



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL de LONDRINA

---

ALINE PRADO DOS SANTOS

**O VOLUME DE TREINAMENTO RESISTIDO INFLUENCIA A FORÇA  
MUSCULAR, COMPOSIÇÃO CORPORAL E SAÚDE METABÓLICA  
EM MULHERES IDOSAS COM OBESIDADE?**

ALINE PRADO DOS SANTOS

**O VOLUME DE TREINAMENTO RESISTIDO INFLUENCIA A FORÇA  
MUSCULAR, COMPOSIÇÃO CORPORAL E SAÚDE METABÓLICA  
EM MULHERES IDOSAS COM OBESIDADE?**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Estadual de Londrina - UEL, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde.

Orientador: Dr. Edilson Serpeloni Cyrino

Co-orientador: Dr. Leandro Dos Santos

Londrina

2025

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

S237o Santos, Aline Prado dos .

O volume de treinamento resistido influencia a força muscular, composição corporal e saúde metabólica em mulheres idosas com obesidade? / Aline Prado dos Santos. - Londrina, 2025.  
97 f. : il.

Orientador: Edilson Serpeloni Cyrino.

Coorientador: Leandro dos Santos.

Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, 2025.

Inclui bibliografia.

1. treinamento de força - Tese. 2. saúde da mulher - Tese. 3. excesso de peso - Tese. 4. envelhecimento - Tese. I. Serpeloni Cyrino, Edilson . II. dos Santos, Leandro. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde. IV. Título.

CDU 61

ALINE PRADO DOS SANTOS

**O VOLUME DE TREINAMENTO RESISTIDO INFLUENCIA A FORÇA MUSCULAR, COMPOSIÇÃO CORPORAL E SAÚDE METABÓLICA EM MULHERES IDOSAS COM OBESIDADE?**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Estadual de Londrina – UEL, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino  
Universidade Estadual de Londrina

---

Profa. Dra. Bruna D. Vasconcelos Costa  
Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR)

---

Profa. Dra. Michele C. Costa Trindade Avelar  
Universidade Estadual de Maringá (UEM)

Londrina, 24 de fevereiro de 2025.

Com gratidão, dedico a Deus, devo a Ele tudo que sou. Minha "abelha rainha" Maria das Graças Soares Prado e meu pai Alexandre Silva (*in memoriam*). Minha mãe, Roselda Prado, meu padrasto, Ozeias Maia, meus irmãos, Athayde, Otávio Murilo e Samuel, meu esposo José Gleiffson Lima e toda minha família. Agradeço o amor e apoio que me permitiram chegar aqui.

## AGRADECIMENTOS

Sou imensamente grata primeiramente a **Deus**, pela minha vida, e por me permitir ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo da realização deste sonho.

A minha família, em especial à minha “abelha rainha” vó **Maria das Graças Soares Prado**, por ter me ensinado a ler e escrever (*in memoriam*).

Meu pai **Alexandre Silva dos Santos**, onde o senhor estiver espero que esteja orgulhoso de sua filha (*in memoriam*).

Minha amada mãe **Roselda Soares Prado**, a maior mestre da minha vida e que sempre acreditou em mim.

Meu padrasto **Ozeias Maia Cordeiro**, pela proteção e carinho.

Meus irmãos **Ataide Lima dos Santos, Otavio Murilo Prado Cordeiro e Samuel Prado Cordeiro**, por me mostrar o amor.

Ao meu marido **José Gleiffson Lima da Silva**, cuja presença foi essencial durante esta jornada, obrigada pela sua compreensão com as minhas horas de ausência. Você é minha rocha, meu porto seguro e minha paz, te amo!

Ao meu orientador, **Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino**, agradeço pelo tempo dedicado, pela paciência e pelo compromisso em compartilhar seu conhecimento de forma tão generosa. Você foi uma fonte de inspiração e aprendizado, contribuindo não apenas para o desenvolvimento deste estudo, mas também para o meu crescimento como pesquisadora.

Ao meu co-orientador, **Dr. Leandro Dos Santos**, por sua contribuição, orientação e apoio.

As professoras **Dra. Bruna D. Vasconcelos Costa e Dra. Michele C. Costa Trindade Avelar**, por aceitarem o convite para participarem da banca examinadora deste trabalho e pelas análises precisas e sugestões enriquecedoras. Além disso, a **Profa. Dra. Rubia Casagrande**, coordenadora do programa de pós-graduação em Ciências da Saúde, por sua liderança, apoio e orientação ao longo da minha jornada acadêmica.

A todas as participantes do **Projeto Longitudinal Envelhecimento Ativo**, pelo carinho, amor e cuidado. Obrigado por tornar cada manhã mais especial. Amo vocês!

A todos os integrantes do **Grupo de Estudo e Pesquisa em Metabolismo, Nutrição e Exercício (GPEMENE/UEL)**, vocês foram fundamentais na minha caminhada até aqui. Obrigada especialmente aos amigos/ohana: Daniella Vasconcelos, Ingrid Manske, Jhene Macedo, Letícia Trindade, Pâmela Souza, Mafer Ruggiero, Vanessa Santos, Witalo Kassiano, Alexandre Miguel, Felipe Duarte, Felipe Gomes, Felipe Lisboa, Gabriel Kunevaliki, Ian Tricoli, Jarlisson Francsuel, Luís Alves, Natã Gomes, Paolo Marcello, Rafael Dias e Túlio Barretto. A **família nutrição** sem vocês não teria conseguido, em especial: Ana Laura Pasqualini, Isabela

Wulff, Juan Canova, Letícia Lima, Luís Felipe, Mariane Umebara, Queren Uhdre, Rafaella Ribeiro, Junior Sugihara e Rodrigo Fernandes.

As minhas amigas, por estarem sempre comigo, apoiando-me em todos os momentos desse percurso, em especial **Sarah Camila Fortes Santos, Lilian Luz, Mayara Georgete e Layana Regina Moreira da Silva**, pelas doces palavras de ensinamento e por sempre se fazerem presentes.

Aos amigos da pós-graduação, **Larissa Bonassa, Fabiana Cristina, Marinus Van, Thaiuana Maia e Denis Ueda**. Por criar um ambiente de aprendizado estimulante e divertido.

Ao **Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)**, à **Fundação Araucária** e ao **Ministério da Educação** pelo apoio financeiro ao projeto. A **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)** pela concessão de bolsas de mestrado e doutorado não só para mim, mas para os estudantes envolvidos neste projeto.

Por fim, a todos que contribuíram para que esse sonho se tornasse realidade, meu muito obrigada.

“Depois do medo, vem o mundo.”  
(Clarice Lispector)

DOS SANTOS, Aline Prado. **O volume de treinamento resistido influencia a força muscular, composição corporal e saúde metabólica em mulheres idosas com obesidade?** 2025. 97 p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Centro de Ciências da Saúde. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2025.

## RESUMO

A obesidade é uma doença crônica multifatorial caracterizada pelo acúmulo excessivo de gordura, especialmente na região visceral, sendo um importante problema de saúde pública, especialmente para a população idosa. Por outro lado, o treinamento resistido (TR) é uma estratégia não farmacológica que pode proporcionar diversos benefícios para a saúde de idosos e obesos. Entretanto, muitas das respostas adaptativas acarretadas pelo TR podem ser influenciadas pelo volume adotado nas sessões de treinamento, uma temática que tem sido pouco explorada pela literatura, sobretudo, em mulheres idosas obesas. Portanto, o propósito deste estudo foi comparar o efeito de diferentes volumes de TR sobre a força muscular, composição corporal e biomarcadores cardiometabólicos em mulheres idosas com obesidade. Quarenta e nove mulheres obesas (> 60 anos), fisicamente independentes, foram separadas em dois grupos e submetidas a um programa de TR executado em duas (OB-2S, n = 23) ou três séries de 10-15 repetições (OB-3S, n = 26) por exercício. A obesidade foi definida com base no atendimento simultâneo a dois critérios, a saber: IMC  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup> e circunferência de cintura  $\geq 88$  cm. O programa de TR foi composto por oito exercícios para os diferentes segmentos corporais, sendo executado em três sessões semanais ao longo de 12 semanas. Medidas de força muscular, composição corporal, circunferências e biomarcadores cardiometabólicos foram determinados antes e após a intervenção. Os maiores ganhos de força muscular foram encontrados no grupo OB-3S para os exercícios *chest press* (OB-3S = 21,4% vs. OB-2S = 4,2%;  $P = 0,001$ ) e Rosca Scott (OB-3S = 25,0% vs. OB-2S = 1,8%;  $P = 0,002$ ). Por outro lado, na cadeira extensora os aumentos encontrados não foram diferentes entre os grupos ( $P = 0,120$ ). Adicionalmente, incrementos similares foram revelados para a massa muscular esquelética (OB-3S = 0,3 kg vs. OB-2S = 0,5 kg;  $P = 0,142$ ). Diferenças entre os grupos foram encontradas para circunferência de abdômen (OB-3S = -1,3% vs. OB-2S = 1,8%;  $P < 0,001$ ) e cintura (OB-3S = -1,7% vs. OB-2S = -0,4%;  $P = 0,001$ ). O tecido gordo foi reduzido somente no grupo OB-3S em termos absoluto (0,8 kg;  $P < 0,05$ ) e relativo (45,6% vs. 44,7%;  $P < 0,05$ ), sem diferença entre os grupos ( $P > 0,05$ ). O TR promoveu redução nos triglicerídeos (OB-3S = -13,2% vs. OB-2S = 19,0%;  $P < 0,001$ ) e VLDL-c (OB-3S = -13,5% vs. OB-2S = 18,5%;  $P < 0,001$ ), somente no grupo OB-3S. Nenhuma diferença entre os grupos foi encontrada para glicemia ( $P = 0,202$ ), HbA1c ( $P = 0,201$ ), colesterol total ( $P = 0,055$ ), HDL-c ( $P = 0,072$ ), LDL-c ( $P = 0,592$ ), índice de Castelli I ( $P = 0,548$ ), índice de Castelli II ( $P = 0,674$ ) e proteína C-reativa ( $P = 0,382$ ). Os resultados do presente estudo sugerem que 12 semanas de TR foram eficazes para promover melhorias na força muscular, composição corporal e alguns biomarcadores cardiometabólicos em mulheres idosas com obesidade, independentemente do volume adotado. Entretanto, um maior volume de treinamento (OB-3S) proporcionou ganhos mais expressivos na força muscular de membros superiores e tronco, além de reduções mais acentuadas nas circunferências do abdômen e do quadril e nas concentrações de triglicerídeos e VLDL-c.

**Palavras-chave:** treinamento de força, saúde da mulher, hipertrofia, excesso de peso, biomarcadores cardiometabólicos, envelhecimento.

## ABSTRACT

Obesity is a chronic, multifactorial disease marked by the excessive accumulation of fat, especially in the visceral region. It poses a significant public health challenge, particularly for the older adults. Resistance training (RT) is a non-pharmacological approach that can offer various health benefits for older, obese individuals. However, the adaptive responses to RT may be influenced by the volume of training, a topic that has received little attention in the literature, especially concerning obese older women. This study aimed to compare the effects of different volumes of RT on muscular strength, body composition, and cardiometabolic biomarkers in obese older women. A total of forty-nine physically independent obese women over the age of 60 were divided into two groups and participated in an RT program consisting of either two sets (OB-2S,  $n = 23$ ) or three sets (OB-3S,  $n = 26$ ) of 10-15 repetitions per exercise. Obesity was defined based on two criteria: a Body Mass Index (BMI) of  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup> and a waist circumference of  $\geq 88$  cm. The RT program included eight exercises targeting different body segments, performed in three weekly sessions over 12 weeks. Muscular strength, body composition, circumference measurements, and cardiometabolic biomarkers were assessed before and after the intervention. The largest improvements in muscular strength were observed in the OB-3S group for the chest press (OB-3S = 21.4% vs. OB-2S = 4.2%;  $P = 0.001$ ) and preacher curl (OB-3S = 25.0% vs. OB-2S = 1.8%;  $P = 0.002$ ) exercises. However, increases in strength measured by the leg extension showed no significant difference between the groups ( $P = 0.120$ ). Similar increases in skeletal muscle mass were noted (OB-3S = 0.3 kg vs. OB-2S = 0.5 kg;  $P = 0.142$ ). Notably, the groups exhibited different results in abdominal circumference (OB-3S = -1.3% vs. OB-2S = 1.8%;  $P < 0.001$ ) and waist measurement (OB-3S = -1.7% vs. OB-2S = -0.4%;  $P = 0.001$ ). Fat tissue was reduced only in the OB-3S group, with a decrease of 0.8 kg in absolute terms ( $P < 0.05$ ) and a relative reduction of 45.6% compared to 44.7% in the OB-2S group ( $P < 0.05$ ), with no significant difference overall ( $P > 0.05$ ). RT resulted in a reduction in triglycerides (OB-3S = -13.2% vs. OB-2S = 19.0%;  $P < 0.001$ ) and VLDL-c (OB-3S = -13.5% vs. OB-2S = 18.5%;  $P < 0.001$ ), but only in the OB-3S group. No significant differences between the groups were found for glycemia ( $P = 0.202$ ), HbA1c ( $P = 0.201$ ), total cholesterol ( $P = 0.055$ ), HDL-c ( $P = 0.072$ ), LDL-c ( $P = 0.592$ ), Castelli index I ( $P = 0.548$ ), Castelli index II ( $P = 0.674$ ), or C-reactive protein ( $P = 0.382$ ). The findings of this study suggest that 12 weeks of RT effectively promote improvements in muscular strength, body composition, and certain cardiometabolic biomarkers in older women with obesity, regardless of the training volume. However, a higher training volume (OB-3S) led to more significant gains in upper limb and trunk muscular strength, notable reductions in abdominal and hip circumferences, and decreases in triglyceride and VLDL-c concentrations.

**Keywords:** strength training, women's health, hypertrophy, overweight, cardiometabolic biomarkers, aging.

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1.</b> Delineamento experimental..... | 23 |
| <b>Figura 2.</b> Fluxograma do estudo .....     | 25 |
| <br>  |    |
| <b>Artigo original 1</b>                        |    |
| <b>Figura 1.</b> Fluxograma do estudo .....     | 39 |
| <br>  |    |
| <b>Artigo original 2</b>                        |    |
| <b>Figura 1.</b> Fluxograma do estudo .....     | 57 |

## LISTA DE TABELAS

### Artigo original 1

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabela 1.</b> Características gerais das participantes na linha de base, de acordo com os grupos experimentais (n = 49) .....   | 44 |
| <b>Tabela 2.</b> Ingestão energética e de macronutrientes na primeira e na última semanas de intervenção (n = 49) .....  | 45 |
| <b>Tabela 3.</b> Força muscular dinâmica em testes de uma repetição máxima (1-RM) e massa muscular esquelética absoluta e relativa antes e após 12 semanas de treinamento resistido, de acordo com os grupos experimentais (n = 49)..... | 45 |

### Artigo original 2

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabela 1.</b> Características gerais das participantes na linha de base, de acordo com os grupos experimentais (n = 49) .....   | 62 |
| <b>Tabela 2.</b> Ingestão energética e de macronutrientes na primeira e na última semanas de intervenção (n = 49) .....  | 63 |
| <b>Tabela 3.</b> Circunferência de cintura, circunferência abdominal, circunferência do quadril, relação cintura-quadril, tecido gordo absoluta e relativa antes e após 12 semanas de treinamento resistido (n = 49) ..... | 63 |
| <b>Tabela 4.</b> Comportamento de biomarcadores de risco cardiometabólico, antes e após 12 semanas de treinamento resistido, de acordo com os grupos experimentais (n = 49) .....  | 65 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|         |  |
|---------|--|
| AETD    | Ácido etilenodiaminotetracético dipotássico          |
| ANCOVA  | Análise de covariância                               |
| ANOVA   | Análise de variância                                 |
| CC      | Circunferência da cintura                            |
| CCI     | Coeficiente intraclasse                              |
| CMO     | Conteúdo mineral ósseo                               |
| CT      | Colesterol total                                     |
| CTL     | Carga total levantada                                |
| DCNT    | Doenças crônicas não transmissíveis                  |
| DMO     | Densidade mineral óssea                              |
| DXA     | Absortometria radiológica de dupla energia           |
| ELISA   | Ensaio de imunoabsorção enzimática                   |
| EPE     | Padrão de estimativa                                 |
| EPOC    | Oxigênio em excesso pós-exercício                    |
| HbA1c   | Hemoglobina glicada                                  |
| HDL-c   | Lipoproteína de alta densidade colesterol            |
| IMC     | Índice de massa corporal                             |
| KG      | Quilogramas  |
| LDL-c   | Lipoproteína de baixa densidade colesterol           |
| M       | Metros   |
| MIGO    | Massa isenta de gordura e osso                       |
| 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             |
| MME     | Massa muscular esquelética                           |
| OB-2S   | Obesas duas séries                                   |
| OB-3S   | Obesas três séries                                   |
| OMS     | Organização Mundial da Saúde                         |
| OS      | Obesidade sarcopênica                                |
| PCR     | Proteína C-reativa                                   |
| RCQ     | Relação Cintura-Quadril                              |
| R24H    | Recordatório de 24 horas                             |
| TE      | Tamanho do efeito                                    |
| TG      | Triglicerídeos                                       |

|        |  |
|--------|--|
| TR     | Treinamento resistido                            |
| VLDL-c | Lipoproteína de muito baixa densidade colesterol |
| 1RM    | Uma repetição máxima                             |

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....   | <b>16</b> |
| <b>2 OBJETIVOS</b> .....  | <b>21</b> |
| <b>3 HIPÓTESES</b> .....  | <b>22</b> |
| <b>4 MÉTODOS</b> .....  | <b>23</b> |
| 4.1 Delineamento experimental.....  | 23        |
| 4.2 Participantes.....  | 24        |
| 4.3 Antropometria.....  | 26        |
| 4.4 Composição corporal.....  | 26        |
| 4.5 Biomarcadores metabólicos.....  | 27        |
| 4.6 Força muscular dinâmica máxima.....   | 27        |
| 4.7 Treinamento resistido.....  | 28        |
| 4.8 Ingestão alimentar.....   | 29        |
| 4.9 Tratamento estatístico.....   | 30        |
| <b>5 RESULTADOS</b> .....   | <b>31</b> |
| 5.1 Artigo original 1.....  | 32        |
| 5.2 Artigo original 2.....  | 50        |
| <b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....   | <b>70</b> |
| <b>REFERÊNCIAS</b> .....  | <b>72</b> |
| <b>APÊNDICES</b> .....  | <b>86</b> |
| Apêndice A – Termo de consentimento livre e esclarecido.....                                | 87        |
| Apêndice B – Ficha de avaliação do teste de 1-RM.....                                       | 89        |
| Apêndice C – Ficha de treinamento.....  | 90        |
| Apêndice D – Modelo do recordatório alimentar de 24 horas.....                              | 91        |
| Apêndice E – Exemplos de porções e utensílios de cozinha apresentadas às participantes..... | 92        |
| <b>ANEXO</b> .....  | <b>93</b> |
| Anexo A – Carta de aprovação do projeto pelo Comitê de Ética.....                           | 94        |

## 1 INTRODUÇÃO

A obesidade é um dos principais problemas da área de saúde pública, principalmente, para grupos populacionais de alto risco, tais como pessoas com doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) e idosos, sendo definida como um acúmulo excessivo de gordura, podendo ocorrer com ou sem anormalidades na sua distribuição ou na função do tecido adiposo (NYBERG et al., 2018).

A obesidade é uma doença multifatorial cujas principais causas não estão completamente esclarecidas, uma vez que fatores genéticos, ambientais, psicológicos, nutricionais e metabólicos podem alterar os mecanismos biológicos que regulam as funções do tecido adiposo (RUBINO et al., 2025). Vale destacar que a obesidade aumenta o risco para o desenvolvimento de doenças mentais, cardiovasculares, diabetes tipo 2, alguns tipos de câncer, entre outras comorbidades (RUBINO et al., 2025).

O diagnóstico de obesidade historicamente tem sido pautado no índice de massa corporal (IMC), ou seja, a razão entre a massa corporal em quilogramas pelo quadrado da estatura em metros. Nesse sentido, o ponto de corte estabelecido para o diagnóstico de obesidade ( $\text{IMC} \geq 30 \text{ kg/m}^2$ ) é o mesmo em adultos e idosos (RUBINO et al., 2025; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2023).

Considerando que o IMC não implica em uma análise específica do excesso de gordura corporal, o seu uso indiscriminado pode levar a equívocos de interpretação, resultando em superestimação ou subestimação do estado nutricional (ROSS et al., 2020; RUBINO et al., 2025). Desse modo, quando os valores encontrados se encontram próximos aos limites tradicionalmente utilizados para o diagnóstico de obesidade, recomenda-se que a análise inclua ao menos uma medida antropométrica adicional, tal como a circunferência da cintura (CC), cujos pontos de corte recomendados para diagnóstico de obesidade abdominal são  $\geq 88 \text{ cm}$  para mulheres e  $\geq 102 \text{ cm}$  para os homens (ROSS et al., 2020; RUBINO et al., 2025). Portanto, a combinação dessas duas informações (IMC e CC), medidas relativamente simples de serem obtidas, tem sido amplamente aceita e utilizada para o diagnóstico de obesidade, sobretudo, em pesquisas epidemiológicas, na prática clínica e nas políticas de saúde pública (CORRAL et al., 2008; RUBINO et al., 2025).

Com base nessas informações, a prevalência de obesidade mais do que dobrou nas últimas décadas, contribuindo diretamente para o aumento da incidência de DCNT's, bem como para a redução da capacidade de realizar atividades da vida diária, distúrbios do sono, problemas dermatológicos, entre outros (FRUSH, 2017; SANTANASTO et al., 2017; TOSELLI et al., 2022). Adicionalmente, o risco de mortalidade em indivíduos obesos é aumentado em, em virtude da redução do nível de atividade física habitual, redução da força e da massa muscular esquelética (MME), diminuição da taxa metabólica basal, aumento da gordura visceral e intramuscular, hipercolesterolemia, aumento da resistência à insulina, entre outros

(MANINI; CLARK, 2012; SANTANASTO et al., 2017).

Assim, diversas estratégias para a prevenção e tratamento da obesidade têm sido propostas para melhorar a qualidade de vida dessa população, com destaque para mudanças no estilo de vida, incluindo uso de dietas hipocalóricas, reeducação alimentar, redução do tempo em comportamento sedentário e aumento da prática de exercício físico (JESUS et al., 2019). Vale destacar que a prática de exercícios físicos tem sido amplamente recomendada para a prevenção ou controle da obesidade, por ser considerada uma estratégia não farmacológica, não invasiva, amplamente aplicável e que pode contribuir para o controle da massa corporal, promovendo benefícios adicionais importantes para a saúde, autonomia e qualidade de vida, em particular, para a população idosa (JESUS et al., 2019).

