardelli
(Coordenador)**

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

UF: PR

Município: LONDRINA

Telefone: (43)3371-5455

CEP: 86.057-970

E-mail: cep268@uel.br



Centro de Ética em
Pesquisa Envolvendo
Seres Humanos

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
LONDRINA - UEL



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Efeitos da suplementação de colágeno hidrolisado e whey protein associado a 12 semanas de treinamento com pesos sobre a composição corporal, biomarcadores sanguíneos, força muscular e aspectos de saúde da articulação do joelho em mulheres idosas.

Pesquisador: EDILSON SERPELONI CYRINO

Área Temática:

Versão: 4

CAAE: 19137019.5.0000.5231

Instituição Proponente: CEFE - PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA UEM/UEL

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.723.270

Apresentação do Projeto:

O processo de envelhecimento tem um impacto negativo sobre diversos indicadores de saúde e qualidade de vida, sobretudo, em pessoas que adotam comportamentos sedentários. No entanto, muitos estudos vêm demonstrando a implicação da suplementação alimentar juntamente com a prática de exercício físico como uma ferramenta de combate aos efeitos do envelhecimento. Objetivo: Analisar o efeito da suplementação de colágeno hidrolisado e whey protein associado ao treinamento com pesos por 12 semanas sobre a composição corporal, biomarcadores sanguíneos, lesão de joelho e a força muscular em mulheres idosas. Métodos: Aproximadamente 80 mulheres idosas serão acompanhadas ao longo de 12 semanas em dois grupos experimentais (WP-PLA) suplementação de Whey Protein e maltodextrina e (WPCOL) Whey Protein e colágeno duas vezes ao dia, pela manhã e à tarde. Medidas antropométricas e hemodinâmicas, composição corporal, registros alimentares, bioquímica sanguínea, desempenho motor, intensidade de dor e aspectos de saúde da articulação do joelho, bem como indicadores de qualidade de vida serão obtidos pré e pós intervenção. Resultados esperados: Considerando os riscos para a saúde associados ao comportamento sedentário e os possíveis benefícios do treinamento com pesos, associado a baixa ingestão proteica em idosos, espera-se que as informações a serem produzidas neste estudo forneçam subsídios importantes para a saúde de

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

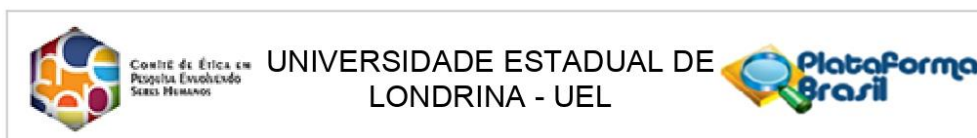
UF: PR

Município: LONDRINA

CEP: 86.057-970

Telefone: (43)3371-5455

E-mail: cep268@uel.br



Continuação do Parecer: 3.723.270

mulheres idosas e que permitam uma tomada de decisão mais segura sobre a prescrição de suplementos proteicos, visto que a baixa ingestão proteica é frequente nessa população e está associada a alterações das necessidades nutricionais, fatores econômicos e dificuldade na digestão.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

- Analisar o efeito da suplementação de colágeno hidrolisado e whey protein associado ao treinamento com pesos por 12 semanas sobre a composição corporal, os biomarcadores sanguíneos, a força muscular e parâmetros da saúde da articulação do joelho em mulheres idosas.

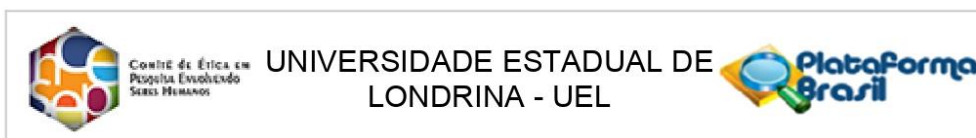
Objetivos Secundários:

- Analisar o efeito anabólico e anticatabólico da suplementação associado ao treinamento com pesos na composição corporal de mulheres idosas;
- Verificar o efeito da suplementação proteica e treinamento com pesos sobre a dor, lesões no joelho, cartilagem hialina e grau de artrose em idosas;
- Analisar o efeito da suplementação e treinamento com pesos sobre a água corporal e suas subfrações em idosas;
- Analisar o efeito do TP e consumo de suplemento proteico sobre a força de mulheres idosas;
- Verificar o efeito da suplementação proteica e treinamento com pesos sobre a capacidade funcional de idosa.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

