



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

PÂMELA DE CASTRO E SOUZA

**EFEITO DE 12 SEMANAS DE TREINAMENTO RESISTIDO  
SOBRE A FORÇA MUSCULAR, COMPOSIÇÃO CORPORAL  
E INDICADORES DE RISCO CARDIOVASCULAR DE  
MULHERES IDOSAS DE DIFERENTES FAIXAS ETÁRIAS**

---

Londrina  
2021

PÂMELA DE CASTRO E SOUZA

**EFEITO DE 12 SEMANAS DE TREINAMENTO RESISTIDO  
SOBRE A FORÇA MUSCULAR, COMPOSIÇÃO CORPORAL  
E INDICADORES DE RISCO CARDIOVASCULAR DE  
MULHERES IDOSAS DE DIFERENTES FAIXAS ETÁRIAS**

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

Orientador: Dr. Edilson Serpeloni Cyrino

Londrina  
2021

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

Castro-e-Souza, Pâmela.

Efeito de 12 semanas de treinamento resistido sobre a força muscular, composição corporal e indicadores de risco cardiovascular de mulheres idosas de diferentes faixas etárias / Pâmela Castro-e-Souza. - Londrina, 2021.  
101 f. : il.

Orientador: Edilson Serpeloni Cyrino.

Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, 2021.

Inclui bibliografia.

1. treinamento de força - Tese. 2. massa muscular esquelética - Tese. 3. gordura corporal - Tese. 4. perfil metabólico - Tese. I. Serpeloni Cyrino, Edilson. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde. III. Título.

CDU 61

PÂMELA DE CASTRO E SOUZA

**EFEITO DE 12 SEMANAS DE TREINAMENTO RESISTIDO  
SOBRE A FORÇA MUSCULAR, COMPOSIÇÃO CORPORAL  
E INDICADORES DE RISCO CARDIOVASCULAR DE  
MULHERES IDOSAS DE DIFERENTES FAIXAS ETÁRIAS**

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

**BANCA EXAMINADORA**

---

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

---

Prof. Dr. Décio Sabbatini Barbosa  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dr. Eduardo Lusa Cadore  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul -  
UFRGS

Londrina, 09 de agosto de 2021.

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, Marina e Luis Carlos que são a razão maior de todo meu esforço e foco para alcançar esse objetivo. Também dedico à minha irmã, Ana Paula, minhas

## DEDICATÓRIA

sobrinhas Gabriella e Isabelle e  
ao meu cunhado, Rafael. *In  
memoriam* ao meu tio Mazurega.  
Família é tudo. Amo vocês.

## AGRADECIMENTOS

Sou imensamente grata por tudo e todos que me auxiliaram a chegar até aqui.

Em primeiro lugar, agradeço à **Deus, Nossa Senhora Aparecida e São Miguel Arcanjo**

pela proteção, força e mansidão em cada dia, durante toda essa etapa.

A toda a minha **família** que me inspira a ser melhor e buscar mais a cada dia. Isso tudo é por vocês, minha fortaleza.

Ao meu orientador, **Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino**, o qual há quatro anos atrás escolhi para não somente me orientar em questões acadêmicas, mas para a vida, a partir das suas inúmeras experiências pessoais, sempre compartilhadas com muito amor. Obrigada pela paciência e pelos aprendizados em todos esses anos.

Aos professores **Dr. Décio Sabbatini Barbosa** e **Dr. Eduardo Lusa Cadore**, por aceitarem o convite para analisar este trabalho e pelas valiosas contribuições. Além disso, ao professor **Dr. Waldiceu Aparecido Verri Junior**, coordenador do programa de pós-graduação em Ciências da Saúde e a **Sandra**, secretária do programa, profissionais que sempre estiveram de prontidão para esclarecimentos e dúvidas.

A todas as participantes do **Projeto Longitudinal Envelhecimento Ativo**, não somente por estarem nesse desafio conosco, mas por todo o carinho que transcende a sala de musculação e, ainda mais, por fazerem nossas manhãs mais felizes. Sem vocês, nada disso seria possível. Sem vocês, tudo seria diferente.