Nesse contexto, a prática regular e sistematizada do treinamento resistido (TR) tem sido advogada para idosos obesos e não obesos, devido a relação custo-benefício bastante favorável para combater diversos efeitos deletérios do envelhecimento. O TR contribui para a hipertrofia e aumento da força muscular, exercendo papel importante no combate a fragilidade física, auxiliando no controle da gordura visceral e intramuscular (BINDER et al., 1999; FIATARONE et al., 1994; FRAGALA et al., 2019). Além disso, o TR promove melhoria da aptidão funcional, qualidade muscular, densidade mineral óssea, do comportamento metabólico (HAKKINEN et al., 2003; RHODES et al., 2000; VILLAREAL et al., 2017), no bem-estar psicológico, na manutenção da autonomia, na diminuição do risco de quedas, lesões e fraturas (CASSILHAS et al., 2007; JAN et al., 2008).

A prática do TR pode, também, aprimorar a capacidade metabólica do músculo esquelético, favorecendo a homeostase da glicose, prevenindo o acúmulo de lipídios intramusculares, aumentando a capacidade oxidativa e a atividade das enzimas glicolíticas, promovendo uma maior absorção de aminoácidos e melhoria da síntese proteica (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009; FYFE; BISHOP; STEPTO, 2014; VILLAREAL et al., 2017). Portanto, em idosos com obesidade, a prática do treinamento TR pode de ser uma estratégia eficaz, segura e interessante para auxiliar no tratamento.

Considerando que os exercícios que compõem os programas de TR podem ser realizado em diferentes posições (em pé, sentado, reclinado ou deitado), que a exigência de deslocamentos é reduzida, que os movimentos podem ser realizados em diferentes velocidades e amplitudes, essa prática tem sido amplamente recomendado para a manutenção da força e função física nos idosos (BRANDALIZE et al., 2011; GARVEY et al., 2016; HANSEN et al., 2018; JESUS et al., 2019; MA et al., 2017; MISIC et al., 2007; VILLAREAL et al., 2017).

O aumento das necessidades fisiológicas durante o exercício físico ativa uma maior quantidade de fibras musculares, o que pode levar a um aumento da demanda de oxigênio e produção de dióxido de carbono. Isso pode resultar em acidose metabólica, dor e desconforto

musculoesquelético devido ao aumento da temperatura corporal, limitando a aderência à prática de exercícios físicos em indivíduos com essas características (HANNIBAL et al., 2010; VILLAREAL et al., 2017).

As melhorias associadas ao TR estão diretamente ligadas à uma manipulação adequada de diversas variáveis envolvidas na prescrição de programas de TR, influenciando tanto a intensidade quanto o volume de treinamento (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009; FRAGALA et al., 2019). Especificamente no caso do volume de treinamento, ele pode ser ajustado pelo número de exercícios, séries, repetições e pela frequência semanal. Por outro lado, o volume de carga pode ser facilmente determinado a partir do produto peso utilizado x número de repetições x número de séries realizadas por exercício, sessão ou semana, por um ou mais grupamentos musculares (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009; CUNHA et al., 2018; SCHOENFELD, 2010).

Nesse sentido, o volume no TR pode influenciar o gasto energético, de modo que sessões de maior volume resultam em maior gasto calórico em comparação com sessões de menor volume (NETO; SILVA; FARINATTI, 2009). Heden et al. (2011) verificou que ao realizar três séries de um programa de TR de corpo inteiro (10 exercícios com 10 repetições máximas) os participantes aumentaram em mais de duas vezes o consumo energético em comparação com o mesmo programa realizado com uma série. Portanto, é plausível acreditar que idosas com obesidade podem se beneficiar mais de programas de TR de alto volume, especialmente, para aprimoramento da funcionalidade e redução do risco de obesidade sarcopênica, um fenômeno que será discutido mais a frente (CUNHA et al., 2018; RIBEIRO et al., 2020; ROH; CHO; SO, 2020).

A redução nas concentrações de interleucina-6 (IL-6), fator de necrose tumoral alfa (TNF- $\alpha$ ) e proteína C-reativa (PCR), biomarcadores inflamatórios que costumam estar elevados em pessoas com obesidade, induzida pelo TR pode resultar em melhoria do quadro clínico (ROH; CHO; SO, 2020; TOMELERI et al., 2016). Adicionalmente, o TR pode promover importantes mudanças no perfil lipídico, com aumento na concentração de lipoproteínas de alta densidade (HDL-c) e diminuição das lipoproteínas de baixa densidade (LDL-c), bem como no perfil glicêmico, resultando em benefícios para a saúde cardiovascular e para o funcionamento metabólico (LEARY et al., 2006; TOMELERI et al., 2016).

Entretanto, embora algumas investigações reportem que o TR pode ser uma estratégia eficaz para melhorar os níveis de inflamação, a glicose e o perfil lipídico (CONCEIÇÃO et al., 2013; NUNES et al., 2016; RIBEIRO et al., 2015, 2016; TOMELERI et al., 2016), os efeitos do TR em biomarcadores inflamatórios, especialmente em mulheres idosas com obesidade, permanecem controversos. Por exemplo, alguns estudos encontraram efeitos benéficos em biomarcadores do perfil de inflamação (NUNES et al., 2016; RIBEIRO et al., 2015, 2016), enquanto outros experimentos não verificaram tais efeitos (AZIZBEIGI et al., 2015; CALLE;

FERNANDEZ, 2010;). Alguns estudos sugeriram que as alterações induzidas pelo TR na inflamação podem, na verdade, ser um efeito indireto, cujos benefícios estão relacionados a melhoria em componentes da composição corporal (MAVROS et al., 2014; TIBANA et al., 2014).

Vale destacar que aumentos consideráveis na gordura corporal total, especialmente na área abdominal, estão associados a um risco elevado para o desenvolvimento de doenças metabólicas (CAVALCANTE et al., 2018; HUANG et al., 2017). Por outro lado, indivíduos com obesidade geralmente possuem maior massa corporal total, o que pode contribuir para maior desenvolvimento de força devido à maior sobrecarga mecânica adicional gerada durante o TR (SCHOENFELD, 2010).

Além dos fatores mencionados anteriormente, parece que o TR de alto volume pode aumentar o consumo de oxigênio em excesso pós-exercício (EPOC), contribuindo para maior gasto de energia em situação de repouso. Nesse sentido, em idosos obesos este efeito pode ser mais relevante devido ao maior estoque de gordura corporal disponível para oxidação (COLINA et al., 2008). Embora classicamente os exercícios aeróbicos, como a caminhada, ciclismo e natação sejam os mais recomendados pela literatura, tanto para a redução da massa corporal quanto para a melhoria do quadro clínico de obesos (GADELHA et al., 2016; HANSEN et al., 2018; JENSEN et al., 2018; JESUS et al., 2019), tais exercícios podem ser extremamente desconfortáveis, desgastantes e de difícil execução (MA et al., 2017; VILLAREAL et al., 2017), o que valoriza a prática do TR nessa população.

Em mulheres idosas obesas, grande parte da gordura corporal tende a se concentrar na região central do corpo, principalmente na área abdominal, o que aumenta a adiposidade visceral (SOUZA et al., 2016). Essa condição está estreitamente relacionada com o desenvolvimento de disfunções e doenças crônicas, como cardiopatias, hipertensão arterial, dislipidemia, diabetes tipo 2, síndrome metabólica e alguns tipos de câncer (CAVALCANTE et al., 2018; DONNELLY et al., 2009; HIDAYAT et al., 2016). Adicionalmente, a gordura visceral é mais prejudicial do que a gordura subcutânea, sendo associada ao maior risco de mortalidade e comprometimento da capacidade de realizar atividades cotidianas (DAI et al., 2023; DAVID et al., 2017).

Em geral, mulheres apresentam menor quantidade de MME e força em comparação aos homens, sendo assim, possuem maior risco à limitações funcionais relacionadas à obesidade sarcopênica, incidência de quedas e incapacidade funcional (BAUMGARTNER et al., 2004; GADELHA et al., 2016).

O risco aumentado de quedas e fraturas relacionado a obesidade sarcopênica está associado à menor resistência óssea (CHO; SHIN; SHIN, 2015). De fato, mulheres idosas com obesidade sarcopênica apresentam redução acentuada da densidade mineral óssea, sobretudo, em membros inferiores (KEMMLER et al., 2017). Outras consequências da

obesidade sarcopênica são alterações metabólicas, cardiovasculares e funcionais, comprometendo a qualidade de vida (SILVA et al., 2023). Diversos declínios funcionais acompanham a obesidade sarcopênica, sendo revelados em testes motores, tais como: força de preensão manual, velocidade da marcha, sentar e levantar, caminhada de 6-min entre outros (NASCIMENTO et al., 2018; PURCELL et al., 2021; SILVA et al., 2023).

Diante das informações apresentadas anteriormente, algumas questões permanecem sem resposta ou ainda pouco exploradas na literatura em relação aos efeitos de diferentes volumes de TR, especialmente sobre a força muscular, composição corporal e alguns parâmetros bioquímicos em mulheres idosas com obesidade. Tais informações podem auxiliar na prescrição de TR para mulheres idosas que se encontram nessas condições.

## 2 OBJETIVOS

A presente dissertação de mestrado 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. Portanto, os propósitos desta investigação foram:

- Comparar o efeito de diferentes volumes de treinamento resistido sobre a força muscular e na MME em mulheres idosas com obesidade (Artigo 1);
- Comparar o efeito de diferentes volumes de treinamento resistido sobre a gordura corporal e biomarcadores de risco cardiometabólico em mulheres idosas com obesidade (Artigo 2).

### 3 HIPÓTESES

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

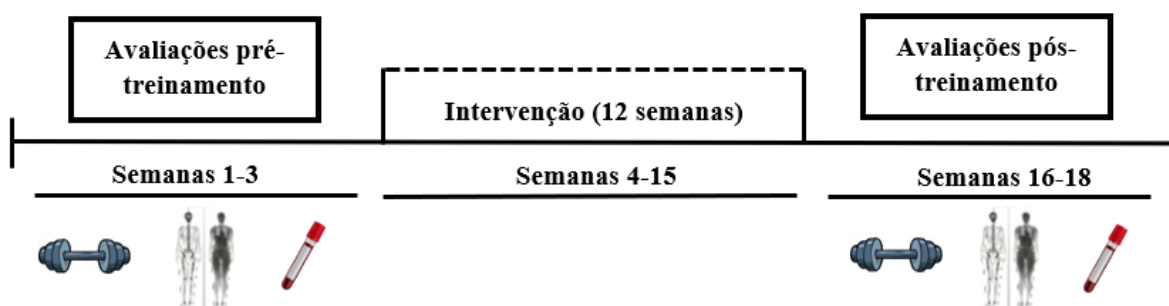
- Protocolos de menor e maior volume promoveriam efeitos positivos sobre a força muscular e MME em idosas com obesidade, embora o protocolo de maior volume promoveria maior hipertrofia muscular (Artigo 1);
- Protocolos de menor e maior volume contribuiriam para a redução da gordura corporal e do risco cardiometabólico, embora o protocolo de maior volume promoveria maiores benefícios para ambas as variáveis (Artigo 2).

## 4 MÉTODOS

### 4.1 Delineamento experimental

A presente investigação, de delineamento longitudinal, caracteriza-se como um ensaio clínico não-aleatorizado, retrospectivo, com grupos em paralelo, sem presença de grupo controle, estruturada com mulheres idosas oriundas de duas coortes (2022 e 2024) do *Active Aging Longitudinal Study*, iniciado em 2012, cujos propósitos têm sido analisar a eficácia e eficiência de 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 uma repetição máxima - 1RM), composição corporal (absortometria radiológica de dupla energia - DXA) e biomarcadores metabólicos (coletas sanguíneas). 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 (segunda-feira, quarta-feira e sexta-feira). Uma representação do desenho experimental é apresentada na **Figura 1**.



**Figura 1.** Delineamento experimental.

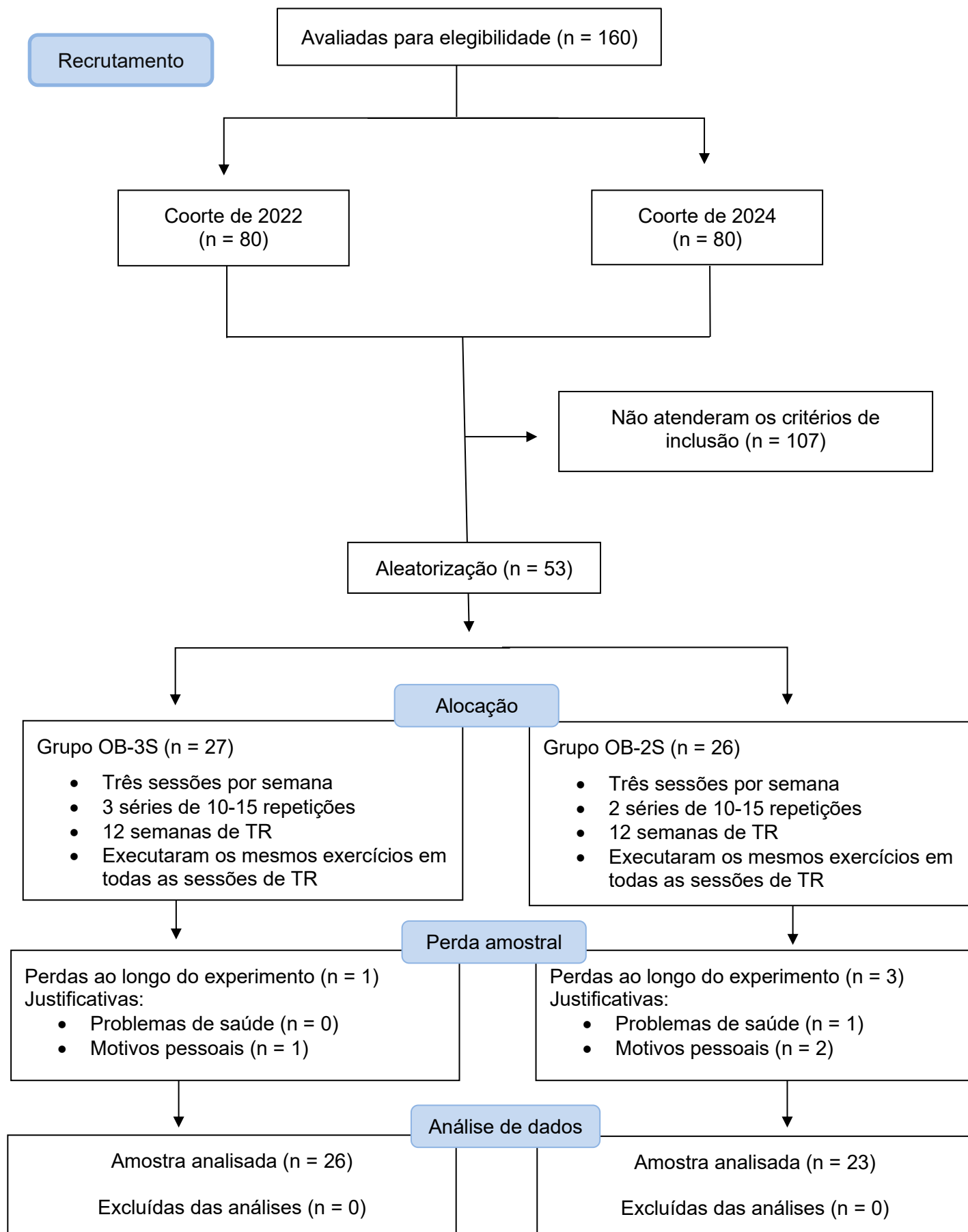
Para as análises estabelecidas na presente investigação, as participantes das diferentes coortes foram agrupadas em dois grupos denominados de obesas que treinaram com duas (OB-2S) ou três séries (OB-3S) por exercício. O critério adotado para diagnosticar obesidade no presente estudo foi apresentar simultaneamente IMC  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup> e CC  $\geq 88$  cm (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2000; SHAH et al., 2010; HOWEL, 2012; CORRÊA et al., 2019; RUBINO et al., 2025). Portanto, o volume foi utilizado como variável independente, ao passo a força muscular, composição corporal e saúde metabólica foram os desfechos analisados antes e após 12 semanas de TR (variáveis dependentes).

## 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*) e os principais veículos de comunicação (jornais, rádios e canais de televisão). Para serem incluídas no estudo, as voluntárias 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) apresentar simultaneamente  $IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$  e  $CC \geq 88 \text{ cm}$  (4) não apresentar diagnóstico de disfunção cardíaca; (5) não possuir problemas articulares que pudessem impedir a prática de exercícios físicos ou testes funcionais; (6) não estar sob terapia de reposição hormonal; (7) 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; (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.

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, sendo os projetos que deram origem as coortes investigadas aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina (**Anexo A**). O fluxograma adotado para este estudo é ilustrado na **Figura 2**.



**Figura 2** – Fluxograma do estudo. OB = Obesidade e TR = Treinamento resistido.

### 4.3 Antropometria

Medidas de massa corporal e estatura foram obtidas a partir de procedimentos previamente descritos na literatura (GORDON et al., 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 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). A circunferência de cintura, abdômen e quadril foi medida por meio de uma fita antropométrica inextensível com resolução de 0,1 cm de acordo com os procedimentos descritos na literatura (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2011). A relação cintura-quadril (RCQ) foi calculada pela razão entre os perímetros da cintura e do quadril, expressos em centímetros (LOUREIRO et al., 2020). Todas as medidas foram realizadas em uma sala com temperatura de aproximadamente 20°C, no período da manhã, em jejum.

### 4.4 Composição corporal

Exames de DXA foram realizados em um equipamento da marca Lunar Prodigy Advance (GE Medical Systems Lunar, Madison, WI, USA) para determinação da massa isenta de gordura e osso de membros superiores (MIGO-MS), de tronco (MIGO-TR) e de membros inferiores (MIGO-MI) e gordura corporal (absoluta e relativa). A MME foi calculada a partir da equação proposta por Kim et al. (2002), com as variáveis idade (anos), sexo (0 = mulheres), MIGO-MS e MIGO-MI sendo incluídas no modelo, a saber:  $MME (kg) = 1,13 * (MIGO-MS + MIGO-MI) - (0,02 * idade) + (0,61 * sexo) + 0,97$ . A calibração do equipamento e análise dos exames foi realizada por um 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 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 gerados pelo próprio equipamento. 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. Para as variáveis do DXA, as medidas de reprodutividade (teste-reteste) indicaram erro padrão de estimativa (EPE) e o coeficiente intraclassa (CCI) para MIGO (EPE = 0,19kg; CCI > 0,99) e gordura corporal (EPE = 0,01kg; CCI > 0,99).

#### 4.5 Biomarcadores metabólicos

As participantes foram instruídas a não ingerir álcool ou cafeína e não realizar exercícios vigorosos por pelo menos 72 h antes das coletas. As coletas de sangue foram obtidas em jejum de 12 h no período da manhã. Profissionais da enfermagem retiraram cinco mililitros de sangue de uma das veias mais proeminentes da fossa cubital do braço e depois armazenaram em um tubo com ácido etilenodiaminotetracético dipotássico (AETD), um anticoagulante e conservante. Em seguida, as amostras foram centrifugadas a 3.000 rotações por minuto durante 15 min para a separação do soro e plasma, os quais foram armazenados a -80° C até o momento da análise.

As seguintes variáveis foram analisadas: glicose, hemoglobina glicada (HbA1c), PCR, colesterol total (CT), LDL-c, lipoproteína de muito baixa densidade (VLDL-c), HDL-c e triglicerídeos (TG). Os biomarcadores foram dosados no Laboratório de Análises Clínicas do Hospital Universitário de Londrina. As análises foram realizadas em um sistema de autoanálise bioquímica com kits comerciais (Dimension RxL Max - Siemens Dade Behring) compatíveis com as recomendações do fabricante.

Após obtidas as amostras, foram determinadas as concentrações de glicose, CT, HDL-c, TG e PCR. A medição da HbA1c foi realizada com base no princípio imunoenensaio turbidimétrico de inibição, onde a medida da hemoglobina total é baseada em uma modificação da reação da hematina alcalina. A partir dos valores obtidos para cada uma destas substâncias foi calculada e reportada a proporção relativa da hemoglobina total, ou seja, glicada. A hemoglobina foi medida a 405 e 700 nm. A PCR foi determinada no plasma por ensaio de imun absorção enzimática (ELISA) a partir do kit Quantikine High Sensitivity de acordo com as especificações do fabricante do equipamento (R&D Systems, Minneapolis, MN, USA). A LDL-c foi obtida por meio da seguinte equação:  $LDL-c = CT - (HDL-c + TG/5)$ , ao passo que a VLDL-c foi obtida a partir do valor de TG dividido por cinco (FRIEDEWALD; LEVY; FREDRICKSON, 1972). A HbA1c foi expressa em percentual, a PCR em mg/L e toda a lipidemia em mg/dL. Todas as medidas foram realizadas em duplicatas para que os resultados tivessem a maior precisão. O Índice de Castelli I e II foram calculados a partir de frações do colesterol, a saber: **Índice de Castelli I = CT / HDL**; **Índice de Castelli II = LDL /HDL**.

#### 4.6 Força muscular dinâmica máxima

A força muscular dinâmica máxima foi estimada por meio do teste de 1RM em três exercícios (*chest press*, cadeira extensora e rosca Scott, respectivamente). Os testes foram conduzidos no período da manhã, em três dias alternados (segunda-feira, quarta-feira e sexta-feira) conforme recomendações da literatura (NASCIMENTO et al., 2013). Para garantir a qualidade dos testes e segurança na execução, as participantes foram previamente instruídas

sobre todos os procedimentos e técnicas de execução a serem exigidas em cada exercício por profissionais de Educação Física, com experiência na aplicação desses testes. Todas as sessões foram supervisionadas por no mínimo dois avaliadores em cada exercício.

O teste de 1RM foi precedido por uma série de aquecimento (10 a 15 repetições) com aproximadamente 50% da carga estimada para a primeira tentativa, em cada um dos três exercícios adotados. O teste foi iniciado dois minutos após o aquecimento, com todas as participantes sendo 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 (**Apêndice B**).

As participantes foram orientadas a 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 dos testes. 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 geral. Valores de EPM e CCI foram obtidos para o *chest press* (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).

#### 4.7 Treinamento resistido

O programa de TR foi executado ao longo de 12 semanas em uma academia de musculação nas dependências da universidade local, em uma frequência de três sessões semanais, em dias não-consecutivos (segundas, quartas e sextas-feiras), no período matutino. Todas as participantes foram orientadas a manterem os níveis habituais de atividade física ao longo do estudo e não iniciarem novos programas de exercícios físicos durante o período experimental. O protocolo de TR foi estruturado de acordo com as recomendações para idosos, visando fortalecimento muscular (FRAGALA et al., 2019).