O projeto apresenta riscos mínimos, relacionados com os possíveis desconfortos decorrentes das medidas antropométricas e de força muscular, coleta de sangue para medidas bioquímicas, além do eventual constrangimento a algumas das questões do instrumento de qualidade de vida. É possível, também, que no início do programa de treinamento as participantes sintam dores musculares após as sessões de exercícios. Caso ocorra algum tipo de desconforto ou dano, previsto ou não (ex.: acidente durante a manipulação de pesos, ou durante a execução dos exercícios), decorrente da execução do projeto, o participante será prontamente atendido e amparado pela equipe do projeto. Quanto à substância oferecida como suplemento, não existem danos a saúde comprovados na literatura devido a sua ingestão dentro das doses recomendadas, nem quanto a restrição a populações especiais, como hipertensos ou portadores de doenças renais. Todas as participantes serão informadas sobre a

Endereço: LABESC - Sala 14	CEP: 86.057-970
Bairro: Campus Universitário	
UF: PR	Município: LONDRINA
Telefone: (43)3371-5455	E-mail: cep268@uel.br



Continuação do Parecer: 3.723.270

suplementação de whey protein e colágeno questionadas quanto a possíveis alergias (todos os componentes das substâncias serão apresentados no termo de consentimento livre e esclarecido), no entanto, caso alguma participante apresente sintomas de intolerância será suspensa a suplementação. Quanto ao uso de maltodextrina, a contraindicação é para portadores de diabetes melitus tipo I e II, no entanto, essa população em especial não fará parte da nossa amostra. Outros riscos do uso contínuo de maltodextrina é o possível aumento da glicemia e de peso, no entanto, será feito controle da glicemia, por meio da aferição da glicose semanalmente, utilizando um glicosímetro portátil, marca Abbott Optium Xceed.

Quanto aos benefícios, espera-se que com a associação da do treinamento e a suplementação de whey protein e colágeno, os participantes do estudo aumentem a massa livre de gordura, bem como a força e resistência muscular. Espera-se também que o whey protein e colágeno possa minimizar os efeitos deletérios produzidos pelo desgaste da cartilagem do joelho. Espera-se que as participantes do estudo se beneficiem dos resultados positivos que a prática de exercícios orientados pode gerar nesta faixa etária. Ao final da pesquisa, as pessoas submetidas ao grupo whey e maltodextrina também receberão a suplementação de whey protein e colágeno, ao término do projeto, sem nenhum custo. Assim como, as pessoas que não ficaram alocadas no grupo de melhor resultado receberão a suplementação ao término do projeto, sem nenhum custo.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Não há.

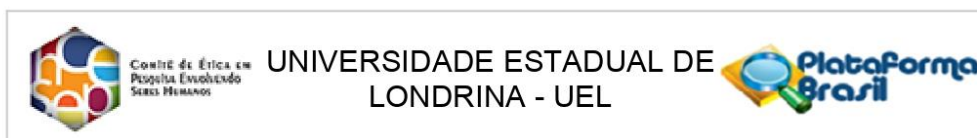
Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

- Folha de rosto: devidamente assinada e carimbada pelo Coordenador do Programa de Pós graduação em Educação Física UEL-UEM.

- Carta do profissional médico Ricardo José Rodrigues, membro da ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA e colaborador do projeto de pesquisa, declarando que a sua colaboração dar-se-á na avaliação cardiológica, ou seja exame de ecocardiograma e eletrocardiograma, no que diz respeito à liberação dos participantes para o treinamento com pesos: devidamente carimbada e assinada.

- TCLE: adequado

Endereço: LABESC - Sala 14	CEP: 86.057-970
Bairro: Campus Universitário	
UF: PR	Município: LONDRINA
Telefone: (43)3371-5455	E-mail: cep268@uel.br



Continuação do Parecer: 3.723.270

- Orçamento: alega custeio próprio no valor de R\$ 68.554,00. Constam deslocamento das participantes com idade entre 60-64 anos, kits de laboratório, exames de imagem, produto whey protein, Maltodextrina e Colágeno e deslocamento do profissional de laboratório. Pesquisador informa que o valor será captado da Bolsa de Produtividade em Pesquisa - PQ processo nº 310054/2017-6 de Edilson S. Cyrino.

- Cronograma: início da seleção de amostras previsto para 16/12/2019; avaliações iniciais 06/01/2020 e suplementação 20/01/2020.