A todos os integrantes do **Grupo de Estudo e Pesquisa em Metabolismo, Nutrição e Exercício (GPEMENE/UEL)**, vocês foram essenciais para a conclusão desse trabalho. Obrigada especialmente aos amigos mais próximos: Witalo Kassiano, Gabriel Kunevaliki, Bruna Daniella, Marcelo Carneiro, Edilaine Cavalcanti, João Pedro Nunes, Paolo da Cunha, Alan Luiz e Nelson Hilário. Em memória especial ao meu caro amigo André, falecido precocemente em virtude de complicações causadas pela COVID-19. De alguma maneira, vocês me auxiliaram na realização deste trabalho. Agradeço, também, aos parceiros de grupo pela amizade e pelo carinho que sempre demonstraram, mesmo em pequenas ações: Alexandre, Leticia, Melissa, Paulo, Rodrigo, Natã, Jarlison e Ágatha.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)** pela concessão de bolsa de demanda social não só para mim, mas para vários dos estudantes dos cursos de mestrado e doutorado que auxiliaram nesse projeto. Ao **Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)**, à **Fundação Araucária** e ao **Ministério da Educação** pelo apoio financeiro

## **AGRADECIMENTOS**

ao projeto.

Enfim, agradeço a todos aqueles que em algum momento durante essa caminhada me proporcionaram momentos felizes, palavras de conforto e incentivo, apesar de toda as dificuldades desse mundo, ainda mais nesse período de pandemia. Todas as energias positivas me auxiliaram até aqui e espero carregá-las comigo, para sempre.

SOUZA, Pâmela-de-Castro. **Efeito de 12 semanas de treinamento resistido sobre a força muscular, composição corporal e indicadores de risco cardiometabólico de mulheres idosas de diferentes faixas etárias.** 2021. 103 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2021.

## RESUMO

**Introdução:** O envelhecimento é um processo inerente aos seres humanos que resulta em importantes modificações, com destaque para a redução da força muscular, massa muscular e de alterações negativas nos biomarcadores sanguíneos. Grande parte dessas mudanças se tornam mais acentuadas com o avançar da idade. Embora a prática de treinamento resistido (TR) seja amplamente recomendada para atenuação ou reversão desse quadro na população idosa, o impacto desse modelo de exercício físico em idosos mais jovens e mais velhos ainda não está bem estabelecido pela literatura, sobretudo, em mulheres, cujos efeitos deletérios do envelhecimento são mais pronunciados em comparação a seus pares do sexo masculino. **Objetivo:** Comparar os efeitos de 12 semanas de TR sobre a força muscular, composição corporal, pressão arterial e biomarcadores sanguíneos em mulheres idosas, de acordo com diferentes faixas. **Métodos:** Cento e noventa e seis mulheres fisicamente independentes foram selecionadas para o presente estudo e divididas em dois grupos, de acordo com faixa etária, em grupo de 60-69 anos (SEX, n = 104) e de 70-79 anos (SEP, n = 92). Um único programa de TR para o corpo inteiro (oito exercícios, três séries de até 15 repetições) foi executado em uma frequência de três sessões semanais, em dias alternados. Força muscular (testes de 1-RM), composição corporal (absortometria radiológica de dupla energia), pressão arterial e biomarcadores sanguíneos (colesterol total, triglicerídeos, LDL-c, HDL-c, glicose e hemoglobina glicada) foram analisados na linha de base e após a intervenção. **Resultados:** Um efeito principal do tempo ( $P < 0,01$ ) revelou aumentos significantes de força muscular nos exercícios supino vertical (SEX = 15,6% vs. SEP = 14,2%), cadeira extensora (SEX = 12,6% vs. SEP = 8,5%), rosca scott (SEX = 13% vs. SEP = 10,9%) e, conseqüentemente, na CTL (SEX = 13,8% vs. SEP = 10%), em ambos os grupos. Diferenças significantes entre os grupos foram identificadas para os exercícios supino vertical e cadeira extensora, bem como a somatória da carga total levantada nos três exercícios, com o grupo SEX alcançando maiores aumentos do que o grupo SEP ( $P < 0,05$ ). Por outro lado, nenhuma diferença estatisticamente significativa ( $P > 0,05$ ) entre os grupos foi revelada para o exercício rosca scott. Embora o grupo SEX possuísse maiores valores absolutos do que o grupo SEP no início da investigação, ganhos de massa muscular esquelética foram observados em ambos os grupos (SEX = 0,69 kg ou 3,9% vs. SEP = 0,65 kg ou 4%), sem diferenças entre eles. Um efeito principal do tempo ( $P < 0,05$ ) revelou redução nos valores de gordura absoluta (SEX = 2,5% vs. SEP = 3,8%) e RCQ (SEX = 2,4% vs. SEP = 2,3%), sem diferenças entre os grupos ao longo do tempo ( $P > 0,05$ ). Nenhuma diferença significativa ( $P > 0,05$ ) foi encontrada intra e intergrupos, tanto para a gordura andróide (SEX = 2,7% vs. SEP = 2%) quanto ginoide (SEX = 2% vs. SEP = 1,7%). Uma redução da glicose em jejum foi acompanhada de aumento de HDL-c em ambos os grupos ( $P < 0,05$ ), sem diferenças entre eles ao longo do tempo ( $P > 0,05$ ). Nenhuma diferença significativa foi encontrada intra e intergrupos para as variáveis triglicerídeos, colesterol total, LDL-c e hemoglobina glicada. **Conclusão:**