O programa de treinamento foi composto por oito exercícios para os diferentes segmentos corporais (membros superiores, inferiores e tronco), incluindo máquinas e pesos livres (Ipiranga Fitness, Presidente Prudente, SP, Brasil), realizados na seguinte ordem, a saber: *chest press*, *leg press* horizontal, remada baixa, cadeira extensora, tríceps *pulley*, cadeira flexora, rosca Scott e cadeira solear. As participantes dos diferentes grupos realizaram o mesmo protocolo de TR com diferença apenas no número de séries por exercício (duas ou três de 10-15 repetições).

Durante os treinamentos 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. A partir da segunda semana, os reajustes das cargas de treinamento foram realizados, individualmente, em cada exercício, sempre que o limite superior de repetições estabelecido fosse atingido (15 repetições) em todas as séries, 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., 2009).

Por outro lado, nas situações cujo limite inferior de repetições não foi atingido (10 repetições), 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, afim de garantir a segurança e as demais condições estabelecidas para o programa de TR. Além disso, houve o controle dos intervalos de recuperação, a manutenção da técnica de execução dos exercícios, bem como ajustes dos equipamentos para o uso das participantes. A carga de treinamento de cada sessão e o número de repetições para cada exercício foram registrados na ficha de treinamento de cada participante (**Apêndice C**).

#### 4.8 Ingestão alimentar

O consumo alimentar foi estimado por meio da aplicação de recordatório de 24 h (R24h). As entrevistas foram realizadas em três dias diferentes (segunda-feira, quarta-feira e sexta-feira) na primeira e última semana de treinamento. Para auxiliar as entrevistas foi utilizado um registro fotográfico padronizado contendo fotos com imagens dos alimentos e porções (SILVA et al., 2018). Os alimentos consumidos foram registrados na ordem relatada pela participante, anotando o tipo de alimento, quantidade consumida, bem como a forma de preparação (**Apêndice D**). Para melhorar a qualidade das coletas, foi realizado treinamento com a equipe de nutricionistas abordando o método do R24h.

Alimentos que não foram encontrados no banco de dados do programa foram adicionados assumindo como referência as informações disponíveis na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (UNICAMP-NEPA, 2011), Tabela para Avaliação de Consumo Alimentar em Medidas Caseiras (PINHEIRO et al., 2009), Tabela de Composição de Alimentos da ENDF (IBGE, 1999) e site FatSecret Brasil, para informações sobre rótulos de produtos alimentícios.

As quantidades dos alimentos em medidas caseiras (**Apêndice E**), foram convertidas

em gramas ou mililitros e 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 as análises. Todas as participantes foram orientadas a manterem seus hábitos alimentares durante o período do estudo.

#### **4.9 Tratamento estatístico**

A distribuição dos dados foi analisada pelo teste de Shapiro-Wilk. O teste de Levene foi empregado para análise da homogeneidade das variâncias. As características gerais dos dois grupos (OB-3S e OB-2S) na linha de base foram contrastadas por meio de um teste t para amostras independentes. As variáveis relacionadas aos hábitos alimentares (energia total, carboidratos, proteínas e lipídeos) foram comparadas por meio de análise de variância (ANOVA) de duas vias com o grupo e tempo como fatores fixos. Análise de covariância (ANCOVA) foi empregada nas comparações intergrupos, com as medidas de linha de base sendo adotada como covariável. A determinação do efeito do tempo intragrupo foi estabelecida a partir do IC95% da diferença média do pré para pós-treinamento (valores pré menos pós-treinamento). Para tal, as médias marginais da diferença absoluta do pré para o pós-treinamento foram comparadas ao valor 0. A partir disso, o IC95% da diferença média do pré para o pós-treinamento foi calculado com aplicação da correção de Bonferroni. Para analisar as alterações relativas pré vs. pós-intervenção, o delta percentual ( $\Delta\%$ ) foi calculado da seguinte forma:  $\Delta\% = [(pós - pré) / pré] * 100$ . O erro padrão da medida (EPM) foi calculado por meio do desvio-padrão da diferença entre os pós e o pré, dividido pela raiz quadrada de 2. Adicionalmente o tamanho do efeito (TE) de *Cohen* foi calculado pela média pós menos a média pré-treinamento dividido pelo DP do pré agrupado. O nível de significância adotado para todas as análises foi de 5%. Os dados foram processados no software Jeffreys's Amazing Statistics Program (JASP), version 0.18.3 (University of Amsterdam, Amsterdam, NL).

## 5 RESULTADOS

Os resultados do presente estudo foram organizados a partir da redação de dois artigos originais. Para análise do efeito de diferentes volumes de TR, as participantes foram distribuídas em dois grupos, ou seja, OB-2S e OB-3S.

No primeiro artigo, as respostas adaptativas de mulheres idosas com obesidade a diferentes volumes de TR foram analisadas com base na força muscular e MME. No segundo artigo, para investigar possíveis diferenças entre os dois grupos submetidos a essa mesma estratégia de intervenção o comportamento de diferentes biomarcadores de risco cardiovasculares e da gordura corporal foi analisado.

Portanto, o volume ao TR foi utilizada em ambos os estudos como variável independente (OB-2S e OB-3S), enquanto o desempenho motor em testes de 1-RM nos exercícios *chest press*, cadeira extensora, rosca Scott, bem como a CTL na somatória dos três exercícios, MME segmentar e relativa, massa gorda relativa, tecido gordo, CC, RCQ e biomarcadores de risco cardiovascular (glicose, HbA1c, PCR, CT, LDL-c, VLDL-c, HDL-c, TG e Índice de castelli I e II) foram adotados como variáveis dependentes, de acordo com a proposta de cada estudo. Na sequência são apresentados os dois artigos a serem submetidos a periódicos indexados e com fator de impacto.

## **5.1 ARTIGO ORIGINAL 1**

**O VOLUME DE TREINAMENTO RESISTIDO INFLUENCIA A FORÇA MUSCULAR E A MASSA MUSCULAR ESQUELÉTICA EM MULHERES IDOSAS COM OBESIDADE?**

## RESUMO

**Introdução:** O treinamento resistido (TR) tem sido amplamente recomendado para a população idosa em virtude, sobretudo, do impacto positivo sobre a força muscular e composição corporal. Entretanto, os efeitos desse tipo de treinamento em idosas com obesidade necessita ser analisado de maneira mais ampla, em especial, de acordo com o volume adotado. **Objetivo:** Comparar o efeito de diferentes volumes de TR sobre a força muscular e MME em mulheres idosas com obesidade. **Métodos:** Quarenta e nove mulheres obesas (> 60 anos), fisicamente independentes, foram separadas em dois grupos para executarem um programa de TR, composto por oito exercícios para os diferentes segmentos corporais, em duas (OB-2S, n = 23) ou três séries de 10-15 repetições (OB-3S, n = 26), em três sessões semanais, por 12 semanas. Medidas de força muscular (testes de 1-RM) e MME, a partir de exames de absorptometria radiológica de dupla energia, foram obtidas antes e após o período de treinamento. **Resultados:** Os maiores ganhos de força muscular foram encontrados no grupo OB-3S para os exercícios *chest press* (OB-3S = 21,4% vs. OB-2S = 4,2%;  $P = 0,001$ ) e rosca Scott (OB-3S = 25,0% vs. OB-2S = 1,8%;  $P = 0,002$ ). Por outro lado, na cadeira extensora os aumentos encontrados não foram diferentes entre os grupos ( $P = 0,120$ ). Ganhos similares de MME foram revelados para ambos os grupos (OB-3S = 0,3 kg vs. OB-2S = 0,5 kg;  $P = 0,142$ ). **Conclusão:** Nossos resultados sugerem que o TR com maior volume parece ser mais eficiente para a melhoria da força muscular em membros superiores e tronco. Por outro lado, os ganhos de força em membros inferiores e MME promovidos pelo TR não parecem ser influenciados pelo maior volume de treinamento em mulheres idosas obesas.

**Palavras-chave:** treinamento de força; função muscular, obesidade, envelhecimento.

## ABSTRACT

**Introduction:** Resistance training (RT) is highly recommended for older adults due to its positive effects on muscular strength and body composition. However, it is essential to analyze the effects of different volumes of this training, specifically on obese older women. **Objective:** This study aims to compare the impact of various volumes of RT on muscular strength and skeletal muscle mass (SMM) in obese older women. **Methods:** Forty-nine physically independent obese women over 60 participated in a 12-week RT program. The women were divided into two groups: one group (OB-2S,  $n = 23$ ) performed two sets of 10-15 repetitions, while the other group (OB-3S,  $n = 26$ ) performed three sets of the same repetitions for eight exercises targeting different body segments, with sessions held three times a week. Muscular strength was measured using one-repetition maximum (1-RM) tests, and SMM was assessed through dual-energy X-ray absorptiometry scans before and after the training period. **Results:** The OB-3S group demonstrated significantly greater improvements in muscular strength for the chest press (OB-3S = 21.4% vs. OB-2S = 4.2%;  $P = 0.001$ ) and the preacher curl (OB-3S = 25.0% vs. OB-2S = 1.8%;  $P = 0.002$ ) exercises. However, the leg extension exercise improvements were not significantly different between the two groups ( $P = 0.120$ ). Both groups showed similar gains in SMM, with the OB-3S group gaining 0.3 kg and the OB-2S group gaining 0.5 kg ( $P = 0.142$ ). **Conclusion:** The results suggest that a higher volume of RT is more effective for improving muscular strength in the upper limbs and trunk among obese older women. However, the strength gains in the lower limbs and SMM are not influenced by the higher training volume.

**Keywords:** strength training, muscle function, obesity, aging.

## Introdução

A obesidade é atualmente reconhecida como um importante problema de saúde pública, sendo caracterizada pelo acúmulo excessivo de tecido adiposo, frequentemente acompanhado por alterações em sua distribuição ou funcionalidade (RUBINO et al., 2025). Suas etiologias são complexas e multifatoriais, envolvendo interações entre fatores genéticos, ambientais, metabólicos e comportamentais (RUBINO et al., 2025).

O risco de mortalidade em indivíduos obesos é aumentado na população de idosos, sobretudo em mulheres, em virtude de inúmeros fatores associados ao envelhecimento, tais como a redução da força e da massa muscular esquelética (MME), diminuição da taxa metabólica basal, aumento da gordura visceral e intramuscular, hipercolesterolemia, entre outros (MANINI; CLARK, 2012; SANTANASTO et al., 2017).

O envelhecimento está associado a mudanças significativas na composição corporal, que contribuem para o agravamento de diversas condições crônicas (BATSIS; VILLAREAL, 2018; COLEGAS; VILLAREAL, 2021). Essas alterações incluem a redistribuição e o aumento da massa adiposa, além da perda progressiva de MME e óssea, fenômeno denominado como obesidade sarcopênica que se tornam mais evidentes com o avanço da idade (BATSIS; VILLAREAL, 2018; COLEGAS; VILLAREAL, 2021).

Especificamente, a MME e óssea começa a diminuir gradualmente a partir da terceira década de vida, enquanto a massa adiposa tende a aumentar continuamente até aproximadamente os 70 anos, seguido por uma redução posterior (SANTANASTO et al., 2017). Dentre essas mudanças, a obesidade se destaca como uma condição prevalente entre indivíduos idosos, exigindo atenção especial (COLEGAS; VILLAREAL, 2021).

A partir dos 50 anos, a perda de MME ocorre a uma taxa estimada de 1 a 2% ao ano, impactando diretamente a força muscular e comprometendo a locomoção e o equilíbrio em idosos (KIM et al., 2022). Em mulheres idosas, essa redução na massa e força muscular é ainda mais acentuada, aumentando significativamente o risco de quedas e suas complicações (KUO et al., 2022). Além das implicações funcionais, a redução da MME está associada a um maior risco de mortalidade cardiovascular e por todas as causas (JESUS et al., 2019). Nesse contexto, a preservação da MME e de níveis adequados de força torna-se essencial para minimizar a morbidade e a mortalidade associadas a doenças crônicas (JESUS et al., 2019). Diversas estratégias para a prevenção e tratamento da obesidade têm sido propostas para melhorar a qualidade de vida dos indivíduos afetados (JESUS et al., 2019). Dentre elas, destacam-se às mudanças no estilo de vida, incluindo uso de dietas hipocalóricas, reeducação alimentar, redução do tempo em comportamento sedentário e aumento da prática de exercício físico (JESUS et al., 2019).

O treinamento resistido (TR) é uma modalidade de exercício amplamente estudada

devido à sua eficiência na melhoria da força muscular, na modulação da composição corporal e na promoção da saúde global em indivíduos de diferentes faixas etárias e sexos (BANG, 2023). A prática regular de exercícios resistidos surge, portanto, como uma estratégia fundamental para indivíduos idosos, especialmente aqueles com obesidade, visando à manutenção da saúde metabólica e funcional (SEO et al., 2023).

Em idosos com obesidade, essa prática se destaca como uma estratégia segura e eficaz para reduzir a gordura corporal total e regional, além de preservar ou aumentar a MME, o conteúdo mineral ósseo (CMO) e a densidade mineral óssea (DMO) (GADELHA et al., 2016; HANSEN et al., 2018; JESUS et al., 2019; MA et al., 2017; VILLAREAL et al., 2017). Além disso, o treinamento resistido contribui para a melhoria da saúde celular, a manutenção da capacidade funcional e a preservação da independência nas atividades da vida diária, oferecendo benefícios superiores a outras formas de atividade física (GADELHA et al., 2016; HANSEN et al., 2018; JESUS et al., 2019; MA et al., 2017; VILLAREAL et al., 2017).

Nesse contexto, a prática sistematizada do TR tem sido amplamente recomendada para idosos, devido ao seu custo-benefício favorável na atenuação ou reversão dos efeitos deletérios do envelhecimento (BINDER et al., 1999; FIATARONE et al., 1994; FRAGALA et al., 2019). O treinamento resistido promove hipertrofia e aumento da força muscular, desempenhando um papel essencial no combate à fraqueza e fragilidade física, além de auxiliar no controle da gordura visceral e intramuscular (BINDER et al., 1999; FIATARONE et al., 1994; FRAGALA et al., 2019). Adicionalmente, evidências sugerem que idosos com obesidade podem obter melhores resultados com protocolos de TR de alto volume, devido a fatores fisiológicos e metabólicos específicos (CUNHA et al., 2018; RIBEIRO et al., 2020; ROH; CHO; SO, 2020). O aumento da MME e da força muscular, nesse grupo, é fundamental para a melhoria da função física geral e para a redução do risco de sarcopenia (CUNHA et al., 2018; RIBEIRO et al., 2020; ROH; CHO; SO, 2020).

A magnitude das respostas induzidas pelo TR pode ser modulada pela manipulação de variáveis presentes nos programas de treinamento, como volume e intensidade (CUNHA, et al., 2021; KRIEGER, 2009; KRIEGER, 2010; RIBEIRO et al., 2015). Entre as variáveis que podem impactar esses componentes, o número de séries é fundamental, pois séries únicas permitem o uso de cargas mais pesadas, proporcionando maior intensidade de treinamento com menor volume e reduzindo a duração da sessão. Em contrapartida, a utilização de múltiplas séries, com cargas menores, tende a aumentar o volume de treinamento e gerar maior estresse metabólico, embora leve a sessões de treinamento mais longas (CUNHA, et al., 2021; KRAEMER; RATAMESS, 2004; SCHOENFELD, 2013). Nesse contexto, a literatura sugere que existe uma relação dose-resposta significativa entre carga e volume de treinamento, a qual influencia as adaptações resultantes do TR (CUNHA, et al., 2021).

A frequência semanal também é um fator importante para ajustar o volume de

treinamento em indivíduos mais velhos. Nesse contexto, alguns estudos indicaram efeitos semelhantes na composição corporal e nos parâmetros de força para diferentes frequências semanais de TR (uma, duas ou até três vezes por semana) (CAVALCANTE et al., 2018; DIFRANCISCO-DONOGHUE, et al., 2006; MURLASITS, et al., 2012; ROCHA, et al., 2024). No entanto, outros estudos mostraram que uma maior frequência semanal (3 vezes por semana) resultou em melhores desempenhos nas mesmas variáveis, em comparação com frequências semanais menores (1 ou 2 vezes por semana) (FERNÁNDEZ-LEZAUN, et al., 2017; ROCHA, et al., 2024; TURPELA, et al., 2017). As discrepâncias nos dados da literatura sobre o volume de treinamento resistido em indivíduos mais velhos parecem estar associadas a diversos fatores, como diferenças nos delineamentos dos estudos, incluindo variações no número e escolha de exercícios, duração da intervenção, número de repetições, frequência de treinamento, idade, sexo, além dos testes e instrumentos utilizados para avaliar a força muscular e a composição corporal (CUNHA, et al., 2018; ROCHA, et al., 2024).

Com base nas informações apresentadas anteriormente, o objetivo do estudo foi comparar o efeito de diferentes volumes de treinamento resistido sobre a força muscular e na MME em mulheres idosas com obesidade. As nossas principais hipóteses foram que protocolos de menor e maior volume promoveriam efeitos positivos sobre a força muscular e MME em idosas com obesidade, embora o protocolo de maior volume promoveria maior força e hipertrofia muscular.

## **Métodos**

### **Delineamento experimental**

A presente investigação, de delineamento longitudinal, caracteriza-se como um ensaio clínico não-aleatorizado, retrospectivo, com grupos em paralelo, sem presença de grupo controle, estruturada com mulheres idosas oriundas de duas coortes (2022 e 2024) do *Active Aging Longitudinal Study*, iniciado em 2012, cujos propósitos têm sido analisar a eficácia e eficiência de 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 uma repetição máxima - 1RM), composição corporal (absortometria radiológica de dupla energia - DXA) e biomarcadores metabólicos (coletas sanguíneas). 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 (segunda-feira, quarta-feira e sexta-feira).

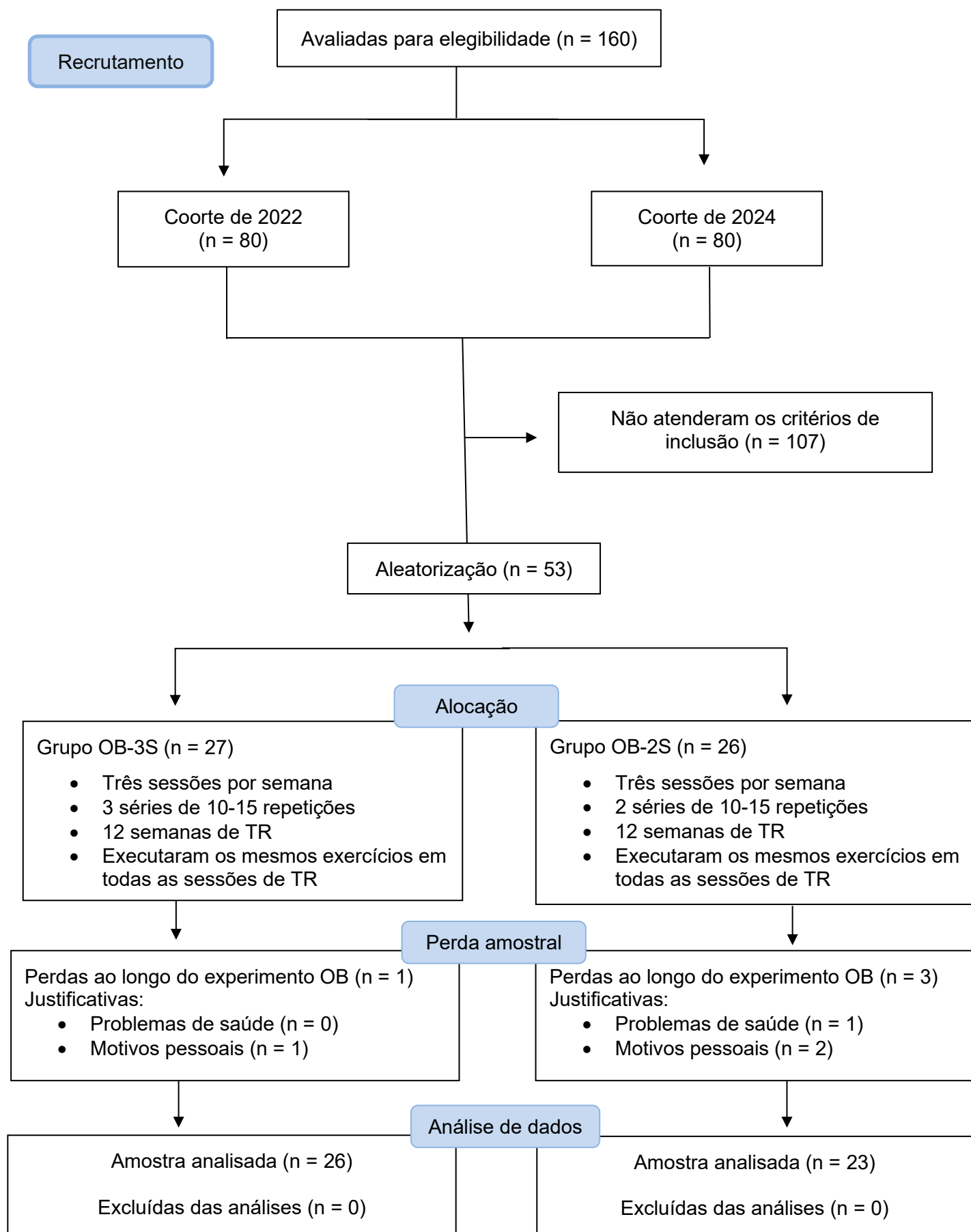
Para as análises estabelecidas na presente investigação, as participantes das diferentes coortes foram agrupadas em dois grupos denominados de obesas que treinaram com duas (OB-2S) ou três séries (OB-3S) por exercício. O critério adotado para diagnosticar obesidade no presente estudo foi apresentar simultaneamente  $IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$  e  $CC \geq 88 \text{ cm}$  (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2000; SHAH et al., 2010; HOWEL, 2012; CORRÊA et al., 2019; RUBINO et al., 2025). Portanto, o volume foi utilizado como variável independente, ao passo a força muscular, composição corporal e saúde metabólica foram os desfechos analisados antes e após 12 semanas de TR (variáveis dependentes).

## 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) e os principais veículos de comunicação (jornais, rádios e canais de televisão). Para serem incluídas no estudo, as voluntárias 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) apresentar simultaneamente  $IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$  e  $CC \geq 88 \text{ cm}$  (4) não apresentar diagnóstico de disfunção cardíaca; (5) não possuir problemas articulares que pudessem impedir a prática de exercícios físicos ou testes funcionais; (6) não estar sob terapia de reposição hormonal; (7) 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; (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.