- Instrumentos de coleta de dados: apresentado três instrumentos sendo roteiro para entrevista, Índice WOMAC para osteoartrite e recordatório 24 horas de alimentos, bebidas e/ou preparações

Recomendações:

-

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Após análise desta submissão do projeto, damos parecer favorável para a pesquisa.

Considerações Finais a critério do CEP:

Prezado(a) Pesquisador(a),

Este é seu parecer final de aprovação, vinculado ao Comitê de Ética em Pesquisas Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina. É sua responsabilidade apresenta-Lo aos órgãos e/ou instituições pertinentes.

Ressaltamos, para início da pesquisa, as seguintes atribuições do pesquisador, conforme Resolução CNS 466/2012 e 510/2016:

A responsabilidade do pesquisador é indelegável e indeclinável e compreende os aspectos éticos e legais, cabendo-lhe:

- conduzir o processo de Consentimento e de Assentimento Livre e Esclarecido;
- apresentar dados solicitados pelo sistema CEP/CONEP a qualquer momento;
- desenvolver o projeto conforme delineado, justificando, quando ocorridas, a sua mudança ou interrupção;
- elaborar e apresentar os relatórios parciais e final;
- manter os dados da pesquisa em arquivo, físico ou digital, sob sua guarda e responsabilidade, por um período mínimo de 5 (cinco) anos após o término da pesquisa;

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

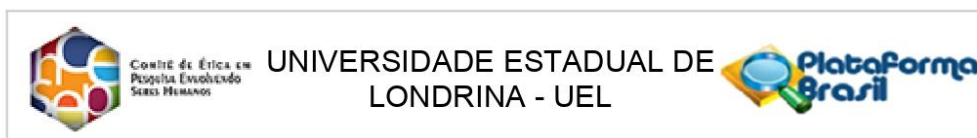
UF: PR

Telefone: (43)3371-5455

Município: LONDRINA

CEP: 86.057-970

E-mail: cep268@uel.br



Continuação do Parecer: 3.723.270

- encaminhar os resultados da pesquisa para publicação, com os devidos créditos aos pesquisadores e pessoal técnico integrante do projeto;
- justificar fundamentadamente, perante o sistema CEP/CONEP, interrupção do projeto ou a não publicação dos resultados.

Coordenação CEP/UEL.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1399909.pdf	21/11/2019 07:02:33		Aceito
Outros	recordatorio_entrevista_alimentacao.docx	21/11/2019 07:00:49	EDILSON SERPELONI	Aceito
Parecer Anterior	parecer_anterior_resposta_vers_3.docx	21/11/2019 06:57:13	EDILSON SERPELONI	Aceito
Outros	questionario_WOMAC.pdf	21/11/2019 06:53:05	EDILSON SERPELONI	Aceito
Outros	entrevista.pdf	21/11/2019 06:50:49	EDILSON SERPELONI	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_final3.doc	08/11/2019 09:59:05	EDILSON SERPELONI CYRINO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	tcle_final3.doc	08/11/2019 09:56:00	EDILSON SERPELONI CYRINO	Aceito
Orçamento	Orcamento_final3.docx	08/11/2019 09:55:48	EDILSON SERPELONI	Aceito
Parecer Anterior	parecer_anterior_resposta_vers_2.docx	08/11/2019 09:54:32	EDILSON SERPELONI	Aceito
Outros	Termo_de_Concessao_PQ_2018.pdf	25/09/2019 16:25:19	EDILSON SERPELONI	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Carta_responsavel_medico_final2.pdf	25/09/2019 16:19:50	EDILSON SERPELONI	Aceito
Folha de Rosto	folhaderosto.pdf	09/08/2019 12:28:04	EDILSON SERPELONI	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

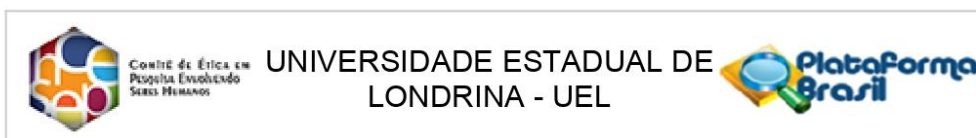
UF: PR

Município: LONDRINA

Telefone: (43)3371-5455

CEP: 86.057-970

E-mail: cep268@uel.br



Continuação do Parecer: 3.723.270

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

LONDRINA, 25 de Novembro de 2019

Assinado por:
Oswaldo Coelho Pereira Neto
(Coordenador(a))

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

UF: PR

Município: LONDRINA

Telefone: (43)3371-5455

CEP: 86.057-970

E-mail: cep268@uel.br