Os resultados sugerem que a prática do TR promove aumento da força muscular, redução da gordura corporal, aumento de massa muscular esquelética e manutenção ou melhoria do comportamento de indicadores de risco cardiometabólico, independente da faixa etária analisada (SEX ou SEP). A influência da idade foi revelada somente para a força muscular, com ganhos de maior magnitude sendo identificados no grupo SEX quando comparado ao grupo SEP.

**Palavras-chave:** treinamento de força; força máxima dinâmica; massa muscular esquelética; gordura corporal; perfil metabólico; envelhecimento.

SOUZA, Pâmela-de-Castro. **Effect of 12 weeks of resistance training on muscle strength, body composition and cardiometabolic risk indicators of elderly women of different age groups.** 2021. 103 p. Dissertation (Master in Health Sciences) - Londrina State University, Londrina, 2021.

## ABSTRACT

**Introduction:** Aging is a process inherent to humans that results in important changes, emphasizing the reduction of muscular strength, muscle mass, and negative changes in blood biomarkers. Most of these changes become more pronounced with advancing age. Although resistance training (RT) is widely recommended to mitigate or reverse this condition in the older population, the impact of this physical exercise model in younger and older adults is not well established in the literature, especially in women, whose deleterious effects of aging are more pronounced compared to their male counterparts. **Purpose:** To compare the effects of 12 weeks of RT on muscular strength, body composition, blood pressure, and blood biomarkers in older women according to different ranges. **Methods:** One hundred and ninety-six physically independent women were selected for the present study and divided into two groups according to age group, 60-69 years old (SEX,  $n = 104$ ) and 70-79 years old (SEP,  $n = 92$ ). A whole-body RT program (eight exercises, three sets of up to 15 repetitions) was performed at a frequency of three sessions per week, on alternate days. Muscular strength (1-RM tests), body composition (dual-energy X-ray absorptiometry), blood pressure, and blood biomarkers (total cholesterol, triglycerides, LDL-c, HDL-c, glucose, and glycated hemoglobin) were analyzed at baseline and after the intervention. **Results:** A main effect of time ( $P < 0.01$ ) revealed significant increases in muscular strength in the exercises chest press (SEX = 15.6% vs. SEP = 14.2%), leg extension (SEX = 12.6% vs. SEP = 8.5%), preacher curl (SEX = 13% vs. SEP = 10.9%), and consequently in total lifting load (SEX = 13.8% vs. SEP = 10%), in both groups. Significant differences between the groups were identified for the chest press and leg extension exercises and the sum of the total lifting load in all three exercises, with the SEX group achieving greater increases than the SEP group ( $P < 0.05$ ). On the other hand, no statistically significant difference ( $P > 0.05$ ) between the groups was revealed for the preacher curl exercise. Although the SEX group had higher absolute values than the SEP group at the beginning of the investigation, skeletal muscle mass gains were observed in both groups (SEX = 0.69 kg or 3.9% vs. SEP = 0.65 kg or 4%), with no differences between them. A main effect of time ( $P < 0.05$ ) revealed reduction in absolute fat values (SEX = 2.5% vs. SEP = 3.8%) and WHR (SEX = 2.4% vs. SEP = 2.3%), with no differences between groups over time ( $P > 0.05$ ). No significant differences ( $P > 0.05$ ) were found intra- and intergroup for either android (SEX = 2.7% vs. SEP = 2%) or gynoid (SEX = 2% vs. SEP = 1.7%) fat. A reduction in fasting glucose was accompanied by an increase in HDL-c in both groups ( $P < 0.05$ ), with no differences between them over time ( $P > 0.05$ ). No significant intra- and intergroup differences were found for triglycerides, total cholesterol, LDL-c, and glycated hemoglobin variables. **Conclusion:** The results suggest that the practice of RT promotes increased muscular strength, reduced body fat, increased skeletal muscle mass, and maintenance or improvement of cardiometabolic risk indicators, regardless of age group analyzed (SEX or SEP). The influence of age was revealed