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, sendo os projetos que deram origem as coortes investigadas aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina. O fluxograma adotado para este estudo é ilustrado na **Figura 1**.



**Figura 1.** Fluxograma do estudo. OB = Obesidade e TR = Treinamento resistido.

## **Antropometria**

Medidas de massa corporal e estatura foram obtidas a partir de procedimentos previamente descritos na literatura (GORDON et al., 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 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). A circunferência de cintura, abdômen e quadril foi medida por meio de uma fita antropométrica inextensível com resolução de 0,1 cm de acordo com os procedimentos descritos na literatura (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2011). A relação cintura-quadril (RCQ) foi calculada pela razão entre os perímetros da cintura e do quadril, expressos em centímetros (LOUREIRO et al., 2020). Todas as medidas foram realizadas em uma sala com temperatura de aproximadamente 20°C, no período da manhã, em jejum.

## **Composição corporal**

Exames de DXA foram realizados em um equipamento da marca Lunar Prodigy Advance (GE Medical Systems Lunar, Madison, WI, USA) para determinação da massa isenta de gordura e osso de membros superiores (MIGO-MS), de tronco (MIGO-TR) e de membros inferiores (MIGO-MI) e gordura corporal (absoluta e relativa). A MME foi calculada a partir da equação proposta por Kim et al. (2002), com as variáveis idade (anos), sexo (0 = mulheres), MIGO-MS e MIGO-MI sendo incluídas no modelo, a saber:  $MME (kg) = 1,13 * (MIGO-MS + MIGO-MI) - (0,02 * idade) + (0,61 * sexo) + 0,97$ . A calibração do equipamento e análise dos exames foi realizada por um 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 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 gerados pelo próprio equipamento. 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. Para as variáveis do DXA, as medidas de reprodutividade (teste-reteste) indicaram erro padrão de estimativa (EPE) e o coeficiente intraclassa (CCI) para MIGO (EPE = 0,19kg; CCI > 0,99) e gordura corporal (EPE = 0,01kg; CCI > 0,99).

### **Força muscular dinâmica máxima**

A força muscular dinâmica máxima foi estimada por meio do teste de 1RM em três exercícios (chest press, cadeira extensora e rosca Scott, respectivamente). Os testes foram conduzidos no período da manhã, em três dias alternados (segunda-feira, quarta-feira e sexta-feira) conforme recomendações da literatura (NASCIMENTO et al., 2013). Para garantir a qualidade dos testes e segurança na execução, as participantes foram previamente instruídas sobre todos os procedimentos e técnicas de execução a serem exigidas em cada exercício por profissionais de Educação Física, com experiência na aplicação desses testes. Todas as sessões foram supervisionadas por no mínimo dois avaliadores em cada exercício.

O teste de 1RM foi precedido por uma série de aquecimento (10 a 15 repetições) com aproximadamente 50% da carga estimada para a primeira tentativa, em cada um dos três exercícios adotados. O teste foi iniciado dois minutos após o aquecimento, com todas as participantes sendo 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 a 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 dos testes. 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 geral. Valores de EPM e CCI foram obtidos para o chest press (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).

### **Treinamento resistido**

O programa de TR foi executado ao longo de 12 semanas 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. Todas as participantes foram orientadas a manterem os níveis habituais de atividade física ao longo do estudo e não iniciarem novos programas de exercícios físicos durante o período experimental. O protocolo de TR foi estruturado de acordo com as recomendações para idosos, visando fortalecimento muscular (ACSM et al., 2009; FRAGALA et al., 2019).

O programa de treinamento foi composto por oito exercícios para os diferentes segmentos corporais (membros superiores, inferiores e tronco), incluindo máquinas e pesos

livres (Ipiranga Fitness, Presidente Prudente, SP, Brasil), realizados na seguinte ordem, a saber: *chest press*, *leg press* horizontal, remada baixa, cadeira extensora, rosca *scott*, cadeira flexora, tríceps *pulley* e cadeira solear. As participantes dos diferentes grupos realizaram o mesmo protocolo de TR com diferença apenas no número de séries por exercício (duas ou três de 10-15 repetições).

Durante os treinamentos 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. A partir da segunda semana, os reajustes das cargas de treinamento foram realizados, individualmente, em cada exercício, sempre que o limite superior de repetições estabelecido fosse atingido (15 repetições) 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., 2009).

Por outro lado, nas situações cujo limite inferior de repetições não foi atingido (10 repetições), 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, afim de garantir a segurança e as demais condições estabelecidas para o programa de TR. Além disso, houve o controle dos intervalos de recuperação, a manutenção da técnica de execução dos exercícios, bem como ajustes dos equipamentos para o uso das participantes. A carga de treinamento de cada sessão e o número de repetições para cada exercício foram registrados na ficha de treinamento de cada participante.

### **Ingestão alimentar**

O consumo alimentar foi estimado por meio da aplicação de recordatório de 24 horas (R24h). As entrevistas foram realizadas em três dias diferentes (segunda-feira, quarta-feira e sexta-feira). Para auxiliar as entrevistas foi utilizado um registro fotográfico padronizado contendo fotos com imagens dos alimentos e porções (SILVA et al., 2018). Os alimentos consumidos foram registrados na ordem relatada pela participante, anotando o tipo de alimento, quantidade consumida, bem como a forma de preparação. Para melhorar a qualidade das coletas, foi realizado treinamento com a equipe de nutricionistas abordando o método do R24h.

Alimentos que não foram encontrados no banco de dados do programa foram

adicionados assumindo como referência as informações disponíveis na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (UNICAMP-NEPA, 2011), Tabela para Avaliação de Consumo Alimentar em Medidas Caseiras (PINHEIRO et al., 2009), Tabela de Composição de Alimentos da ENDF (IBGE, 1999) e site FatSecret Brasil, para informações sobre rótulos de produtos alimentícios.

As quantidades dos alimentos em medidas caseiras, foram convertidas em gramas ou mililitros e 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 as análises. Os R24h foram coletados nas primeiras e últimas semanas de intervenção. Todas as participantes foram orientadas a manterem seus hábitos alimentares normalmente durante todo o período do estudo.

### **Tratamento estatístico**

A distribuição dos dados foi analisada pelo teste de Shapiro-Wilk. O teste de Levene foi empregado para análise da homogeneidade das variâncias. As características gerais dos dois grupos (OB-3S e OB-2S) na linha de base foram contrastadas por meio de um teste t para amostras independentes. As variáveis relacionadas aos hábitos alimentares (energia total, carboidratos, proteínas e lipídeos) foram comparadas por meio de análise de variância (ANOVA) de duas vias com o grupo e tempo como fatores fixos. Análise de covariância (ANCOVA) foi empregada nas comparações intergrupos, com as medidas de linha de base sendo adotada como covariável. A determinação do efeito do tempo intragrupo foi estabelecida a partir do IC95% da diferença média do pré para pós-treinamento (valores pré menos pós-treinamento). Para tal, as médias marginais da diferença absoluta do pré para o pós-treinamento foram comparadas ao valor 0. A partir disso, o IC95% da diferença média do pré para o pós-treinamento foi calculado com aplicação da correção de Bonferroni. Para analisar as alterações relativas pré vs. pós-intervenção, o delta percentual ( $\Delta\%$ ) foi calculado da seguinte forma:  $\Delta\% = [(pós - pré) / pré] * 100$ . O erro padrão da medida (EPM) foi calculado por meio do desvio-padrão da diferença entre os pós e o pré, dividido pela raiz quadrada de 2. Adicionalmente o tamanho do efeito (TE) de Cohen foi calculado pela média pós menos a média pré-treinamento dividido pelo DP do pré agrupado. O nível de significância adotado para todas as análises foi de 5%. Os dados foram processados no software Jeffreys's Amazing Statistics Program (JASP), version 0.18.3 (University of Amsterdam, Amsterdam, NL).

## Resultados

A **Tabela 1** apresenta as características das participantes na linha de base, de acordo com os grupos experimentais (OB-3S e OB-2S). Não houve diferença significativa entre os grupos para nenhuma das variáveis apresentadas ( $P > 0,05$ ).

**Tabela 1.** Características gerais das participantes na linha de base, de acordo com os grupos experimentais (n = 49).

| Variáveis                | OB-3S (n = 26)             | OB-2S (n = 23)             | P     |
|--------------------------|----------------------------|----------------------------|-------|
| Idade (anos)             | 69,8 ± 6,0 (67,4; 72,3)    | 68,3 ± 5,2 (66,1; 70,6)    | 0,367 |
| Estatura (cm)            | 156,6 ± 6,9 (153,8; 159,4) | 157,2 ± 5,4 (154,9; 159,6) | 0,744 |
| Massa corporal (kg)      | 82,1 ± 8,8 (78,5; 85,7)    | 83,4 ± 9,5 (79,3; 87,6)    | 0,610 |
| IMC (kg/m <sup>2</sup> ) | 33,4 ± 2,7 (32,3; 34,5)    | 33,9 ± 3,4 (32,4; 35,3)    | 0,588 |
| CC (cm)                  | 100,5 ± 6,1 (98,1; 103,0)  | 101,0 ± 8,0 (97,5; 104,5)  | 0,819 |

**Nota.** OB-3S = grupo que realizou três séries de 10-15 repetições durante o treinamento resistido, OB-2S = grupo que realizou duas séries de 10-15 repetições durante o treinamento resistido, IMC = índice de massa corporal, CC = circunferência de cintura. Os dados são apresentados em média, desvio-padrão e intervalo de confiança de 95% (IC 95%).

Nenhuma diferença significativa ( $P > 0,05$ ) foi encontrada na comparação entre os grupos para ingestão energética e de macronutrientes (**Tabela 2**). O desempenho motor em testes de 1-RM nos exercícios *chest press*, cadeira extensora e rosca Scott é apresentado na **Tabela 3**. Os maiores ganhos de força muscular foram encontrados no grupo OB-3S para os exercícios *chest press* (OB-3S = 21,4% vs. OB-2S = 4,2%;  $P = 0,001$ ; TE = 1,31) e rosca Scott (OB-3S = 25,0% vs. OB-2S = 1,8%;  $P = 0,002$ ; TE = 1,41). Por outro lado, na cadeira extensora os aumentos encontrados não foram diferentes entre os grupos ( $P = 0,120$ ; TE = -0,87). Similarmente, não foram observadas diferenças para os ganhos de MME (OB-3S = 0,3 kg vs. OB-2S = 0,5 kg;  $P = 0,142$ ; TE = -0,40) e MME relativa ( $P = 0,142$ ; TE = -0,29) entre os grupos.

**Tabela 2.** Ingestão energética e de macronutrientes na primeira e na última semanas de intervenção (n = 49).

| Variáveis  | OB-3S (n = 26) |            | OB-2S (n = 23) |            | Efeitos |       |           |
|--|----------------|------------|----------------|------------|---------|-------|-----------|
|  | Pré            | Pós        | Pré            | Pós        | Grupo   | Tempo | Interação |
| Carboidratos (g · kg <sup>-1</sup> · d <sup>-1</sup> ) | 2,4 ± 0,5      | 2,1 ± 0,8  | 2,2 ± 0,8      | 2,1 ± 0,5  | 0,594   | 0,159 | 0,558     |
| Proteínas (g · kg <sup>-1</sup> · d <sup>-1</sup> )    | 0,7 ± 0,1      | 0,7 ± 0,2  | 0,6 ± 0,1      | 0,6 ± 0,2  | 0,025   | 0,410 | 0,905     |
| Lipídios (g · kg <sup>-1</sup> · d <sup>-1</sup> )     | 0,5 ± 0,2      | 0,6 ± 0,2  | 0,6 ± 0,1      | 0,6 ± 0,2  | 0,440   | 0,021 | 0,802     |
| Energia (kcal · kg <sup>-1</sup> · d <sup>-1</sup> )   | 18,0 ± 4,4     | 17,1 ± 6,1 | 16,2 ± 5,0     | 15,9 ± 3,5 | 0,268   | 0,396 | 0,692     |

**Nota.** OB-3S = grupo que realizou três séries de 10-15 repetições durante o treinamento resistido, OB-2S = grupo que realizou duas séries de 10-15 repetições durante o treinamento resistido. Os dados são apresentados em média e desvio padrão.

0

**Tabela 3.** Força muscular dinâmica em testes de uma repetição máxima (1-RM) e massa muscular esquelética absoluta e relativa antes e após 12 semanas de treinamento resistido, de acordo com os grupos experimentais (n = 49).

| Variáveis              | OB-3S (n = 26) |             |                 | OB-2S (n = 23) |             |                   | Efeito do grupo |
|------------------------|----------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|-------------------|-----------------|
|                        | Pré            | Pós         | Δ (IC95%)       | Pré            | Pós         | Δ (IC95%)         |                 |
| Chest press (kg)       | 36,5 ± 7,3     | 44,3 ± 7,7  | 7,3 (5,5; 9,1)  | 47,4 ± 7,1     | 49,4 ± 6,8  | 2,6 (0,4; 4,9)    | 0,001           |
| Cadeira extensora (kg) | 53,3 ± 15,4    | 60,4 ± 17,1 | 7,2 (5,2; 9,3)  | 55,2 ± 17,8    | 68,3 ± 17,1 | 11,11 (8,4; 13,8) | 0,120           |
| Rosca Scott (kg)       | 24,8 ± 5,0     | 31,0 ± 5,8  | 6,0 (4,4; 7,6)  | 32,6 ± 6,4     | 33,2 ± 9,9  | 1,5 (-0,8; 3,9)   | 0,002           |
| MME (kg)               | 21,7 ± 2,7     | 22,0 ± 2,9  | 0,2 (-0,1; 0,6) | 22,3 ± 2,7     | 22,8 ± 2,8  | 0,6 (0,1; 1,0)    | 0,142           |
| MME relativa (%)       | 26,5 ± 1,4     | 26,9 ± 1,6  | 0,4 (0,0; 0,9)  | 26,8 ± 1,8     | 27,4 ± 2,3  | 0,6 (0,2; 1,1)    | 0,472           |

**Nota.** OB-3S = grupo que realizou três séries de 10-15 repetições durante o treinamento resistido, OB-2S = grupo que realizou duas séries de 10-15 repetições durante o treinamento resistido e MME = massa muscular esquelética. Os dados são apresentados em média, desvio-padrão e intervalo de confiança de 95% (IC 95%).

## Discussão

Os principais achados deste estudo foram que a realização três séries por exercício ao longo de 12 semanas de TR resultou em maiores aumentos de força muscular, principalmente nos segmentos do tronco e de membros superiores, em comparação com duas séries em mulheres idosas obesas. Em contrapartida, a melhoria do desempenho no exercício cadeira extensora ao longo da intervenção ocorreu de forma semelhante em ambos os grupos. Essas modificações foram acompanhadas por discretos ganhos de massa muscular nos dois grupos analisados, sem diferença entre eles. Portanto, as nossas hipóteses de que ambos os protocolos promoveriam efeitos positivos sobre a força muscular e MME foram confirmadas, embora o protocolo de maior volume não tenha provocado uma melhor resposta hipertrófica conforme acreditávamos.

A nossa hipótese foi estabelecida com base em dois estudos de revisão sistemática com metanálise que revelaram que protocolos de maior volume resultariam em maiores ganhos de força e MME em adultos (RHEA et al., 2003; SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2017). Vale destacar que a maioria dos estudos incluídos nessas duas investigações não foram realizados com idosos. Nesse sentido, um estudo recente indicou que em mulheres idosas os ganhos de força parecem estar mais relacionados a intensidade do que ao volume (CAVALCANTE et al., 2023). Portanto, se considerarmos que o maior número de séries tende a resultar em maior fadiga residual, seria esperado que o protocolo de duas séries permitisse a utilização de cargas mais elevadas e, conseqüentemente, promovesse maior aumento de força. Entretanto, essa hipótese não foi confirmada com base nos nossos achados, visto que os maiores aumentos de força ocorreram no grupo OB-3S.

Estudos anteriores já haviam demonstrado a superioridade de protocolos de maior volume para os ganhos de força muscular no *chest press* (RIBEIRO et al., 2015a), cadeira extensora (CUNHA et al., 2020; RIBEIRO et al., 2015a), rosca Scott (CUNHA et al., 2020) e na força geral (CUNHA et al., 2018) em mulheres idosas. Considerando que os grupos investigados em nosso estudo foram compostos por mulheres idosas que não estavam sob treinamento há no mínimo três meses, as diferenças encontradas entre os grupos após 12 semanas de TR podem ser atribuídas, em grande parte, a adaptações neurais tais como aumento do recrutamento de unidades motoras, melhoria da contribuição dos músculos sinergistas e na coativação de antagonistas, principalmente no grupo exposto a execução de um maior número de séries por exercício. Portanto, é plausível acreditar que o grupo OB-3S tenha tido a oportunidade de desfrutar de uma maior aprendizagem, fato que pode ter contribuído para o alcance de melhores respostas adaptativas na maioria dos exercícios testados e na carga total levantada. Além, os membros inferiores já são mais utilizados em atividades cotidianas, o que pode reduzir o impacto do efeito aprendizagem nesses músculos. Assim, o volume adicional de treino pode ter sido mais efetivo para maximizar ganhos nos

membros superiores e tronco, enquanto nos membros inferiores os ganhos podem ter sido limitados por outros fatores, como um platô mais precoce na adaptação neural ou diferenças na resposta ao estímulo mecânico.

Essa hipótese parece ser sustentada pelos reduzidos ganhos de MME encontrados nos dois grupos investigados, indicando que os aumentos de força muscular nas semanas iniciais de programas de TR seriam sustentados predominantemente por adaptações neurais e não pela hipertrofia muscular (RIBEIRO et al., 2015a). De fato, diversos estudos com mulheres idosas têm relatado ganhos relativamente reduzidos de MME e em magnitudes semelhantes as encontradas na nossa investigação, em períodos similares de intervenção com TR (DIB et al., 2020; NUNES et al., 2021).

Os baixos valores de ingestão energética e, em especial, de proteínas das participantes podem ter influenciados os ganhos de MME encontrados, em ambos os grupos. Nesse sentido, um estudo anterior demonstrou que uma ingestão superior a 1 g/kg de proteína parece ser importante para otimizar as respostas de MME e força muscular induzidas pelo TR em mulheres idosas (NABUCO et al., 2019).

Além disso, os resultados de estudos envolvendo dose-resposta em idosos tem se mostrado extremamente conflitantes, uma vez que as respostas adaptativas com relação a força e MME, especialmente em mulheres idosas, têm se revelado bastante heterogênea em investigações com diferentes volumes de treino, intensidade e descanso (HUNTER et al., 2004; LIU e LATHAM, 2009; NILWIK et al., 2013; NUNES et al., 2021). Nesse sentido, um estudo realizado com 74 mulheres idosas obesas e não obesas, encontrou ganhos significantes de MME em ambos os grupos avaliados após intervenção com TR. Todavia, 21,6% das participantes do grupo de obesas e 5,4% dos participantes do grupo não obesas tiveram alguma redução na MME (SILVA, 2021).

Similarmente, Nunes et al. (2021) reportaram que apenas 17 entre 39 mulheres idosas alcançaram ganhos de MME superior a 560 g após 12 semanas de intervenção com protocolo de baixo volume (uma série de 10-15 repetições). Ao dobrar o tempo de intervenção e o volume de treinamento (duas séries de 10-15 repetições), apenas três das 22 participantes não consideradas responsivas aos ganhos de MME induzidos pelo TR na primeira etapa passaram a responder positivamente. Portanto, a presença desse fenômeno não deve ser desprezada em nosso estudo, contribuindo para ganhos médios de MME na ordem de 0,3 a 0,5 kg após 12 semanas de intervenção. Como destacado anteriormente, o papel da ingestão energética e de proteínas, da utilização de polifármacos, da presença de doenças, entre outros fatores, merecem ser investigados de forma mais consistente, no que diz respeito aos efeitos do TR sobre a MME em idosos.

Nosso estudo apresenta uma série de pontos fortes que merecem ser destacados. De acordo com o nosso conhecimento, este é o primeiro estudo que comparou o impacto de

diferentes volumes de TR, especificamente, em mulheres idosas obesas sob indicadores de força muscular e MME. Além disso, todas as sessões de TR foram supervisionadas por profissionais habilitados para prescrever e acompanhar programas de TR voltados para a população idosa, fato que além de promover mais segurança e incentivo verbal as participantes permitiu a manutenção da qualidade dos movimentos e os ajustes necessários nas cargas de treino, individualmente, em cada exercício. A importância do TR supervisionado para idosos foi demonstrada em um importante estudo de revisão sistemática com meta-análise (LACROIX et al., 2017). Vale ressaltar, ainda, que os registros de força dinâmica máxima foram estabelecidos a partir de testes realizados em três sessões, em dias alternados. A importância da familiarização prévia e da aplicação de duas a três sessões de testes de 1RM para a produção de registros confiáveis tem sido destacada pela literatura, sobretudo em idosos (AMARANTE DO NASCIMENTO et al., 2013). Um outro ponto que merece destaque é que o monitoramento dos hábitos alimentares ao longo da investigação permitiu uma análise mais consistente dos efeitos associados ao TR. Por fim, os métodos utilizados para quantificar a força muscular (testes de 1RM) e a MIGO (DXA) têm sido considerados padrão-ouro para estudos com idosos, sendo utilizados amplamente em diversos estudos em virtude da validade, segurança e precisão (CAVALCANTE et al., 2023; CUNHA et al., 2018; DIB et al., 2020).

No que tange as limitações, é importante destacar a ausência de monitoramento do nível de atividade física habitual, um fator que pode ter influenciado, pelo menos em parte, o comportamento da MME em resposta aos protocolos de TR utilizados. Entretanto, durante todo o período de investigação as participantes foram frequentemente orientadas para não ingressarem em outro programa de exercício físico, bem como foram encorajadas a não alterarem os seus hábitos de atividade física. Adicionalmente, a ausência de um grupo controle não permitiu uma comparação direta entre os efeitos da intervenção e a ausência dela. Vale destacar, também, que os instrumentos de avaliação dos hábitos alimentares em idosos são ainda bastante limitados, de modo que não podemos afirmar que as informações obtidas por autorrelato não tenham sido subestimadas, comprometendo, pelo menos em parte, os valores de ingestão alimentar encontrados. Considerando que na nossa investigação existiam participantes analfabetas, tal fato inviabilizou o uso adicional de registros alimentares nesses casos. Todavia, a similaridade do comportamento alimentar nos diferentes momentos do estudo reduz as chances de erro aleatório. Por fim, nossos resultados não devem ser extrapolados para a população masculina, haja vista a presença de dimorfismo sexual, tanto para a força (VIANNA et al., 2007) quanto para a MME (JANSSEN et al., 2000), com os homens em geral apresentando valores superiores as mulheres.

Considerando a importância de se prevenir ou tratar a obesidade, nossos resultados possuem uma importante aplicação prática à medida que demonstram que o TR em séries

múltiplas pode ser adotado como uma estratégia interessante para a melhoria da força e MME em mulheres idosas obesas, favorecendo a prevenção, sobretudo, da obesidade sarcopênica.

### **Conclusão**

Nosso estudo sugere que, embora os protocolos de TR analisados tenham resultado em respostas adaptativas favoráveis, a adoção de protocolos de treinamento de maior volume parece ser uma estratégia mais eficiente para a melhoria da força muscular em mulheres idosas obesas. Por outro lado, ganhos similares de MME podem ser alcançados com a utilização de duas ou três séries por exercício, embora tais mudanças induzidas pelo TR, de forma isolada, tendem a ser de pequena ou moderada magnitude. Portanto, a combinação entre TR e ingestão proteica precisa ser analisada de forma mais consistente em futuros estudos direcionados a análise da MME em idosos obesos.

## **5.2 ARTIGO ORIGINAL 2**

**O VOLUME DE TREINAMENTO RESISTIDO INFLUENCIA A GORDURA CORPORAL E BIOMARCADORES DE RISCO CARDIOMETABÓLICO EM MULHERES IDOSAS COM OBESIDADE?**

## RESUMO

**Introdução:** A obesidade está relacionada a distúrbios metabólicos e aumento do risco cardiovascular, particularmente em mulheres idosas. O treinamento resistido (TR) tem sido utilizado como uma importante estratégia para melhorar a saúde metabólica e reduzir a massa gorda. **Objetivo:** Comparar o efeito de diferentes volumes de TR sobre a gordura corporal e biomarcadores de risco cardiometabólico em mulheres idosas obesas. **Métodos:** Quarenta e nove mulheres obesas (> 60 anos), fisicamente independentes, foram separadas em dois grupos para executarem um programa de TR, composto por oito exercícios para os diferentes segmentos corporais, em duas (OB-2S, n = 23) ou três séries de 10-15 repetições (OB-3S, n = 26), em três sessões semanais, por 12 semanas. Para o diagnóstico de obesidade foi adotado o atendimento a dois critérios simultâneos, índice de massa corporal (IMC)  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup> e circunferência de cintura (CC)  $\geq 88$  cm. A gordura corporal foi determinada em exames de absorptometria radiológica de dupla energia, ao passo que os biomarcadores cardiometabólicos foram dosados a partir de coletas de sangue em jejum, antes e após a intervenção. **Resultados:** Diferenças entre os grupos foram encontradas para circunferência de abdômen (OB-3S = -1,3% vs. OB-2S = 1,8%;  $P < 0,001$ ) e cintura (OB-3S = -1,7% vs. OB-2S = -0,4%;  $P = 0,001$ ). O tecido gordo foi reduzido somente no grupo OB-3S, tanto em termos absolutos (37,5 kg vs. 36,7 kg;  $P < 0,05$ ) quanto relativos (45,6% vs. 44,7%;  $P < 0,05$ ), sem diferença entre os grupos ( $P > 0,05$ ). O TR promoveu redução nos triglicerídeos (OB-3S = -13,2% vs. OB-2S = 19,0%;  $P < 0,001$ ) e VLDL-c (OB-3S = -13,5% vs. OB-2S = 18,5%;  $P < 0,001$ ), somente no grupo OB-3S. Nenhuma diferença entre os grupos foi encontrada para glicemia ( $P = 0,202$ ), HbA1c ( $P = 0,201$ ), e colesterol total ( $P = 0,055$ ), HDL-c ( $P = 0,072$ ), LDL-c ( $P = 0,592$ ), índice de Castelli I ( $P = 0,548$ ), índice de Castelli II ( $P = 0,674$ ) e proteína C-reativa ( $P = 0,382$ ). **Conclusão:** Nossos resultados sugerem que o TR com maior volume (OB-3S) parece mais eficiente para a redução da gordura corporal e melhoria do perfil lipídico, contribuindo para a redução das circunferências de abdômen e quadril e das concentrações de triglicerídeos e VLDL-c.

**Palavras-chave:** treinamento de força, obesidade, biomarcadores inflamatórios, saúde da mulher, envelhecimento.

## ABSTRACT

**Introduction:** Obesity is linked to metabolic disorders and an increased risk of cardiovascular issues, particularly in older women. Resistance training (RT) has emerged as a vital strategy for enhancing metabolic health and reducing fat mass. **Objective:** This study compared the effects of different volumes of RT on body fat and cardiometabolic risk biomarkers in obese older women. **Methods:** Forty-nine obese women (aged over 60 years) who were physically independent were divided into two groups. Each group participated in a 12-week RT program that included eight exercises targeting different body segments, performed in either two sets of 10-15 repetitions (OB-2S,  $n = 23$ ) or three sets (OB-3S,  $n = 26$ ) across three sessions per week. Obesity was diagnosed using two criteria: a body mass index (BMI) of  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup> and a waist circumference (WC) of  $\geq 88$  cm. Body fat was assessed via dual-energy X-ray absorptiometry, while cardiometabolic biomarkers were measured through fasting blood samples collected before and after the intervention. **Results:** Differences between groups were found for abdominal circumference (OB-3S = -1.3% vs. OB-2S = 1.8%;  $P < 0.001$ ) and waist circumference (OB-3S = -1.7% vs. OB-2S = -0.4%;  $P = 0.001$ ). Fat tissue was reduced only in the OB-3S group in absolute (37.5 kg vs. 36.7 kg;  $P < 0.05$ ) and relative (45.6% vs. 44.7%;  $P < 0.05$ ) terms, with no difference between groups ( $P > 0.05$ ). RT promoted a reduction in triglycerides (OB-3S = -13.2% vs. OB-2S = 19.0%;  $P < 0.001$ ) and VLDL-c (OB-3S = -13.5% vs. OB-2S = 18.5%;  $P < 0.001$ ), only in the OB-3S group. No difference between groups was found for glycemia ( $P = 0.202$ ), HbA1c ( $P = 0.201$ ), HDL-c ( $P = 0.072$ ), LDL-c ( $P = 0.592$ ), Castelli index I ( $P = 0.548$ ), Castelli index II ( $P = 0.674$ ) and C-reactive protein ( $P = 0.382$ ). **Conclusion:** The findings suggest that higher-volume RT (OB-3S) is more effective in reducing body fat and improving the lipid profile, resulting in decreased abdominal and hip circumferences and lower triglyceride and VLDL-c concentrations.

**Keywords:** strength training, obesity, inflammatory biomarkers, women's health, aging.

## Introdução

A obesidade é definida como uma condição caracterizada pelo acúmulo excessivo de tecido adiposo, podendo ou não, estar associada a alterações em sua distribuição ou função, sendo suas causas complexas e multifatoriais. Essa condição é classificada em obesidade pré-clínica e obesidade clínica. Este primeiro é um fenótipo físico caracterizado pelo excesso de adiposidade, sem sinais de disfunções orgânicas. Já a obesidade clínica é uma doença crônica, associada a alterações funcionais no organismo devido ao excesso de tecido adiposo, podendo levar a complicações graves e afetar a qualidade de vida ou a sobrevivência (RUBINO et al., 2025).

Nesse contexto, a investigação de biomarcadores de risco cardiometabólico desempenha um papel central na compreensão dos mecanismos subjacentes à obesidade. Biomarcadores de natureza genética, proteica ou metabólica fornecem uma visão detalhada das alterações nos processos biológicos do organismo. Durante intervenções terapêuticas, esses biomarcadores podem ser quantificados como indicadores de processos fisiopatológicos ou respostas farmacológicas, contribuindo para avaliar a eficiência do tratamento e elucidar os mecanismos envolvidos (OBANDO et al., 2022).

A obesidade está relacionada a diversas anormalidades metabólicas, como resistência à insulina, dislipidemias, hipertensão e síndrome metabólica, sendo um importante fator de risco para doenças cardiovasculares. Tanto a obesidade quanto a síndrome metabólica contribuem para o aumento da morbidade e mortalidade por DCV (LAU et al., 2021).

Quando jovens as mulheres tendem a depositar mais tecido adiposo subcutâneo e menos tecido adiposo visceral do que os homens. No entanto, essa diferença diminui com o avanço da idade, sobretudo, após a menopausa, com as modificações na produção de estrogênio e progesterona, favorecendo o maior acúmulo de gordura visceral. Esse padrão está associado a um risco aumentado para incidência de eventos cardiovasculares importantes, como insuficiência cardíaca com fração de ejeção preservada e doença arterial coronariana (RAMIREZ et al., 2024).

Essa redistribuição da gordura corporal, com deslocamento do tecido adiposo dos depósitos glúteo-femorais para a região visceral, é acompanhada por perda de MME e óssea, especialmente em mulheres idosas. Essas mudanças contribuem para condições metabólicas desfavoráveis, incluindo o desenvolvimento de intolerância à glicose e resistência à insulina, dislipidemias e redução da taxa metabólica de repouso (SORIANO et al., 2021).

Por outro lado, uma redução da massa corporal na ordem de 5% a 10% parece suficiente para promover melhorias no comportamento metabólico e em parâmetros hemodinâmicos (SCHORODER et al., 2021). Esses benefícios estão diretamente associados à diminuição da mortalidade em indivíduos obesos. Dada a complexidade multifatorial da

obesidade, o monitoramento da gordura corporal e de biomarcadores cardiometabólicos tem sido recomendado como uma importante estratégia para acompanhamento do processo de redução do sobrepeso e da obesidade (SCHORODER et al., 2021).

Embora a adoção de uma alimentação saudável seja amplamente reconhecida como uma estratégia essencial para a prevenção e tratamento do excesso de peso, estudos indicam que a melhoria do comportamento metabólico, como aumento da sensibilidade à insulina, redução da pressão arterial e diminuição do estresse oxidativo, podem ocorrer independentemente de modificações na massa corporal. Esses achados reforçam a importância de práticas alimentares equilibradas como um pilar fundamental para a saúde metabólica, independentemente da redução ponderal (SCHORODER et al., 2021).

Além da alimentação, intervenções que promovam a redução da massa adiposa, ao mesmo tempo em que preservam a MME e óssea, são cruciais para minimizar os riscos cardiometabólicos associados ao envelhecimento e à obesidade. Essas estratégias não apenas contribuem para a saúde geral, mas também são essenciais para prevenir ou atenuar a fragilidade, melhorando a funcionalidade e a qualidade de vida dessa população (COLEGAS; VILLAREAL, 2021).

Nesse sentido, o treinamento resistido (TR) pode desempenhar um papel fundamental na promoção da saúde metabólica e funcional, especialmente em idosos. Quando praticado regularmente, o TR melhora a massa muscular, a força muscular, a densidade mineral óssea e a função física, sendo especialmente benéfico tanto para homens quanto para mulheres idosas (FRAGALA et al., 2019). Além disso, o TR contribui para uma homeostase glicêmica, prevenindo o acúmulo de lipídios intramusculares, aumentando a capacidade oxidativa e a atividade de enzimas glicolíticas, estimulando a absorção de aminoácidos e promovendo um ambiente anabólico mais favorável (FYPE; BISHOP; STEPTO, 2014; VILLAREAL et al., 2017).

Entretanto, muitos dos benefícios associados a prática do TR estão estreitamente relacionados à manipulação adequada de variáveis como intensidade e volume de treinamento. O volume, em particular, pode influenciar o gasto energético, os ganhos de massa muscular, a melhoria do comportamento metabólico e a redução da gordura corporal (CAVALCANTE et al., 2018, 2023; DANKEL et al., 2017).

Portanto, o objetivo deste estudo foi comparar o efeito do TR com diferentes volumes sobre a gordura corporal e biomarcadores de risco cardiometabólico em mulheres idosas obesas. As nossas principais hipóteses seriam de que protocolos de menor e maior volume contribuiriam para uma maior redução de gordura corporal e risco cardiometabólico após a intervenção de 12 semanas. Entretanto, acreditamos que os maiores benefícios ocorrerão a partir da execução de um protocolo de maior volume de TR.

## **Métodos**

### **Delineamento experimental**

A presente investigação, de delineamento longitudinal, caracteriza-se como um ensaio clínico não-aleatorizado, retrospectivo, com grupos em paralelo, sem presença de grupo controle, estruturada com mulheres idosas oriundas de duas coortes (2022 e 2024) do *Active Aging Longitudinal Study*, iniciado em 2012, cujos propósitos têm sido analisar a eficácia e eficiência de 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 uma repetição máxima - 1RM), composição corporal (absortometria radiológica de dupla energia - DXA) e biomarcadores metabólicos (coletas sanguíneas). 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 (segunda-feira, quarta-feira e sexta-feira).

Para as análises estabelecidas na presente investigação, as participantes das diferentes coortes foram agrupadas em dois grupos denominados de obesas que treinaram com duas (OB-2S) ou três séries (OB-3S) por exercício. O critério adotado para diagnosticar obesidade no presente estudo foi apresentar simultaneamente  $IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$  e  $CC \geq 88 \text{ cm}$  (CORRÊA et al., 2019; HOWEL, 2012; RUBINO et al., 2025; SHAH et al., 2010; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2000). Portanto, o volume foi utilizado como variável independente, ao passo a força muscular, composição corporal e saúde metabólica foram os desfechos analisados antes e após 12 semanas de TR (variáveis dependentes).

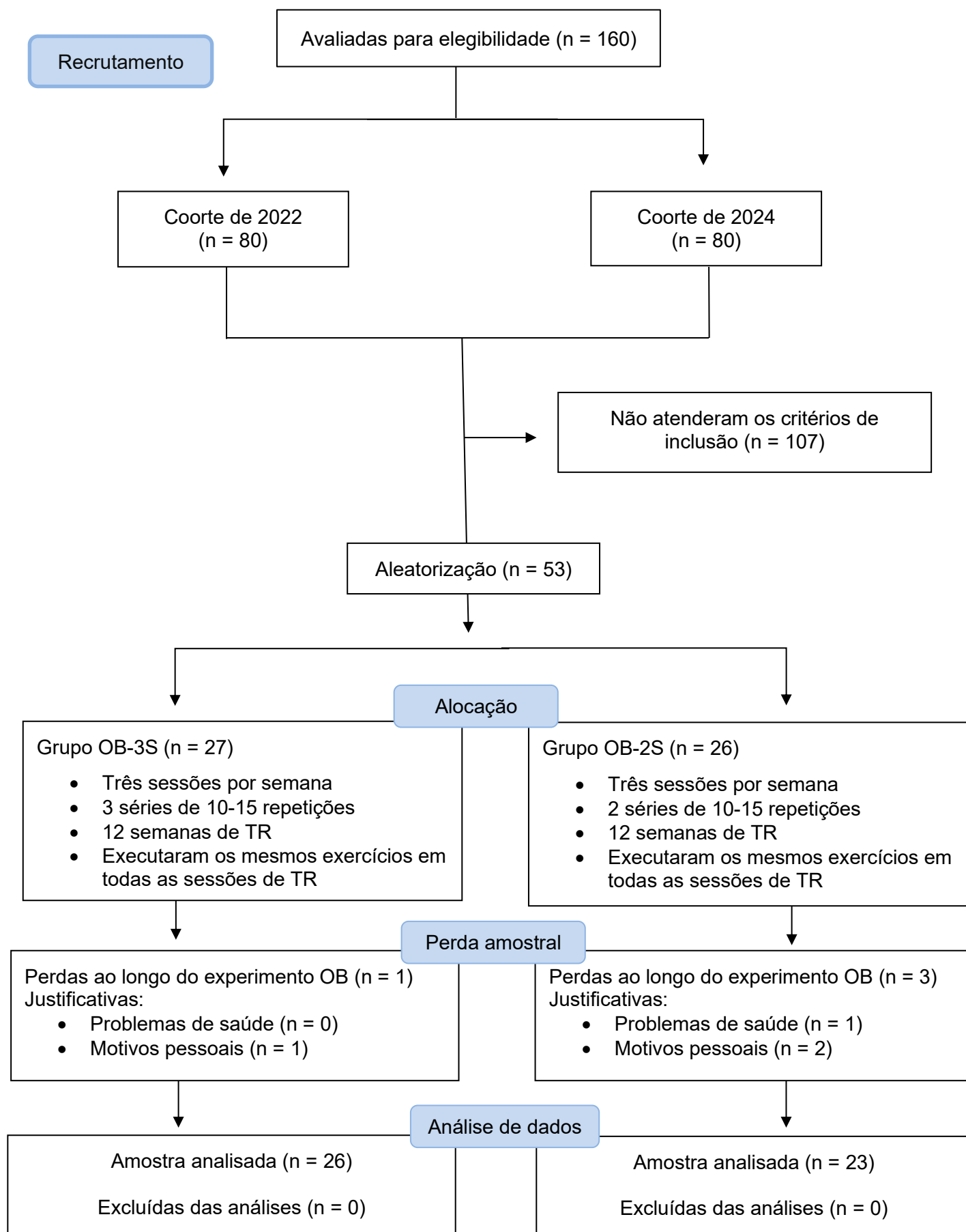
### **Participantes**

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) e os principais veículos de comunicação (jornais, rádios e canais de televisão). Para serem incluídas no estudo, as voluntárias 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) apresentar simultaneamente  $IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$  e  $CC \geq 88 \text{ cm}$  (4) não apresentar diagnóstico de disfunção cardíaca; (5) não possuir problemas articulares que pudessem impedir a prática de exercícios físicos ou testes funcionais; (6) não estar sob terapia de reposição hormonal; (7) 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; (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.

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, sendo os projetos que deram origem as coortes investigadas aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina. O fluxograma adotado para este estudo é ilustrado na **Figura 1**.



**Figura 1.** Fluxograma do estudo. OB = Obesidade e TR = Treinamento resistido.

## **Antropometria**

Medidas de massa corporal e estatura foram obtidas a partir de procedimentos previamente descritos na literatura (GORDON et al., 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 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). A circunferência de cintura, abdômen e quadril foi medida por meio de uma fita antropométrica inextensível com resolução de 0,1 cm de acordo com os procedimentos descritos na literatura (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2011). A relação cintura-quadril (RCQ) foi calculada pela razão entre os perímetros da cintura e do quadril, expressos em centímetros (LOUREIRO et al., 2020). Todas as medidas foram realizadas em uma sala com temperatura de aproximadamente 20°C, no período da manhã, em jejum.

## **Gordura corporal**

As informações sobre a gordura corporal (absoluta e relativa) foram determinadas a partir de exames de DXA de corpo inteiro realizados em um equipamento Lunar Prodigy Advance (GE Healthcare, Madison, WI, USA). A calibração do equipamento e análise dos exames foi realizada por um 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 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 gerados pelo próprio equipamento. 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. Para as variáveis do DXA, as medidas de reprodutividade (teste-reteste) indicaram erro padrão de estimativa (EPE) e o coeficiente intraclasse (CCI) para MIGO (EPE = 0,19kg; CCI > 0,99) e gordura corporal (EPE = 0,01kg; CCI > 0,99).

## **Biomarcadores metabólicos**

As participantes foram instruídas a não ingerir álcool ou cafeína e não realizar

exercícios vigorosos por pelo menos 72 h antes das coletas. As coletas de sangue foram obtidas em jejum de 12 h no período da manhã. Profissionais da enfermagem retiraram cinco mililitros de sangue de uma das veias mais proeminentes da fossa cubital do braço e depois armazenaram em um tubo com ácido etilenodiaminotetracético dipotássico (AETD), um anticoagulante e conservante. Em seguida, as amostras foram centrifugadas a 3.000 rotações por minuto durante 15 min para a separação do soro e plasma, os quais foram armazenados a -80° C até o momento da análise.

As seguintes variáveis foram analisadas: glicose, hemoglobina glicada (HbA1c), PCR, colesterol total (CT), LDL-c, lipoproteína de muito baixa densidade (VLDL-c), HDL-c e triglicérides (TG). Os biomarcadores foram dosados no Laboratório de Análises Clínicas do Hospital Universitário de Londrina. As análises foram realizadas em um sistema de autoanálise bioquímica com kits comerciais (Dimension RxL Max - Siemens Dade Behring) compatíveis com as recomendações do fabricante.

Após obtidas as amostras, foram determinadas as concentrações de glicose, CT, HDL-c, TG e PCR. A medição da HbA1c foi realizada com base no princípio imunoenensaio turbidimétrico de inibição, onde a medida da hemoglobina total é baseada em uma modificação da reação da hematina alcalina. A partir dos valores obtidos para cada uma destas substâncias foi calculada e reportada a proporção relativa da hemoglobina total, ou seja, glicada. A hemoglobina foi medida a 405 e 700 nm. A PCR foi determinada no plasma por ensaio de imun absorção enzimática (ELISA) a partir do kit Quantikine High Sensitivity de acordo com as especificações do fabricante do equipamento (R&D Systems, Minneapolis, MN, USA). A LDL-c foi obtida por meio da seguinte equação:  $LDL-c = CT - (HDL-c + TG/5)$ , ao passo que a VLDL-c foi obtida a partir do valor de TG dividido por cinco (FRIEDEWALD; LEVY; FREDRICKSON, 1972). A HbA1c foi expressa em percentual, a PCR em mg/L e toda a lipidemia em mg/dL. Todas as medidas foram realizadas em duplicatas para que os resultados tivessem a maior precisão.

O Índice de Castelli I e II foram calculados a partir de frações do colesterol, a saber: **Índice de Castelli I =  $CT/HDL-c$ ; Índice de Castelli II =  $LDL-c/HDL-c$ .**

### **Treinamento resistido**

O programa de TR foi executado ao longo de 12 semanas em uma academia de musculação nas dependências da universidade local, em uma frequência de três sessões semanais, em dias não-consecutivos (segundas, quartas e sextas-feiras), no período matutino. Todas as participantes foram orientadas a manterem os níveis habituais de atividade física ao longo do estudo e não iniciarem novos programas de exercícios físicos durante o período experimental. O protocolo de TR foi estruturado de acordo com as recomendações para idosos, visando fortalecimento muscular (FRAGALA et al., 2019).

O programa de treinamento foi composto por oito exercícios para os diferentes segmentos corporais (membros superiores, inferiores e tronco), incluindo máquinas e pesos livres (Ipiranga Fitness, Presidente Prudente, SP, Brasil), realizados na seguinte ordem, a saber: *chest press*, *leg press* horizontal, remada baixa, cadeira extensora, tríceps *pulley*, cadeira flexora, rosca Scott e cadeira solear. As participantes dos diferentes grupos realizaram o mesmo protocolo de TR com diferença apenas no número de séries por exercício (duas ou três de 10-15 repetições).