only for muscular strength, with gains of greater magnitude being identified in the SEX group compared to the SEP group.

**Keywords:** strength training; dynamic maximal strength; skeletal muscle mass; body fat; blood profile; aging.

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1** - Desenho do estudo .....20

### ARTIGO ORIGINAL 1

**Figura 1** - Delineamento experimental.....34

**Figura 2** - Mudanças individuais nos valores de massa isenta de gordura e osso (MIGO) segmentar após 12 semanas de treinamento resistido em mulheres idosas sexagenárias (SEX, n = 104) e septuagenárias (SEP, n = 92) .....41

**Figura 3** - Valores de média e desvio-padrão massa muscular esquelética antes e após 12 semanas de treinamento resistido (Painel A) e mudanças individuais (Painel B) em idosas sexagenárias (SEX, n = 104) e septuagenárias (SEP, n = 92) .....41

### ARTIGO ORIGINAL 2

**Figura 1** - Delineamento experimental.....51

**Figura 2** - Mudanças individuais encontradas em testes de uma repetição máxima (1-RM) após 12 semanas de treinamento resistido em mulheres idosas sexagenárias (SEX, n = 69) e septuagenárias (SEP, n = 62).....57

**Figura 3** - Distribuição da gordura andróide (Painel A), com as respectivas mudanças individuais (Painel B), e ginóide (Painel C), com as respectivas mudanças individuais (Painel D), em mulheres idosas sexagenárias (SEX, n = 69) e septuagenárias (SEP, n = 62) submetidas a 12 semanas de treinamento resistido). .....59

## LISTA DE TABELAS

### ARTIGO ORIGINAL 1

- Tabela 1** - Características gerais das participantes na linha de base, de acordo com os grupos experimentais.....38
- Tabela 2** - Ingestão energética e de macronutrientes das participantes nas duas primeiras (M1) e nas duas últimas (M2) semanas de treinamento resistido, de acordo com os grupos experimentais ....38
- Tabela 3** - Força muscular dinâmica em testes de uma repetição máxima (1-RM), antes e após 12 semanas de treinamento resistido, de acordo com os grupos experimentais.....39
- Tabela 4** - Massa isenta de gordura e osso (MIGO) regional e apendicular (MIGO-AP), antes e após 12 semanas de treinamento resistido, de acordo com os grupos experimentais.....40

### ARTIGO ORIGINAL 2

- Tabela 1** - Características gerais das participantes na linha de base, de acordo com os grupos experimentais.....55
- Tabela 2** - Ingestão energética e de macronutrientes das participantes nas duas primeiras (M1) e nas duas últimas (M2) semanas de treinamento resistido, de acordo com os grupos experimentais) ...56
- Tabela 3** - Gordura corporal absoluta e relativa e relação cintura e quadril, antes e após 12 semanas de treinamento resistido, de acordo com os grupos experimentais .....58
- Tabela 4** - Medidas de pressão arterial sistólica (PAS), diastólica (PAD) e média (PAM), antes e após 12 semanas de treinamento resistido, de acordo com os grupos experimentais .....60
- Tabela 5** - Comportamento de biomarcadores de risco cardiovascular, antes e após 12 semanas de treinamento resistido, de acordo com os grupos experimentais) .....61