Durante os treinamentos 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. A partir da segunda semana, os reajustes das cargas de treinamento foram realizados, individualmente, em cada exercício, sempre que o limite superior de repetições estabelecido fosse atingido (15 repetições) em todas as séries, 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., 2009).

Por outro lado, nas situações cujo limite inferior de repetições não foi atingido (10 repetições), 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, afim de garantir a segurança e as demais condições estabelecidas para o programa de TR. Além disso, houve o controle dos intervalos de recuperação, a manutenção da técnica de execução dos exercícios, bem como ajustes dos equipamentos para o uso das participantes. A carga de treinamento de cada sessão e o número de repetições para cada exercício foram registrados na ficha de treinamento de cada participante.

### **Ingestão alimentar**

O consumo alimentar foi estimado por meio da aplicação de recordatório de 24 h (R24h). As entrevistas foram realizadas em três dias diferentes (segunda-feira, quarta-feira e sexta-feira) na primeira e última semana de treinamento. Para auxiliar as entrevistas foi utilizado um registro fotográfico padronizado contendo fotos com imagens dos alimentos e porções (SILVA et al., 2018). Os alimentos consumidos foram registrados na ordem relatada pela participante, anotando o tipo de alimento, quantidade consumida, bem como a forma de preparação. Para melhorar a qualidade das coletas, foi realizado treinamento com a equipe

de nutricionistas abordando o método do R24h.

Alimentos que não foram encontrados no banco de dados do programa foram adicionados assumindo como referência as informações disponíveis na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (UNICAMP-NEPA, 2011), Tabela para Avaliação de Consumo Alimentar em Medidas Caseiras (PINHEIRO et al., 2009), Tabela de Composição de Alimentos da ENDF (IBGE, 1999) e site FatSecret Brasil, para informações sobre rótulos de produtos alimentícios.

As quantidades dos alimentos em medidas caseiras, foram convertidas em gramas ou mililitros e 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 as análises. Todas as participantes foram orientadas a manterem seus hábitos alimentares durante o período do estudo.

### **Tratamento estatístico**

A distribuição dos dados foi analisada pelo teste de Shapiro-Wilk. O teste de Levene foi empregado para análise da homogeneidade das variâncias. As características gerais dos dois grupos (OB-3S e OB-2S) na linha de base foram contrastadas por meio de um teste t para amostras independentes. As variáveis relacionadas aos hábitos alimentares (energia total, carboidratos, proteínas e lipídeos) foram comparadas por meio de análise de variância (ANOVA) de duas vias com o grupo e tempo como fatores fixos. Análise de covariância (ANCOVA) foi empregada nas comparações intergrupos, com as medidas de linha de base sendo adotada como covariável. A determinação do efeito do tempo intragrupo foi estabelecida a partir do IC95% da diferença média do pré para pós-treinamento (valores pré menos pós-treinamento). Para tal, as médias marginais da diferença absoluta do pré para o pós-treinamento foram comparadas ao valor 0. A partir disso, o IC95% da diferença média do pré para o pós-treinamento foi calculado com aplicação da correção de Bonferroni. Para analisar as alterações relativas pré vs. pós-intervenção, o delta percentual ( $\Delta\%$ ) foi calculado da seguinte forma:  $\Delta\% = [(pós - pré) / pré] * 100$ . O erro padrão da medida (EPM) foi calculado por meio do desvio-padrão da diferença entre os pós e o pré, dividido pela raiz quadrada de 2. Adicionalmente o tamanho do efeito (TE) de Cohen foi calculado pela média pós menos a média pré-treinamento dividido pelo DP do pré agrupado. O nível de significância adotado para todas as análises foi de 5%. Os dados foram processados no software Jeffreys's Amazing Statistics Program (JASP), version 0.18.3 (University of Amsterdam, Amsterdam, NL).

## Resultados

A **Tabela 1** apresenta as características das participantes na linha de base, de acordo com os grupos experimentais (OB-3S e OB-2S). Não houve diferença significativa entre os grupos para nenhuma das variáveis apresentadas ( $P > 0,05$ ).

**Tabela 1.** Características gerais das participantes na linha de base, de acordo com os grupos experimentais (n = 49).

| Variáveis                | OB-3S (n = 26)             | OB-2S (n = 23)             | P     |
|--------------------------|----------------------------|----------------------------|-------|
| Idade (anos)             | 69,8 ± 6,0 (67,4; 72,3)    | 68,3 ± 5,2 (66,1; 70,6)    | 0,367 |
| Estatura (cm)            | 156,6 ± 6,9 (153,8; 159,4) | 157,2 ± 5,4 (154,9; 159,6) | 0,744 |
| Massa corporal (kg)      | 82,1 ± 8,8 (78,5; 85,7)    | 83,4 ± 9,5 (79,3; 87,6)    | 0,610 |
| IMC (kg/m <sup>2</sup> ) | 33,4 ± 2,7 (32,3; 34,5)    | 33,9 ± 3,4 (32,4; 35,3)    | 0,588 |
| CC (cm)                  | 100,5 ± 6,1 (98,1; 103,0)  | 101,0 ± 8,0 (97,5; 104,5)  | 0,819 |

**Nota.** OB-3S = grupo que realizou três séries de 10-15 repetições durante o treinamento resistido, OB-2S = grupo que realizou duas séries de 10-15 repetições durante o treinamento resistido, IMC = índice de massa corporal, CC = circunferência de cintura. Os dados são apresentados em média, desvio-padrão e intervalo de confiança de 95% (IC 95%).

Nenhuma diferença significativa ( $P > 0,05$ ) foi encontrada na comparação entre os grupos para ingestão energética e de macronutrientes (**Tabela 2**). Informações sobre CC, CA, CQ, RCQ, tecido gordo absoluta e relativa são apresentadas na **Tabela 3**. Diferenças entre os grupos foram encontradas para circunferência de abdômen (OB-3S = -1,3% vs. OB-2S = 1,8%;  $P < 0,001$ ; TE = -1,33) e quadril (OB-3S = -1,7% vs. OB-2S = -0,4%;  $P = 0,001$ ; TE = -1,00). No grupo OB-2S, na CQ o intervalo de confiança da diferença pré e pós-intervenção cruza o zero, sugerindo maior variabilidade na resposta ao treinamento. O tecido gordo foi reduzido somente no grupo OB-3S em termos absoluto (37,5 kg vs. 36,7 kg;  $P < 0,05$ ; TE = -0,52) e relativo (45,6% vs. 44,7%;  $P < 0,05$ ; TE = -0,43), sem diferença entre os grupos ( $P > 0,05$ ). Por outro lado, nenhuma diferença entre os grupos foi revelada para CC e RCQ ( $P > 0,05$ ), CC (TE = -0,48) e RCQ (TE = 0,35).

**Tabela 2.** Ingestão energética e de macronutrientes na primeira e na última semanas de intervenção (n = 49).

| Variáveis  | OB-3S (n = 26) |            | OB-2S (n = 23) |            | Efeitos |       |           |
|--|----------------|------------|----------------|------------|---------|-------|-----------|
|  | Pré            | Pós        | Pré            | Pós        | Grupo   | Tempo | Interação |
| Carboidratos (g · kg <sup>-1</sup> · d <sup>-1</sup> ) | 2,4 ± 0,5      | 2,1 ± 0,8  | 2,2 ± 0,8      | 2,1 ± 0,5  | 0,594   | 0,159 | 0,558     |
| Proteínas (g · kg <sup>-1</sup> · d <sup>-1</sup> )    | 0,7 ± 0,1      | 0,7 ± 0,2  | 0,6 ± 0,1      | 0,6 ± 0,2  | 0,025   | 0,410 | 0,905     |
| Lipídios (g · kg <sup>-1</sup> · d <sup>-1</sup> )     | 0,5 ± 0,2      | 0,6 ± 0,2  | 0,6 ± 0,1      | 0,6 ± 0,2  | 0,440   | 0,021 | 0,802     |
| Energia (kcal · kg <sup>-1</sup> · d <sup>-1</sup> )   | 18,0 ± 4,4     | 17,1 ± 6,1 | 16,2 ± 5,0     | 15,9 ± 3,5 | 0,268   | 0,396 | 0,692     |

**Nota.** OB-3S = grupo que realizou três séries de 10-15 repetições durante o treinamento resistido, OB-2S = grupo que realizou duas séries de 10-15 repetições durante o treinamento resistido. Os dados são apresentados em média e desvio padrão.

0

**Tabela 3.** Circunferência de cintura, circunferência abdominal, circunferência do quadril, relação cintura-quadril, tecido gordo absoluta e relativa antes e após 12 semanas de treinamento resistido (n = 49).

| Variáveis                | OB-3S (n = 26) |             |                    | OB-2S (n = 23) |             |                     | Interação |
|--------------------------|----------------|-------------|--------------------|----------------|-------------|---------------------|-----------|
|                          | Pré            | Pós         | Δ (IC95%)          | Pré            | Pós         | Δ (IC95%)           |           |
| CC (cm)                  | 100,5 ± 6,1    | 99,8 ± 6,3  | -0,7 (-1,6; 0,1)   | 101,0 ± 8,0    | 101,4 ± 8,5 | 0,2 (-0,7; 1,1)     | 0,102     |
| CA (cm)                  | 108,7 ± 5,9    | 107,3 ± 6,6 | -1,2 (-2,3; -0,1)  | 110,5 ± 7,4    | 112,5 ± 8,4 | 1,9 (0,7; 3,1)      | < 0,001   |
| CQ (cm)                  | 113,3 ± 5,7    | 111,4 ± 6,8 | -2,1 (-3,1; -1,2)  | 113,1 ± 8,9    | 112,7 ± 9,8 | -0,5 (-1,1; 1,0)    | < 0,001   |
| RCQ (cm)                 | 0,88 ± 0,06    | 0,90 ± 0,06 | 0,01 (-0,01; 0,03) | 0,90 ± 0,07    | 0,90 ± 0,08 | -0,00 (-0,03; 0,01) | 0,219     |
| Tecido gordo (kg)        | 37,5 ± 5,0     | 36,7 ± 5,5  | -0,8 (-1,5; -0,1)  | 37,5 ± 6,3     | 37,4 ± 7,2  | -0,5 (-0,7; 0,6)    | 0,072     |
| Massa gorda relativa (%) | 45,6 ± 2,6     | 44,7 ± 2,8  | -0,8 (-1,4; -0,2)  | 44,7 ± 3,5     | 44,4 ± 3,8  | -0,3 (-0,9; 0,3)    | 0,137     |

**Nota.** OB-3S = grupo que realizou três séries de 10-15 repetições durante o treinamento resistido, OB-2S = grupo que realizou duas séries de 10-15 repetições durante o treinamento resistido. CC = circunferência de cintura; CA = circunferência abdominal; CQ = circunferência do quadril; RCQ = relação cintura-quadril. Os dados são apresentados em média, desvio-padrão e intervalo de confiança de 95% (IC 95%).

A **tabela 4** apresenta o comportamento de biomarcadores de risco cardiometabólico. O TR promoveu no grupo OB-3S redução nas concentrações de triglicerídeos (OB-3S = -13,2% vs. OB-2S = 19,0%;  $P < 0,001$ ; TE = -1,61) e VLDL-c (OB-3S = -13,5% vs. OB-2S = 18,5%;  $P < 0,001$ ; TE = -1,57), somente. Nenhuma diferença entre os grupos foi encontrada para glicemia ( $P = 0,202$ ; TE = 0,40), HbA1c ( $P = 0,0201$ ; TE = 0,40), colesterol total ( $P = 0,055$ ; TE = -0,75), HDL-c ( $P = 0,072$ ; TE = -0,57), LDL-c ( $P = 0,592$ ; TE = -0,18), índice de Castelli I ( $P = 0,548$ ; TE = -0,19), índice de Castelli II ( $P = 0,674$ ; TE = 0,13) e PCR ( $P = 0,382$ ; TE = 0,28).

**Tabela 4.** Comportamento de biomarcadores de risco cardiometabólico, antes e após 12 semanas de treinamento resistido, de acordo com os grupos experimentais (n = 49).

| Variáveis              | OB-3S (n = 26) |              |                      | OB-2S (n = 23) |              |                   | Interação |
|------------------------|----------------|--------------|----------------------|----------------|--------------|-------------------|-----------|
|                        | Pré            | Pós          | Δ (IC95%)            | Pré            | Pós          | Δ (IC95%)         |           |
| Glicemia (mg/dL)       | 114,2 ± 28,1   | 117,5 ± 27,9 | 3,3 (-1,6; 8,3)      | 113,8 ± 36,5   | 112,6 ± 40,0 | -0,9 (-6,9; 4,9)  | 0,202     |
| HbA1c (%)              | 6,3 ± 0,9      | 6,3 ± 0,9    | 0,0 (-0,1; 0,1)      | 6,2 ± 1,1      | 6,2 ± 1,1    | 0,0 (-0,0; 0,0)   | 0,201     |
| Triglicerídeos (mg/dL) | 141,0 ± 57,0   | 122,4 ± 56,7 | -24,7 (-38,4; -10,9) | 132,5 ± 53,9   | 157,7 ± 62,4 | 21,4 (5,5; 37,2)  | < 0,001   |
| CT (mg/dL)             | 199,6 ± 37,0   | 185,5 ± 28,9 | -8,0 (-18,5; 2,3)    | 164,0 ± 39,7   | 181,7 ± 41,8 | 7,0 (-4,9; 19,0)  | 0,055     |
| HDL-c (mg/dL)          | 56,0 ± 12,3    | 57,2 ± 13,7  | 1,2 (-1,4; 4,0)      | 52,2 ± 13,1    | 57,7 ± 12,6  | 4,5 (1,4; 7,5)    | 0,072     |
| LDL-c (mg/dL)          | 115,3 ± 37,6   | 104,0 ± 30,2 | -4,1 (-13,1; 4,7)    | 85,3 ± 33,3    | 92,5 ± 33,8  | -0,8 (-11,3; 9,5) | 0,592     |
| VLDL-c (mg/dL)         | 28,2 ± 11,4    | 24,4 ± 11,3  | -4,9 (-7,7; -2,1)    | 26,5 ± 10,7    | 31,4 ± 12,5  | 4,1 (0,9; 7,3)    | < 0,001   |
| IC I (mg/dL)           | 3,7 ± 1,1      | 3,4 ± 1,0    | -0,2 (-0,5; -0,0)    | 3,3 ± 1,0      | 3,2 ± 0,9    | -0,1 (-0,4; 0,1)  | 0,548     |
| IC II (mg/dL)          | 2,2 ± 0,9      | 1,9 ± 0,8    | -0,1 (-0,3; 0,0)     | 1,7 ± 0,8      | 1,6 ± 0,7    | -0,1 (-0,4; 0,0)  | 0,674     |
| PCR (mg/dL)            | 2,9 ± 2,5      | 3,3 ± 2,4    | 0,2 (-0,6; 1,2)      | 7,3 ± 10,5     | 3,4 ± 3,0    | -0,3 (-1,4; 0,8)  | 0,382     |

**Nota.** OB-3S = grupo que realizou três séries de 10-15 repetições durante o treinamento resistido, OB-2S = grupo que realizou duas séries de 10-15 repetições durante o treinamento resistido; HbA1c = hemoglobina glicada; CT = colesterol total; HDL-c = lipoproteína de alta densidade; LDLc = lipoproteína de baixa densidade; VLDL-c = Lipoproteína de muito baixa densidade; IC I = Índice de Castelli I; IC II = Índice de Castelli II; PCR = proteína C-reativa. Os dados são apresentados em média, desvio-padrão e intervalo de confiança de 95% (IC 95%).

## Discussão

Os principais achados deste estudo foram que o TR de maior volume promoveu maior redução nos indicadores de gordura total. Tais modificações foram acompanhadas por diminuição nas concentrações de triglicerídeos e VLDL-c, somente no grupo OB-3S. Por outro lado, um comportamento similar entre os grupos OB-3S e OB-2S foi revelado para glicemia, HbA1c, colesterol total, HDL-c, LDL-c. O risco cardiovascular não foi influenciado pelo volume de treinamento, de acordo com os valores encontrados para o índice de Castelli I e II. Portanto, as nossas hipóteses de que protocolos de menor e maior volume contribuiriam para uma maior redução de gordura corporal e risco cardiometabólico com vantagens para o protocolo de maior volume foram parcialmente confirmadas, uma vez que para alguns desfechos analisados os maiores benefícios não foram favoráveis ao grupo OB-3S.

A saúde cardiometabólica é amplamente reconhecida como um mediador fundamental entre as associações estabelecidas com nutrição, DCNTs e mortalidade. Os macronutrientes dietéticos servem como componentes integrais na relação dinâmica entre dieta, gordura corporal e saúde cardiometabólica (KOEMEL et al., 2024). Não houve uma diferença significativa entre os grupos OB-3S e OB-2S.

As descobertas atuais revelaram várias compensações importantes na relação entre a composição de macronutrientes e o perfil lipídico do sangue. Isso está em contraste direto com o HDL, onde em ambos os sexos os valores mais altos foram observados em dietas contendo mais gordura na dieta. Essa compensação para macronutrientes dietéticos com lipídios no sangue se alinha com uma meta-análise recente de 32 ensaios clínicos randomizados que avaliaram o impacto de dietas de baixo teor de gordura e alto teor de gordura de longo prazo (> 12 meses) no perfil lipídico do sangue (KOEMEL et al., 2024; SCHWINGSHACKL, HOFFMANN, 2013). Portanto, pode-se afirmar que dietas ricas em gordura parecem estar positivamente associadas ao HDL-c e negativamente associadas aos triglicerídeos, enquanto nenhuma associação foi observada com o LDL-c, conforme demonstrado no grupo OB-2S.

O controle glicêmico costuma ser relacionado à ingestão de carboidratos, especialmente os refinados, que possuem uma carga glicêmica mais elevada (BERGDAHL, 2014; DAOUD; SCHEEDE-BERGDAHL; KOEMEL et al., 2024). Pesquisas que examinam a relação entre gordura dietética e controle glicêmico frequentemente compararam diretamente a reposição isocalórica com carboidratos sem explorar diferenças na ingestão de proteínas (KOEMEL et al., 2024; RIETMAN et al., 2014). No presente estudo, não encontramos associações significativas entre a composição de macronutrientes e os marcadores de controle glicêmico. Esses resultados sugerem que outros fatores, como atividade física, IMC e qualidade da dieta (por exemplo, consumo de frutas, vegetais, grãos refinados e o perfil de ácidos graxos), podem ter um papel mais determinante no controle glicêmico (BIRD; HAWLEY

et al., 2017; KOEMEL et al., 2024; WALI et al., 2021).

A principal novidade do nosso estudo em comparação aos estudos de Cavalcante et al. (2018) e Cunha et al. (2018), reside na observação de uma redução significativa nos indicadores de gordura total no grupo OB-3S, identificada por meio das medidas de CA e CQ, além de gordura corporal absoluta e relativa. Enquanto os estudos de Cavalcante et al. (2018) investigaram diferentes frequências de treinamento e não encontraram vantagem significativa para o grupo 3x/sem, nosso estudo revelou uma resposta adaptativa distinta e favorável ao programa de treinamento com maior volume no grupo OB-3S.

Ademais, nossos achados corroboram os resultados de outros estudos, como os de Ribeiro et al. (2015) e Cunha et al. (2021), que indicaram melhores adaptações no tecido adiposo com a prática de treinamento resistido de maior volume em mulheres idosas não obesas, bem como em indivíduos com sobrepeso ou obesidade, alinhando-se com a literatura existente. No entanto, o diferencial do nosso estudo está na observação de um impacto mais robusto do volume de treinamento no grupo com sobrepeso e obesidade (OB-3S), refletido em melhores respostas em comparação aos estudos anteriores que não encontraram esse mesmo efeito com o mesmo volume de treinamento.

Vale ressaltar que, apesar de não existir um padrão estabelecido na literatura sobre a intensidade, o período e o tipo de exercício mais eficiente para redução do risco cardiovascular, estudos têm revelado uma associação positiva entre o TR e a redução de massa gorda e diminuição das concentrações séricas de biomarcadores metabólicos, especialmente em idosos (LERA et al., 2014; MAVROS et al., 2014; SANTIAGO et al., 2015).

Nesse sentido, a melhoria do comportamento metabólico no grupo OB-3S nesta investigação foi revelado somente para as concentrações de triglicerídeos e VLDL-c, em comparação ao grupo OB-2S. Embora tais mudanças tenham sido reportadas anteriormente por Cunha et al. (2021), os autores encontraram, também, uma melhoria nas concentrações de glicose e PCR, em mulheres idosas submetidas a TR de maior volume (três séries vs. uma série de 10-15 repetições), em intervenção com a mesma duração do nosso estudo. Similarmente a nossa investigação, as mudanças encontradas no comportamento metabólico foram acompanhadas pela redução da gordura corporal. Assim, é plausível acreditar que associação entre a gordura corporal e o perfil lipídico possa estar relacionada com o aumento dos ácidos graxos livres, uma condição que favorece à formação de partículas de VLDL-c, ricas em triglicerídeos. Tal condição, por sua vez, pode contribuir para a redução da expressão de enzimas-chave no plasma, como a lipoproteína lipase, uma enzima responsável pela degradação de triglicerídeos circulantes na corrente sanguínea (WANG; ECKEL, 2009).

Por outro lado, Williams e colaboradores (2011) reportaram redução nos valores de colesterol total e LDL-c, com aumento de HDL-c após 16 semanas de TR em homens e mulheres idosos, enquanto Vincent e colaboradores (2003) não encontraram diferenças no

colesterol total e HDL-c após a realização de programas de TR de alta e baixa intensidade. Tais divergências entre os estudos disponíveis na literatura até o momento podem ser atribuídas, pelo menos em parte, as diferenças nas características das amostras, nos programas de TR utilizados e no tempo de duração de cada intervenção. Portanto, o impacto do TR, de forma isolada, sobre o comportamento metabólico permanece inconclusivo (PAULA et al., 2014). Além disso, o papel da ingestão alimentar, do uso de polifármacos, da presença ou ausência de doenças metabólicas das idosas participantes de investigações dessa natureza, ainda, necessita ser elucidado.

Nosso estudo apresenta importantes pontos fortes que merecem ser destacados. De acordo com o nosso conhecimento, este foi o primeiro estudo que comparou o impacto de diferentes volumes de TR sobre a gordura corporal e indicadores de risco cardiometabólico em mulheres idosas com obesidade. Além disso, todas as sessões de treinamento foram supervisionadas por profissionais de Educação Física habilitados para prescrever e acompanhar programas de TR voltados para a população idosa, fato que além de promover mais segurança e incentivo verbal as participantes permitiu a manutenção da intensidade do treino ao longo de todo o período de treinamento, com base nos ajustes periódicos das cargas, individualmente, em cada exercício. A importância do TR supervisionado em idosos foi demonstrada em um importante estudo de revisão sistemática com meta-análise (LACROIX et al., 2017). O monitoramento dos hábitos alimentares e a manutenção desses ao longo da investigação permitiu uma análise mais consistente dos efeitos que podem ser atribuídos ao TR sobre os diversos parâmetros analisados. Adicionalmente, a utilização de dois critérios combinados (IMC e circunferência da cintura) para a estratificação dos grupos experimentais permitiu uma análise mais consistente dos resultados produzidos pela presente investigação.

Por outro lado, o presente estudo apresenta algumas limitações que não devem ser desconsideradas. Primeiro, a duração do protocolo de TR pode não ter sido suficiente para análise do comportamento de algumas das variáveis analisadas. Diferente do que tende a ocorrer com a massa muscular e a força, as mudanças na gordura corporal e em alguns biomarcadores cardiometabólicos pode demandar períodos de intervenção superiores a 12 semanas. Adicionalmente, a ausência do monitoramento do nível de atividade física habitual pode ter afetado, pelo menos em parte, as respostas encontradas sobretudo para a gordura corporal. Para atenuar o impacto da ausência dessa informação as participantes foram orientadas para evitarem modificar os seus hábitos de atividade física habituais ao longo do período de intervenção. Por fim, os resultados do presente estudo não devem ser extrapolados para as outras populações e nem para estudos com períodos de intervenção mais curtos ou mais longos do que 12 semanas.

As informações produzidas pela nova investigação são de grande aplicação prática, uma vez que a prática do TR tem sido amplamente recomendada, tanto para idosos quanto

para obesos, por se tratar de um tipo de exercício físico que envolve os diferentes grupos musculares, não exige grandes deslocamentos, pode ser realizado em diferentes posições (em pé, sentado, reclinado ou deitado), com diferentes velocidades de execução, respeitando-se as condições individuais e que permite, ainda, um ajuste gradativo da sobrecarga, de acordo com os avanços da força muscular.

### **Conclusão**

Nossos resultados sugerem que o TR com maior volume (OB-3S) parece ser mais eficiente para a redução da gordura corporal e ajuste no perfil lipídico, favorecendo principalmente a redução das concentrações de triglicerídeos e VLDL-c. Portanto, a utilização de três séries por exercício pode ser uma estratégia de treinamento importante para prevenção e tratamento da obesidade em mulheres idosas, podendo atenuar os riscos cardiometabólicos.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os avanços científicos e tecnológicos, especialmente na área da medicina, têm contribuído significativamente para o aumento da expectativa de vida em muitos países ao redor do mundo. No entanto, a comunidade científica internacional e os especialistas em saúde pública e coletiva destacam a necessidade de implementar políticas públicas e estratégias não farmacológicas para a prevenção e tratamento da obesidade, com o objetivo de promover um envelhecimento saudável. A inclusão de programas de atividade física ou exercícios físicos na rotina diária da população idosa pode ter um impacto significativo no controle do peso e na melhoria de vários desfechos relacionados à saúde, incluindo a capacidade funcional, autonomia, autoestima, redução de quedas e redução de gastos com medicamentos, consultas médicas, internações e cirurgias. Essas intervenções podem contribuir para a promoção de um envelhecimento ativo e saudável, melhorando a qualidade de vida da população idosa.

Com base nessas informações, a presente investigação analisou o impacto de diferentes volumes de TR sobre a força muscular, composição corporal e saúde metabólica em mulheres idosas, tomando como base de análise o estado nutricional (obesidade) das participantes previamente ao início da intervenção. Essa tomada de decisão se pautou em um conjunto de informações disponíveis na literatura sobre a importância de programas de exercícios físicos para a redução da gordura corporal e diminuição da morbidade e mortalidade, particularmente, na população idosa.

Com base na estratégia adotada, ou seja, a prática de exercícios resistidos, a estruturação do programa de TR deveria contemplar exercícios para o corpo inteiro. Assim, oito exercícios foram escolhidos, sendo um exercício para peitoral (*chest press*), um para as costas (remada sentada), um para o bíceps (rosca Scott), um para o tríceps (tríceps no *pulley*), um para o quadríceps (cadeira extensora), um para o bíceps femoral (cadeira flexora), um para a panturrilha (cadeira solear) e um mais geral (*leg press* horizontal) envolvendo membros inferiores e glúteos.

A utilização de profissionais de Educação Física para a supervisão de todas as sessões de treinamento, além de oferecer maior segurança as participantes, permitiu que os movimentos fossem executados dentro de um padrão de qualidade adequado as limitações impostas a cada participante pelo processo degenerativo das articulações (cartilagens, tendões e cápsulas articulares). Em idosos diversos problemas como artrose, discopatia, tendinopatia e meniscopatia são bastante comuns e podem limitar alguns movimentos em especial com a presença de um quadro de obesidade. Entretanto, a prática do TR nessas condições clínicas pode melhorar a estrutura muscular e fortalecer as articulações, promovendo redução das dores e melhoria da qualidade de vida do praticante. Desse modo, o programa de TR utilizado pode ser caracterizado como progressivo e supervisionado, o que

confere maior consistência aos resultados encontrados nessa investigação.

Um outro aspecto importante e que merece destaque no presente estudo foi o monitoramento dos hábitos alimentares das participantes nas primeiras e nas últimas semanas de intervenção. Embora mudanças drásticas na alimentação de idosos sejam raras, uma vez que as preferências por determinados alimentos para um maior consumo diário tenham sido estabelecidas ao longo da vida, o processo de envelhecimento pode provocar muitas mudanças no consumo alimentar, tais como redução no apetite, diminuição da sensação de sede, dificuldade de mastigação, diminuição ou perda do olfato e paladar e problemas gastrointestinais. Assim, nossos resultados são suportados pelo comportamento alimentar relativamente similar, verificado entre os grupos, ao longo do período de intervenção.

Os resultados encontrados foram apresentados na forma de dois artigos que permitiram uma análise mais ampla de vários fenômenos que ocorreram simultaneamente e que guardam importante relação entre si. Tentaremos na sequência sumarizar os principais resultados encontrados, na tentativa de possibilitar uma análise combinada dos efeitos produzidos pela intervenção proposta.

Assim, os resultados do presente estudo demonstraram que 12 semanas de TR com diferentes volumes em idosas fisicamente independentes e com obesidade promoveram inúmeros benefícios, tais como:

- a) Aumento da força muscular de membros superiores e tronco (OB-3S);
- b) Manutenção da força muscular de membros inferiores;
- c) Aumento da MME total e segmentar;
- d) Redução da circunferência abdominal e quadril (OB-3S);
- e) Redução da gordura corporal total e segmentar;
- f) Aumento da HDL-c;
- g) Redução triglicerídeos e VLDL-c (OB-3S);
- h) Manutenção dos demais parâmetros bioquímicos.

Portanto, os resultados do presente estudo sugerem que 12 semanas de TR, independentemente do volume aplicado, podem promover melhorias na força muscular, composição corporal e de biomarcadores cardiometabólicos em mulheres idosas obesas. Entretanto, um maior volume de treinamento (OB-3S) pode otimizar grande parte das respostas adaptativas. Esses resultados reforçam a importância do TR como uma estratégia eficaz para a promoção da saúde e qualidade de vida da população idosa, destacando seu potencial para mitigar os impactos da obesidade e reduzir os riscos cardiometabólicos.

## REFERÊNCIAS

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

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. American College of Sports Medicine position stand. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. **Medicine and Science in Sports Exercise**, v. 41, n. 2, p. 459-471, fev. 2009.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 41, n. 3, p. 687–708, mar. 2009.

AZIZBEIGI, K. et al. Effect of moderate and high resistance training intensity on indices of inflammatory and oxidative stress. **Research in Sports Medicine**, v. 23, n. 1, p. 73–87, jan. 2015.

BRANDALIZE, D et al., Effects of different schedule of exercise on the gait in healthy elderly: a review. **Fisioterapia em Movimento**, v. 24, n. 3, p. 549-556, jul./set. 2011.

BANG, H.S. Effect of resistance training with different set structures on neurotrophic factors and obesity-related biomarkers in middle-aged Korean women with obesity. **Journal of Clinical Medicine**, v. 12, n. 9, p. 3135, 2023.

BATSIS, J.A.; VILLAREAL, D.T. Sarcopenic obesity in older adults: aetiology, epidemiology and treatment strategies. **Nature Reviews. Endocrinology**, v. 14, n. 9, p. 513–537, set. 2018.

BAUMGARTNER, R. N. et al. Sarcopenic obesity predicts instrumental activities of daily living disability in the elderly. **Obesity Research**, v. 12, n. 12, p. 1995–2004, dez. 2004.

BINDER, J. R. et al. Conceptual processing during the conscious resting state. A functional MRI study. **Journal of Cognitive and Neuroscience**, v. 11, n. 1, p. 80-95, jan. 1999.

BIRD, S.R.; HAWLEY, J.A. Atualização sobre os efeitos da atividade física na sensibilidade à insulina em humanos. **BMJ Open Sport & Exercise Medicine**, v. 2, n. 1, p. 000143, jan. 2017.

CALLE, M. C.; FERNANDEZ, M. L. Effects of resistance training on the inflammatory response. **Nutrition Research and Practice**, v. 4, n. 4, p. 259-269, ago. 2010.

CASSILHAS, R.C. et al. The impact of resistance exercise on the cognitive function of the elderly. **Medicine and Science in Sports Exercise**, v. 39, n. 8, p. 1401-1407, ago. 2007.

CAVALCANTE, E. F. et al. Effects of different resistance training frequencies on fat in overweight/obese older women. **International Journal of Sports Medicine**, v. 39, n. 7, p. 527–534, jul. 2018.

CAVALCANTE, E. F. et al. Resistance training for older women: do adaptive responses Support the ACSM and NSCA position stands?. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 55, n. 9, p. 1651–1659, jun. 2023.

CHANG, S. F.; CHIU, S. C. Effect of resistance training on quality of life in older people with sarcopenic obesity living in long term care institutions: A quasi-experimental study. University, Taipei, Taiwan. **Journal of Clinical Nursing**, v. 29, n. 13-14, p. 2544-2556, 2020.

CHIU, S. C. et al. Effects of resistance training on body composition and functional capacity among sarcopenic obese residents in long-term care facilities: a preliminary study. **BMC Geriatrics**, v. 18, n. 1, p. 21, jan. 2018.

CHO, Y.; SHIN, S.-Y.; SHIN, M.-J. Sarcopenic obesity is associated with lower indicators of psychological health and quality of life in Koreans. **Nutrition Research**, v. 35, n. 5, p. 384–392, maio. 2015.

COLEGAS, G.; VILLAREAL, D.T. Aging, obesity, sarcopenia and the effect of diet and exercise intervention. **Experimental Gerontology**, v. 155, p. 111561, nov. 2021.

COLINA, E. E. et al. Exercise and circulating cortisol levels: the intensity threshold effect. **Journal of Endocrinology Investigation**, v. 31, n. 7, p. 587-591, jul. 2008.

CONCEIÇÃO, M. et al. Sixteen weeks of resistance training can decrease the risk of metabolic syndrome in healthy postmenopausal women. **Clinical Interventions in Aging**, v. 8, p. 1221-1228, set. 2013.

CORRAL, R.A. et al. Accuracy of body mass index in diagnosing obesity in the adult general population. **International Journal of Obesity (London)**, v. 32, n. 6, p. 959-966, jun. 2008.

CORRÊA, M.M. et al. The ability of waist-to-height ratio to identify health risk. **Revista de Saúde Pública**. v. 53, n. 66, p. 1518–8787, abr. 2019.

CUNHA, P.M. et al. The effects of resistance training volume on osteosarcopenic obesity in older women. **Journal of Sports Sciences**, v. 79, n. 13, p. 1466-447, nov. 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. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 34, n. 4, p. 1008-1016, abr. 2020.

CUNHA, P.M. et al. Comparison of low and high volume of resistance training on body fat and blood biomarkers in untrained older women: a randomized clinical trial. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 35, n. 1, p. 1–8, jan. 2021.

DA ROSA, G. K. G. et al. Efeitos de vinte semanas de treinamento físico sobre a força e marcadores sanguíneos em mulheres idosas. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 13, n. 83, p. 523-530, set. 2019.

DAI, M. et al. Association of waist-calf circumference ratio, waist circumference, calf circumference, and body mass index with all-cause and cause-specific mortality in older adults: a cohort study. **BMC Public Health**, v. 23, n. 1, p. 1777, set. 2023.

DANKEL, S. J. et al. Frequency: The overlooked resistance training variable for inducing muscle hypertrophy? **Sports Medicine**, v. 47, n.13, p. 799-805, nov. 2017.

DAOUD, E.; SCHEEDE-BERGDAHL, C.; BERGDAHL, A. Effects of Dietary macronutrients on plasma lipid levels and the consequence for Cardiovascular Disease. **Journal of Cardiovascular Development and Disease**, v. 1, n.3, p. 201-213, nov. 2014.

DAVID, C. N. et al. Overweight and abdominal obesity association with all-cause and cardiovascular mortality in the elderly aged 80 and over: a cohort study. **The Journal of Nutrition, Health and Aging**, v. 21, n. 5, p. 597–603, maio. 2017.

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**, v. 41, n. 14, p. 1024-1031, 2020.

DIFRANCISCO-DONOGHUE, J. Comparison of once-weekly and twice-weekly strength training in older adults. **British Journal of Sports Medicine**, v. 41, n. 1, p. 19-22, 2007.

DONNELLY, J. E. et al. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 41, n. 2, p. 459-471, fev. 2009.

FERNÁNDEZ-LEZAUN, E. et al. Effects of resistance training frequency on cardiorespiratory fitness in older men and women during intervention and follow-up. **Experimental Gerontology**, v. 95, p. 44-53, 2017.

FIATARONE, M.A, et al. Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. **The New England Journal of Medicine**, v. 330, n. 25, p. 1769-1775, jun 1994.

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

FRANCESCHI, C.; CAMPISI, J. Chronic Inflammation (Inflammaging) and its potential contribution to age-associated diseases. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 69, n. Suppl 1, p. S4–S9, jun. 2014.

FRIEDEWALD, W.T.; LEVY, R.I.; FREDRICKSON, D. S. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. **Clinical Chemistry**, v. 18, n. 6, p. 499-502, jun. 1972.

FRUCH, S. M. Obesity: risk factors, complications, and strategies for sustainable long-term weight management. **Journal of the American Association of Nurse Practitioners**, v. 29, n. S1, p. S3-S14, out. 2017.

FYPE, J. J.; BISHOP, D. J.; STEPTO, N. K. Interference between concurrent resistance and endurance exercise: molecular bases and the role of individual training variables. **Sports Medicine**, v. 44, n. 2, p. 743–762, abr. 2014.

GADELHA, A. B. et al. Effects of resistance training on sarcopenic obesity index in older women: A randomized controlled trial. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, v. 65, p. 168–173, jul. 2016.

GARVEY, W. T. et al. American Association of Clinical Endocrinologists and American College of Endocrinology Comprehensive Clinical Practice Guidelines for Medical Care of Patients with Obesity. **Endocrine Practice**, v. 22, supl. 3, p. 1–203, jul. 2016.

GORDON, C. C. et al. Stature, recumbent length, and weight. *In*: Lohman, T. G.; Roche, A. F.; Martorell, R. (eds.). **Anthropometric standardization reference manual**. Champaign: Human Kinetics, p. 3-8, 1988.

HÄKKINEN, K. et al. Neuromuscular adaptations during concurrent strength and endurance training versus strength training. **European Journal of Applied Physiology**, v. 89, n. 1, p. 42-52, mar. 2003.

HANNIBAL, D. et al. Exercício físico e obesidade: o impacto das diferentes modalidades. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 4, n. 20, p. 218-229, mar/abr. 2010.

HANSEN, D. et al. Exercise prescription in patients with different combinations of cardiovascular disease risk factors: a consensus statement from the EXPERT Working Group. **Sports Medicine**, v. 48, n. 8, p. 1781–1797, ago. 2018.

HEDEN, T. et al. One-set resistance training elevates energy expenditure for 72 h similar to three sets. **European Journal of Applied Physiology**, v. 111, n. 13, p. 477-484, nov. 2011.

HIDAYAT, K. et al. Abdominal obesity and lung cancer risk: systematic review and meta-analysis of prospective studies. **Nutrients**, v. 8, n. 12, p. 810, dez. 2016.

HOWEL, D. Waist circumference and abdominal obesity among older adults: patterns, prevalence and trends. **PLoS One**, v. 7, n. 10, p. e48528, out. 2012.

HUANG, S. et al. Body composition influenced by progressive elastic band resistance exercise of sarcopenic obesity elderly women: a pilot randomized controlled trial. **European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine**, v. 153, n. 4, p. 556-563, maio. 2017.

HUNTER, G. R. et al. Effects of resistance training on older adults. **Sports Medicine**, v. 34, n. 5, p. 329-348, maio. 2004.

IBGE. **Tabela de composição de alimentos**. 5. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1999. 137 p.

JAN, M. H. et al. Investigation of clinical effects of high- and low-resistance training for patients with knee osteoarthritis: A randomized controlled trial. **Physical Therapy and Rehabilitation Journal**, v. 88, n. 4, p. 427-436, abr. 2008.

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.

JENSEN, M. D. et al. 2013 AHA/ACC/TOS Guideline for the management of overweight and obesity in adults. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 63, n. 25 Pt B, p. 2985-3023, jul. 2018.

JESUS, L. A. D. S. D. et al. Exercício físico e obesidade: prescrição e benefícios. **HU Revista**, v. 44, n. 2, p. 269–276, abr. 2019.

KEMMLER, W. et al. Prevalence of sarcopenia and sarcopenic obesity in older German men using recognized definitions: high accordance but low overlap. **Osteoporosis International**, v. 28, n. 6, p. 1881-1891, jun. 2017.

KIM, S. W. et al. Effects of twenty-four weeks of resistance exercise training on body composition, bone mineral density, functional fitness and isokinetic muscle strength in obese older women: a randomized controlled trial. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 21, p. 14554, nov. 2022.

KOEMEL, N. A. et al. Associations between dietary macronutrient composition and cardiometabolic health: data from NHANES 1999-2014. **Eur J Nutr**. v. 64, n. 1, p. 55-80, nov. 2024.

KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A. Fundamentals of resistance training: Progression and exercise prescription. **Medicine and Science in Sports Exercise**, v. 36, n. 1, p. 674-688, nov. 2004.

KRIEGER, J. W. Single vs. multiple sets of resistance exercise: A meta-regression. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23, n. 1, p. 1890-1901, nov. 2009.

KRIEGER, J. W. Single vs. multiple sets of resistance exercise for muscle hypertrophy: A meta-analysis. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 1, p. 1150-11598, nov. 2010.

KUO, Y. Y. et al. Effect of whey protein supplementation in postmenopausal women: a systematic review and meta-analysis. **Nutrients**, v.14, n.19, p. 4210, out. 2022.

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**, v. 47, n. 11, p. 2341-2361, nov. 2017.

LAU, E. S. et al. Cardiovascular biomarkers of obesity and overlap with cardiometabolic dysfunction. **Journal of the American Heart Association**, v. 10, n. 14, p. e020215, jul. 2021.

LEARY, O. V. et al. Exercise-induced reversal of insulin resistance in obese elderly is associated with reduced visceral fat. **Journal of Applied Physiology**, v. 100, n. 5, p. 1584-1589, maio. 2006.

LERA, O. F. et al. Effects of resistance training frequency on body composition and metabolics and inflammatory markers in overweight postmenopausal women. **The Journal Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 54, n. 3, p. 317-325, jun. 2014.

LIU, C.; LATHAM, N. K. Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, v. 2009, n. 3, p. CD002759, jul. 2009.

LOUREIRO, N. S. L. et al. Relação de indicadores antropométricos com fatores de risco para doença cardiovascular em adultos e idosos de Rio Branco, Acre. **Revista de Saúde Pública**. v. 54, n. 24, p. 131-138, abr. 2020.

MA, C. et al. Effects of weight loss interventions for adults who are obese on mortality, cardiovascular disease, and cancer: systematic review and meta-analysis. **BMJ**, v. 359, p. j4849, nov. 2017.

MANINI, T. M.; CLARK, B. C. Dynapenia and aging: an update. **The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 67, n. 1, p. 28-40, jan. 2012.

MAVROS, Y. et al. Reductions in C-reactive protein in older adults with type 2 diabetes are related to improvements in body composition following a randomized controlled trial of resistance training. **Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle**, v. 5, n. 2, p. 111–120, jun. 2014.

MCKENDRY, J. et al. Nutritional supplements to support resistance exercise in countering the sarcopenia of aging. **Nutrients**, v. 10, n. 7, p. 2057, jul. 2020.

MISIC, M.M. et al. Muscle quality, aerobic fitness and fat mass predict lowerextremity physical function in community-dwelling older adults. **Gerontology**, v. 53, n. 5, p. 260-6, jul. 2007.

MURLASITS, Z. et al. Effect of resistance training frequency on physiological adaptations in older adults. **Journal of Exercise Science & Fitness**, v. 10, n. 1, p. 28-32, 2012.

NABUCO, H. C. 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**, v. 25, n. 2, p. 103-112, jun. 2019.

NASCIMENTO, D. D. C. et al. The impact of sarcopenic obesity on inflammation, lean body mass, and muscle strength in elderly women. **International Journal of General Medicine**, v. 11, p. 443–449, nov. 2018.

NETO, A. G. C.; SILVA, N. L.; FARINATTI, P. T. V. Influence of resistance training variables on post-exercise oxygen consumption: a systematic review. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 15, n. 1, p. 443–449, jan/fev, 2009.

NILWIK, R. et al. The decline in skeletal muscle mass with aging is mainly attributed to a reduction in type II muscle fiber size. **Experimental Gerontology**, v. 48, n. 5, p. 492-498, maio. 2013.

NUNES, D. P. et al. Caregivers of elderly and excessive tension associated to care: evidence of the Sabe Study. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 21, n. suppl. 2, p. E180020, fev. 2019.

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

NUNES, P. R. P. et al. Effect of resistance training on muscular strength and indicators of abdominal adiposity, metabolic risk, and inflammation in postmenopausal women: controlled and randomized clinical trial of efficacy of training volume. **Age**, v. 38, n. 2, p. 40, abr. 2016.

NYBERG, S. T. et al. Obesity and loss of disease-free years owing to major non-communicable diseases: a multicohort study. **The Lancet Public Health**, v. 3, n. 10, p. 490-497, out. 2018.