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACSM	Colégio Americano de Medicina do Esporte
CCI	Coeficiente de correlação intraclasse
CT	Colesterol total
CTL	Carga total levantada
DXA	Absortometria radiológica de dupla energia
EPM	Erro padrão da medida
HbA	Hemoglobina glicada
HDL-c	Lipoproteína de alta densidade circulante
IC95%	Intervalo de confiança no nível 95%
IMC	Índice de massa corporal
LDL-c	Lipoproteína de baixa densidade circulante
MIGO	Massa isenta de gordura e osso
MIGO-AP	Massa isenta de gordura e osso apendicular
MIGO-MI	Massa isenta de gordura e osso de membros inferiores
MIGO-MS	Massa isenta de gordura e osso de membros superiores
MIGO-TR	Massa isenta de gordura e osso de tronco
MME	Massa muscular esquelética
PAS	Pressão arterial sistólica
PAD	Pressão arterial diastólica
PAM	Pressão arterial média
RCQ	Relação cintura-quadril
SEX	Grupo de mulheres idosas sexagenárias
SEP	Grupo de mulheres idosas septuagenárias
TE	Tamanho do efeito
TR	Treinamento resistido
1RM	Uma repetição máxima

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	18
<b>3</b>	<b>HIPÓTESES</b> .....	19
<b>4</b>	<b>MÉTODOS</b> .....	20
4.1	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	20
4.2	PARTICIPANTES.....	20
4.3	ANTROPOMETRIA .....	22
4.4	COMPOSIÇÃO CORPORAL .....	22
4.5	FORÇA MUSCULAR .....	22
4.6	BIOQUÍMICA SANGUÍNEA .....	23
4.7	PROGRAMA DE TREINAMENTO RESISTIDO .....	24
4.8	HÁBITOS ALIMENTARES .....	25
4.9	PRESSÃO ARTERIAL .....	25
4.10	TRATAMENTO ESTATÍSTICO.....	25
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	27
5.1	ARTIGO ORIGINAL 1.....	28
5.2	ARTIGO ORIGINAL 2.....	45
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	65
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	68
	<b>APÊNDICES</b> .....	76
	APÊNDICE A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido .....	77
	<b>ANEXOS</b> .....	88
	ANEXO A – Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos .....	89

## 1 INTRODUÇÃO

O envelhecimento é um processo inerente aos seres humanos que resulta em importantes modificações morfológicas, neuromusculares, fisiológicas, metabólicas, cognitivas e comportamentais (BEN-SHLOMO; COOPER; KUH, 2016; GLENN et al., 2017; JANSSEN et al., 2000; RANTANEN, 2003; SEALS; JUSTICE; LAROCCA, 2016; SUETTA et al., 2019). A magnitude dessas mudanças pode ser determinada por inúmeros fatores, tais como: hereditariedade, sexo, idade, presença ou ausência de doenças, hábitos alimentares, nível de atividade física habitual, entre outros (BEN-SHLOMO; COOPER; KUH, 2016). Assim, indivíduos com maior idade cronológica podem apresentar uma idade biológica menor que seus pares mais jovens e vice-versa, embora seja esperado que efeitos deletérios de maior magnitude se manifestem em indivíduos com idade mais avançada, de acordo com o ciclo natural da vida (SEALS; JUSTICE; LAROCCA, 2016; TORAMAN; SAHIN, 2004).

A influência da idade tem sido demonstrada, sobretudo, por meio da análise do comportamento de componentes morfológicos e neuromusculares. Embora um declínio da massa muscular esquelética (MME), tanto em homens quanto em mulheres, já possa ser identificado na faixa etária dos 30 anos de idade é a partir da quinta década de vida que uma redução mais pronunciada desse importante componente da composição corporal tem sido revelada, com impacto direto sobre a saúde e qualidade de vida, principalmente em mulheres (JANSSEN et al., 2000). Considerando que a grande maioria das mulheres possui menos força muscular e potência; menor MME, conteúdo mineral ósseo e densidade mineral óssea; maior quantidade de gordura corporal do que homens (SUETTA et al., 2019), essa população se torna mais vulnerável ao desenvolvimento de inúmeras doenças crônicas não transmissíveis, bem como para quedas, lesões e fraturas (SEALS; JUSTICE; LAROCCA, 2016).

Portanto, a manutenção ou atenuação do declínio da força muscular e MME e o controle dos depósitos de gordura corporal são desafios importantes para a preservação da independência funcional e qualidade de vida satisfatória em idosos (BOUCHARD; HÉROUX; JANSSEN, 2011; CRUZ-JENTOFT et al., 2019; GLENN et al., 2017; JANSSEN et al., 2000; SUETTA, et al., 2019). A MME, especialmente, exerce funções bastante relevantes para o bom funcionamento do organismo, de forma independente ou, ainda, integrada com o tecido adiposo, fígado, ossos e cérebro (HOFFMANN; WEIGERT, 2017). Por outro lado, o excesso de tecido adiposo, localizado principalmente na região abdominal (visceral), tem sido considerado um fator-chave para o desenvolvimento de dislipidemia; aumento da resistência à insulina; redução da tolerância à glicose; e comprometimento da integridade celular (HARTZ; HE; RIMM, 2012; ORSATTI et al., 2010; PFEILSCHIFTER et al., 2002; ZHANG et al. 2008).

Na tentativa de reverter ou atenuar, pelo menos em parte, as mudanças negativas associadas ao processo de envelhecimento, estratégias farmacológicas e não-farmacológicas têm sido desenvolvidas e aplicadas com relativo sucesso. Se por um lado, a evolução na produção de

fármacos tem permitido o controle de diversas funções e doenças que por muito tempo reduziram a qualidade de vida e a expectativa de vida, por outro lado, o custo relativamente elevado da utilização de alguns medicamentos de forma crônica, além dos possíveis efeitos colaterais associados ao uso contínuo, acabam limitando a adoção de tal estratégia em diversas situações. Assim, diversas estratégias não-farmacológicas têm sido testadas na tentativa de prevenção ou tratamento de doenças. Entretanto, a adoção de estratégias não-farmacológicas requer, na maioria das vezes, importantes mudanças no estilo de vida, as quais podem exigir modificações drásticas de comportamento, dificultando assim a adesão e, principalmente, a aderência (BEAUCHAMP et al., 2018; RODRIGUES et al., 2017). Apesar dessa dificuldade, a grande vantagem aparente do uso estratégias não-farmacológicas, sobretudo para a prevenção de doenças, é que essas podem ser mais seguras e amplamente aplicáveis à diferentes populações.

Entre as principais estratégias não-farmacológicas advogadas para a melhoria da qualidade de vida, prevenção e controle de doenças e aumento da longevidade em idosos, destacam-se as mudanças nos hábitos alimentares e o envolvimento regular com a prática de programas de exercícios físicos de diferentes naturezas (HEINRICH et al., 2014; HUGHES et al., 2019; NABUCO et al., 2019c). Nesse sentido, a prática de programas de treinamento resistido (TR) tem sido amplamente recomendada para a população idosa, uma vez que tal conduta promove inúmeros benefícios para a saúde, com destaque para manutenção e/ou aumento da força, melhoria da aptidão funcional, composição corporal e do comportamento cardiometabólico (FRAGALA et al., 2019; NUNES et al., 2019). Além disso, o TR é considerado uma prática segura e que respeita a condição física do praticante, sem grandes exigências de deslocamentos durante o treinamento. Adicionalmente, o TR permite uma prescrição individualizada, com o uso de uma sobrecarga progressiva e gradual, de acordo com as necessidades e limitações de cada praticante, características que são fundamentais para a prescrição de atividades físicas para idosos (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009a; FRAGALA, et al., 2019).

Apesar da eficácia relativamente elevada do TR para a população idosa, as respostas adaptativas encontradas têm se mostrado bastante heterogêneas, com uma grande variabilidade interindividual, um fenômeno denominado de responsividade (NUNES et al., 2020). Não obstante, esse fenômeno ser retratado por algumas investigações com a população idosa, os possíveis mecanismos envolvidos na ausência de respostas adaptativas favoráveis associados a prática do TR, ainda não foram elucidados pela literatura e podem estar atrelados a inúmeros fatores, tais como volume e/ou intensidade do treinamento, duração do protocolo, ingestão proteica, condições clínicas do praticante, tipo de variável analisada, entre outros (CARNEIRO et al., 2020; CUNHA et al., 2020; NABUCO et al., 2019b). Nesse sentido, um dos fatores que pode influenciar as respostas adaptativas ao TR e que merece ser investigado de forma mais consistente parece ser a idade, visto que diversos processos degenerativos associados ao envelhecimento são acentuados com o avançar da idade e acabam comprometendo um conjunto de fatores que podem interferir na magnitude das respostas induzidas pelo TR. Entretanto, pouco se sabe até o presente momento

sobre as possíveis interferências do avançar da idade nas respostas adaptativas ao TR em idosos.