OBANDO, H. R. Z. et al. Biomarcadores moleculares de doenças humanas: conceitos fundamentais, modelos de estudo e aplicações clínicas. **Química Nova**, v. 45, n. 9, p. 1098-1113, set. 2022.

PAULA, C. C.; CUNHA, R. M.; TUFAMIN, A. T. Análise do Impacto do treinamento resistido no perfil lipídico de idosos. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 22, n. 1, p. 156-162, mar. 2014.

PINHEIRO, A. B. V. et al. **Tabela para avaliação de consumo alimentar em medidas caseiras**. 4. ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 2009. 78 p.

PURCELL, S. A. et al. Prevalence of sarcopenic obesity using different definitions and the relationship with strength and physical performance in the Canadian Longitudinal Study of Aging. **Frontiers in Physiology**, v. 11, p. 583825, jan. 2021.

QUEIROZ, C. O.; MUNARO, H. L. R. Efeitos do treinamento resistido sobre a força muscular e a autopercepção de saúde em idosas. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, v. 15, n. 3, p. 547-553, maio. 2012.

RAMIREZ, M. F. et al. Sex differences in protein biomarkers and measures of fat distribution. **Journal of the American Heart Association**, v. 13, n. 22, p. e000223, nov. 2024.

RHEA, M. R. et al. A meta-analysis to determine the dose response for strength development. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 35, n. 3, p. 456–464, mar. 2003.

RHODES, E. C. et al. Effects of one year of resistance training on the relation between muscular strength and bone density in elderly women. **British Journal of Sports Medicine**, v. 34, n. 1, p. 18-22, fev. 2000.

RIBEIRO, A. S. et al. Resistance training in older women: comparison of single vs. multiple sets on muscle strength and body composition. **Isokinetics and Exercise Science**, v. 23, n. 1, p. 53–60, fev. 2015a.

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**, v. 37, n. 6, p. 109, dez. 2015b.

RIBEIRO, A. S. et al. Traditional and pyramidal resistance training systems improve muscle quality and metabolic biomarkers in older women: a randomized crossover study. **Experimental Gerontology**, v. 79, p. 8-15, jun. 2016.

RIBEIRO, A. S. et al. Resistance training improves a cellular health parameter in obese older women: a randomized controlled trial. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 34, n. 10, p. 2996-3002, out. 2020.

RIETMAN, A. et al. (2014) High dietary protein intake, reducing or eliciting insulin resistance? **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 68, n. 9, p. 973-979, jan. 2014.

ROCHA, J. N. S. et al. Different resistance training volumes on strength, functional fitness, and body composition of older people: A systematic review with meta-analysis. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, v. 119, n. 1, p. 105303, abr. 2024.

ROETERS, V. L. J. et al. Risk factors for coronary heart disease: implications of gender. **Cardiovascular Research**, v. 53, n. 3, p. 538–549, fev. 2002.

ROH, H.; CHO, S.; SO, W. A cross-sectional study evaluating the effects of resistance exercise on inflammation and neurotrophic factors in elderly women with obesity. **Journal of Clinical Medicine**, v. 9, n. 3, p. 2996-3002, mar. 2020.

ROSS, R. et al. Waist circumference as a vital sign in clinical practice: a consensus statement from the IAS and ICCR Working Group on Visceral Obesity. **Nature Reviews. Endocrinology**, v. 16, n. 6, p. 177-189, fev. 2020.

RUBINO, F. et al. Definition and diagnostic criteria of clinical obesity. **The Lancet Diabetes & Endocrinology**, v. 13, n. 3, p. 221-262, mar. 2025.

SANTANASTO, A. J. et al. Body composition remodeling and mortality: The health aging and body composition study. **Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 72, n. 4, p. 513-519, abr. 2017.

SANTIAGO, L. A. M. et al. Treinamento resistido reduz riscos cardiovasculares em idosos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 21, n. 4, p. 261-265, jul-ago. 2015.

SCHOENFELD, B. J. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 13, p. 2857- 2872, nov. 2010.

SCHOENFELD, B.J. Potential mechanisms for a role of metabolic stress in hypertrophic adaptations to resistance training. **Sports Medicine**, v. 43, n. 13, p. 179-194, nov. 2013.

SCHOENFELD, B. J.; OGBORN, D.; KRIEGER, J. W. Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: A systematic review and meta-analysis. **Journal of Sports Sciences**, v. 35, n. 11, p. 1073–1082, jun. 2017.

SCHORODER, J. D. et al. Effects of time-restricted feeding in weight loss, metabolic syndrome and cardiovascular risk in obese women. **Journal of Translational Medicine**, v. 19, n. 3, p. 3, jan. 2021.

SCHWINGSHACKL, L.;HOFFMANN, G. Comparison of effects of long-term low-fat vs high-fat diets on blood lipid levels in overweight or obese patients: a systematic review and meta-analysis. **J Acad Nutr Dietetics** v. 113, n. 12, p. 1640-1661, jan. 2013.

SEO, J. et al. Effects of 12 weeks of resistance training on body composition, muscle hypertrophy and function, blood lipid level, and hemorheological properties in middle-aged obese women. **Reviews in Cardiovascular Medicine**, v. 24, n. 7, p. 196, jul. 2023.

SHAH, S. Z. A. et al. Frequency of dyslipidemia in obese versus non - obese in relation to body mass index (bmi), waist hip ratio (whr) and waist circumference (wc). **Pakistan Association for the Advancement of Science**, v. 62, n. 1, p. 743–762, mar. 2010.

SILVA, A. L. **Efeito de 12 semanas de treinamento resistido sobre a força muscular, composição corporal e ângulo de fase em mulheres idosas obesas e não obesas.** Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Centro de Educação Física e Esporte, Universidade Estadual de Londrina. Londrina , 2019. 105 p.

SILVA, L. S. L. D. et al. Characteristics of resistance training-based protocols in older adults with sarcopenic obesity: a scoping review of training procedure recommendations. **Frontiers in Nutrition**, v. 10, p. 1179832, maio. 2023.

SILVA, S. U. et al. Food and nutrition education actions and the nutritionist within the scope of the National School Food Program. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 23, n. 8, p. 1636-1642, ago. 2018.

SORIANO, E. F. et al. Effects of DHA-rich n-3 fatty acid supplementation and/or resistance training on body composition and cardiometabolic biomarkers in overweight and obese post-menopausal women. **Nutrients**, v. 13, n. 7, p. 2465, jul. 2021.

SOUZA, M. C. M. de et al. Central adiposity among elderly women in a gerontology-geriatric unit. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, v. 19, n. 5, p. 787-796, set. 2016.

TAN, Y. Y.; GAST, G.-C. M.; SCHOUW, Y. T. V. D. Gender differences in risk factors for coronary heart disease. **Maturitas**, v. 65, n. 2, p. 149-160, fev. 2010.

TIBANA, R. A. et al. Enhancing of women functional status with metabolic syndrome by cardioprotective and anti-inflammatory effects of combined aerobic and resistance training. **PLoS ONE**, v. 9, n. 11, p. e110160, nov. 2014.

TIBANA, R. A. et al. Quantificação da carga da sessão de treino no Crossfit® por meio da percepção subjetiva do esforço: um estudo de caso e revisão da literatura. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 25, n. 3, p. 5-13, maio. 2017.

TIELAND, M. et al. The impact of dietary protein or amino acid supplementation on muscle mass and strength in elderly people: Individual participant data and meta-analysis of RCT's. **Journal of Nutrition, Health, and Aging**, v. 21, n. 9, p. 994–1001, set. 2017.

TILG, H.; MOSCHEN, A. R. Adipocytokines: mediators linking adipose tissue, inflammation and immunity. **Nature Reviews Immunology**, v. 6, n. 10, p. 772–783, out. 2006.

TOMELERI, C. M. et al. Resistance training improves inflammatory level, lipid and glycemic profiles in obese older women: A randomized controlled trial. **Experimental Gerontology**, v. 84, p. 80–87, nov. 2016.

TOMELERI, C. M. et al. Influence of resistance training exercise order on muscle strength, hypertrophy, and anabolic hormones in older women: a randomized controlled trial. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 34, n. 11, p. 3103-3109, nov. 2020.

TOSELLI, S. et al. Assessment of body composition and physical performance of young soccer players: differences according to the competitive level. **Biology (Basel)**, v. 11, n. 6, p. 823, maio. 2022.

TURPELA, M. et al. Effects of different strength training frequencies on maximum strength, body composition and functional capacity in healthy older individuals. **Experimental Gerontology**, v. 98, p. 13-21, nov. 2017.

UNICAMP-NEPA. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. 4. ed. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2011. 161 p.

VASCONCELOS, K. S. et al. Effects of a progressive resistance exercise program with high-speed component on the physical function of older women with sarcopenic obesity: a randomized controlled trial. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 20, n. 5, p. 432-440, jul. 2016.

VIANNA, L. C.; OLIVEIRA, R. B.; ARAÚJO, C. G. S. Age-related decline in handgrip strength differs according to gender. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 21, n. 4, p. 1310–1314, nov. 2007.

VILLAREAL, D. T. et al. Aerobic or resistance exercise, or both, in dieting obese older adults. **The New England Journal of Medicine**, v. 376, n. 20, p. 1943-1955, maio. 2017.

VINCENT, K. R. et al. Homocysteine and lipoprotein levels following resistance training in older adults. **Preventive Cardiology**, v. 6, n. 4, p. 197- 203, abr. 2003.

WALI, J.Á. et al. Macronutrient determinants of obesity, Insulin Resistance and metabolic health. **Biology**, v. 10, n. 4, p. 336, abr. 2021.

WANG, H.; ECKEL, R. H. Lipoprotein lipase: from gene to obesity. **American Journal of Physiology. Endocrinology and Metabolism**, v. 297, n. 2, p. E271–E288, ago. 2009.

WILLIAMS, A. D. et al. Cardiovascular and metabolic effects of community based resistance training in an older population. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 14, n. 4, p. 331-337, jul. 2011.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Obesity: preventing and managing the global epidemic: report of a WHO Consultation**. Geneva: WHO; 2000.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Waist circumference and waist-hip ratio: report of a WHO expert consultation**. Geneva: WHO; 2011.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Obesity**. Geneva: WHO; 2023.

## APÊNDICES

**APÊNDICE A – Termo de consentimento livre e esclarecido****Termo de Consentimento Livre e Esclarecido Título da pesquisa:****“O VOLUME DE TREINAMENTO RESISTIDO INFLUENCIA A FORÇA MUSCULAR, COMPOSIÇÃO CORPORAL E SAÚDE METABÓLICA EM MULHERES IDOSAS COM OBESIDADE?”**

Prezada Senhora:

Gostaríamos de convidá-la para participar da pesquisa “O volume de treinamento resistido influencia a força muscular, composição corporal e saúde metabólica em mulheres idosas com obesidade?”, a ser realizada no município de Londrina/PR. O objetivo desta pesquisa é analisar os efeitos de dois anos de prática regular e sistematizada de treinamento resistido sobre a força muscular, composição corporal e biomarcadores de risco cardiometabólico em mulheres pós-menopausadas.

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) Entrevista afim de avaliar o histórico médico, sintomas de ansiedade e depressão, percepção de qualidade de vida, sono e cognição; (3) Medidas de peso, altura, pressão arterial, frequência cardíaca em repouso, atividade física habitual, comportamento sedentário e sono; (4) Avaliação da composição corporal pelos métodos de impedância bioelétrica e densitometria óssea; (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; (8) Avaliação da capacidade de realizar atividades de vida diária por meio de testes funcionais.

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 e durante as primeiras semanas de treino.

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 2022.

**Pesquisador Responsável:** Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino

**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):**

\_\_\_\_\_

Londrina, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2022.





## APÊNDICE D – Modelo do recordatório alimentar de 24 horas

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Dia da semana do Recordatório: DOM TER QUI Avaliador: \_\_\_\_\_

| REFEIÇÃO E O HORARIO                 | Alimentos, bebidas e/ou preparações | Quantidades (gramas ou medida caseira) |
|--------------------------------------|-------------------------------------|--|
| Café da manhã<br>Horário:<br>_____   |                                     |  |
| Lanche da manhã<br>Horário:<br>_____ |                                     |  |
| Almoço<br>Horário:<br>_____          |                                     |  |
| Lanche tarde<br>Horário:<br>_____    |                                     |  |
| Jantar<br>Horário:<br>_____          |                                     |  |
| Ceia<br>Horário:<br>_____            |                                     |  |

Suplementos: \_\_\_\_\_

Água: \_\_\_\_\_

## APÊNDICE E – Exemplos de porções e utensílios de cozinha apresentadas às participantes

**H022-H033** **Tigelas e colheres** **Bowls and spoons**

**H022** **H023** **H024**

**H026** Colher de café  
**H027** Colher de café cheia

**H028** Colher de chá  
**H029** Colher de chá cheia

**H030** Colher de sobremesa  
**H031** Colher de sobremesa cheia

**H032** Colher de sopa  
**H033** Colher de sopa cheia

**H034-H041** **Colheres de servir** **Spoons and serving laddles**

**H034** Colher de servir  
**H035** Colher de servir cheia

**H036** Concha pequena  
**H037** Concha pequena cheia

**H038** Concha média  
**H039** Concha média cheia

**H040** Concha grande  
**H041** Concha grande cheia

**P750** **Beterraba, pedaços** **Beetroot, pieces**

**P750 - 1** **P750 - 2**

**P750 - 3** **P750 - 4**

**P750 - 5** **P750 - 6**

**P929** **Carne, cortes** **Meat, cuts**

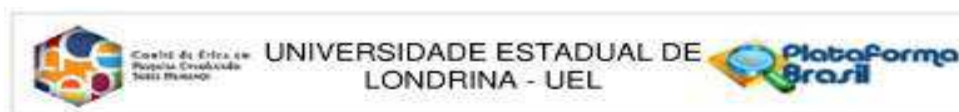
**P929 - 1** **P929 - 2**

**P929 - 3** **P929 - 4**

**P929 - 5** **P929 - 6**

**ANEXO**

## ANEXO A – Carta de aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa.



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Efeito de quatro ordens de execução dos exercícios em programa de treinamento resistido sobre a composição corporal, força muscular, capacidade funcional, biomarcadores sanguíneos e cognição em mulheres idosas treinadas.

**Pesquisador:** JOÃO PEDRO ALVES NUNES

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 30300420.1.0000.5231

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

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 4.663.555

#### Apresentação do Projeto:

Textos retirados do original do pesquisador:

Muitas das respostas associadas ao exercício resistido, bem como a magnitude das adaptações produzidas, podem ser influenciadas pela manipulação adequada de variáveis que compõem os programas de treinamento. Portanto, acredita-se que a ordem de execução dos exercícios possa influenciar nas respostas adaptativas acarretadas pelo treinamento resistido, uma vez que pode afetar tanto o volume quanto a intensidade do treinamento.

**Métodos:** Será realizada uma intervenção com delineamento longitudinal por 12 semanas com aproximadamente 72 mulheres idosas (> 60 anos), fisicamente independentes e previamente treinadas, sendo divididas em quatro grupos de acordo com a ordem de execução dos exercícios, a saber: (1) dos exercícios multi- para mono-articulares, começando pelos exercícios de membros superiores seguindo para membros inferiores; (2) dos exercícios multi- para mono-articulares, de membros inferiores para membros superiores; (3) dos exercícios mono- para multi-articulares, de membros superiores para membros inferiores; (4) dos exercícios mono- para multi-articulares, de membros inferiores para membros superiores. A composição corporal será determinada por absorptometria radiológica de dupla energia. A força muscular será estimada a partir de testes de uma repetição máxima (1RM) e em dinamômetro isocinético. A função diastólica será determinada de acordo com orientação proposta pela diretriz das Sociedades Americana e Europeia de

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



Conselho de Ética em  
Pesquisa - Conselho  
Nacional - CONEP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE  
LONDRINA - UEL



Continuação do Parecer: A.663.555

Ecocardiografia, utilizando técnica de ecocardiograma. As concentrações de glicose, colesterol total e suas frações, triglicerídeos, proteína C-reativa e BDNF serão determinadas por meio de coleta de sangue em jejum. Os testes MoCa, Stroop Test, Trail Making Test, Fluência Verbal Semântica e Fonológica serão utilizados para avaliação das funções cognitivas. Os testes que serão utilizados para medidas de capacidade funcional são: velocidade habitual da marcha, flexão de cotovelo de 30 s, time-up and go, sentar e levantar da cadeira por 30 s, e caminhada de seis minutos.

#### Objetivo da Pesquisa:

Textos retirados do original do pesquisador:

Objetivo Primário:

Comparar o efeito de diferentes ordens de execução dos exercícios em programa de treinamento resistido sobre a força muscular, composição corporal, capacidade funcional, biomarcadores sanguíneos e cognição de mulheres idosas treinadas.

Objetivo Secundário:

- Identificar o efeito de quatro ordens de execução dos exercícios em programa de treinamento resistido sobre a massa muscular, gordura corporal total e gordura de tronco e o desempenho motor em testes de 1-RM e de dinamometria isocnética em idosas treinadas.
- Verificar o efeito de quatro ordens de execução dos exercícios em programa de treinamento resistido sobre glicose, perfil lipídico e proteína C-reativa em idosas treinadas.
- Analisar o efeito de quatro ordens de execução dos exercícios em programa de treinamento resistido sobre a cognição nos testes de Trail Making Test, MoCA, Fluência Verbal, Stroop Test e as concentrações de BDNF em idosas treinadas.
- Analisar o efeito de quatro ordens de execução dos exercícios em programa de treinamento resistido sobre medidas de capacidade funcional em idosas treinadas.

#### Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Textos retirados do original do pesquisador:

Riscos:

Apesar de considerados mínimos, os possíveis riscos são: desconfortos na coleta sanguínea, cansaço durante os testes físicos e possível desconforto e lesão mioarticular por conta do esforço exigido nos testes físicos de força e funcionalidade (exemplo: músculos pouco doloridos entre 24 e 48 horas após). De todo modo, nós nos responsabilizamos em amparar qualquer participante da pesquisa caso algum desconforto aconteça em decorrência da pesquisa, sem onerar o serviço público de saúde.

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

CEP: 86.057-970

UF: PR

Município: LONDRINA

Telefone: (43)3371-5455

E-mail: cnp258@uel.br



Continuação do Parecer 4.663.555.

**Benefícios:**

Espera-se, com essa pesquisa, proporcionar informações que possam favorecer a melhoria aspectos gerais de saúde e qualidade de vida de idosas por meio da prática de treinamento resistido e associação com aspectos nutricionais, além de possibilitar a melhoria de parâmetros morfológicos, neuromusculares e metabólicos das participantes.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Segundo o pesquisador, "considerando que o processo de envelhecimento resulta em redução mais acentuada de força e massa muscular em membros inferiores quando comparados com membros superiores, acreditamos que um programa de TR que se inicie por exercícios para membros inferiores possa promover melhores respostas adaptativas por atender uma prioridade específica, sobretudo, em mulheres idosas. Adicionalmente, esperamos que as respostas de maior magnitude ocorram a partir da execução inicialmente de exercícios multiarticulares que possibilitam a utilização de maiores cargas, proporcionando assim um maior volume total de treino por sessão, que por sua vez pode impactar nas alterações cognitivas, cardíacas e bioquímicas."

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

- Folha de Rosto corretamente apresentada.
- TCLE apresentado na forma de convite, com todos os elementos obrigatórios conforme Resolução CNS 466/2012.
- Declaração de coparticipante HU-Uel apresentada corretamente.
- Declaração de coparticipante do médico Ricardo José Rodrigues apresentada corretamente.
- Cronograma corretamente apresentado, com coleta de dados a iniciar dia 19/07/2021 e data final do projeto sendo 11/12/2021.
- Orçamento corretamente apresentado.

**Recomendações:**

...

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Pendências solicitadas foram providenciadas com clareza e precisão.

**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 apresentá-lo aos órgãos

Endereço: LABESC - Sala 14  
 Bairro: Campus Universitário CEP: 86.057-970  
 UF: PR Município: LONDRINA  
 Telefone: (43)3371-5455 E-mail: cep208@uel.br



Continuação do Parecer: 4.003.003

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:

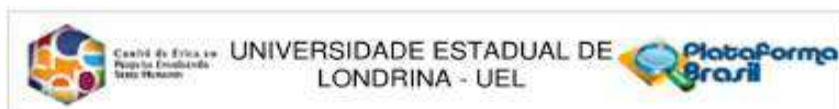
- conduzir o processo de Consentimento e de Assentimento Livre e Esclarecido;
- apresentar dados solicitados pelo sistema CEP/CONEP a qualquer momento;
- desenvolver o projeto conforme delineado, justificando, quando ocorridas, a sua mudança ou interrupção;
- elaborar e apresentar os relatórios parciais 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;
- 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_1356772.pdf | 16/04/2021<br>16:36:13 |                        | Aceito   |
| Declaração de Pesquisadores                               | dr_ricardo.pdf                                | 16/04/2021<br>16:35:49 | JOAO PEDRO ALVES NUNES | Aceito   |
| Projeto Detalhado / Brochura Investigador                 | PROJETO_CUNHA_NUNES_2021_completo_novo.docx   | 16/04/2021<br>16:31:43 | JOAO PEDRO ALVES NUNES | Aceito   |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | TCLÉ_novo.docx                                | 16/04/2021<br>16:30:51 | JOAO PEDRO ALVES NUNES | Aceito   |
| Folha de Rosto  | Folha_de_rosto_assinado_rafael_d.pdf          | 16/04/2021<br>16:23:56 | JOAO PEDRO ALVES NUNES | Aceito   |
| Outros  | Parecer_Comite_de_Etica.pdf                   | 16/03/2020             | JOAO PEDRO             | Aceito   |

Endereço: LABESC - Sala 14  
 Bairro: Campus Universitário CEP: 86.057-970  
 UF: PR Município: LONDRINA  
 Telefone: (43)3371-5455 E-mail: cep208@uel.br



Continuação do Parecer: 4.693.505

|        |                             |          |       |        |
|--------|-----------------------------|----------|-------|--------|
| Outros | Parecer_Comite_de_Etica.pdf | 06:33:09 | NUNES | Aceito |
|--------|-----------------------------|----------|-------|--------|

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

LONDRINA, 22 de Abril de 2021

---

**Assinado por:**  
**Adriana Lourenço Soares Russo**  
 (Coordenador(a))

|                                     |                              |
|-------------------------------------|------------------------------|
| <b>Endereço:</b> LABESC / Sala 14   | <b>CEP:</b> 86.057-970       |
| <b>Bairro:</b> Campus Universitário |                              |
| <b>UF:</b> PR                       | <b>Município:</b> LONDRINA   |
| <b>Telefone:</b> (43)3371-5455      | <b>E-mail:</b> ocp268@uel.br |