Embora alguns estudos indiquem importantes diferenças entre idosos de diferentes faixas etárias, grande parte das informações disponíveis na literatura a esse respeito advêm de estudos observacionais (BEN-SHLOMO; COOPER; KUH, 2016; BOUCHARD; HÉROUX; JANSSEN, 2011; GLENN et al., 2017; JANSSEN et al., 2000; STRAIGHT; BRADY; EVANS, 2015; SUETTA et al., 2019). Um desses estudos revelou menor velocidade de marcha habitual e máxima de mulheres de 70-79 anos quando comparadas ao grupo 60-69 anos (SUETTA et al., 2019). Adicionalmente, mulheres de faixa etária mais avançada apresentaram, também, menor desempenho no teste de sentar e levantar em 30 s, menor quantidade de massa magra apendicular e força de preensão manual reduzida (SUETTA et al., 2019). Essas informações denotam uma maior suscetibilidade de idosos mais velhos para desequilíbrios, quedas, lesões, fraturas e perda da autonomia quando comparados a seus pares mais jovens. Por outro lado, de acordo com o nosso conhecimento, até o presente momento, nenhuma investigação contrastou as respostas adaptativas alcançadas por idosos submetidos a programas de TR, a partir de diferentes faixas etárias, tais como 60-69 e 70-79 anos.

As diferenças entre idosos mais jovens e mais velhos se torna mais evidente, a partir da análise de estudos populacionais sobre doenças crônico-degenerativas, tais como cardiopatias, hipertensão arterial, diabetes *mellitus* tipo 2, osteoporose, alguns tipos de câncer, entre outras, cujas taxas de prevalência tendem a aumentar com o avançar da idade (HARADA et al., 2018; LLOYD-JONES et al., 2004; SAEEDI et al., 2019). Por outro lado, estudos ao longo da última década têm demonstrado o importante papel do TR para melhoria do comportamento metabólico em mulheres idosas, indicando melhoria do perfil glicêmico (RIBEIRO et al., 2015) e lipídico (NABUCO et al., 2019a; RIBEIRO et al., 2015), da saúde celular (NUNES et al., 2019), do estresse oxidativo (CUNHA et al., 2020) e de processos inflamatórios (NABUCO et al., 2019b; RIBEIRO et al., 2015). Entretanto, o quanto tais respostas seriam ou não afetadas pelo avanço da idade ainda não está bem estabelecido pela literatura, embora alguns estudos disponíveis na literatura indiquem redução no risco de queda e perda da autonomia em homens idosos de diferentes faixas etárias (HÄKKINEN et al., 1998; 2000; IZQUIERDO et al., 2001), bem como importantes melhorias neuromusculares em mulheres idosas de 60-65 anos e 80-89 anos (CASEROTTI et al., 2008).

Portanto, tais informações podem auxiliar sobremaneira na tomada de decisão com relação à escolha de estratégias que sejam mais adequadas e que apresentem maior efetividade para a melhoria da saúde e qualidade de vida de idosos, em diferentes faixas etárias. Em contrapartida, a ausência dessas informações pode resultar em interpretações equivocadas, atribuindo sucesso generalizado a estratégias que na verdade podem ser efetivas apenas para idosos mais jovens ou mais velhos.

## 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. Assim, os principais objetivos desta investigação foram comparar os efeitos de 12 semanas de TR, de acordo com a faixa etária, em mulheres idosas, sobre:

- a) A força muscular dinâmica máxima e indicadores de hipertrofia muscular (Artigo 1);
- b) A gordura corporal, distribuição da gordura corporal e indicadores de risco cardiometabólico (Artigo 2).

### 3 HIPÓTESES

Com base nas informações disponíveis na literatura até o presente momento sobre os benefícios do TR, particularmente, para mulheres idosas, as principais hipóteses desta investigação são de que o treinamento promoverá:

- a) Aumentos de maior magnitude na força muscular dinâmica máxima e hipertrofia muscular ocorrerão em mulheres idosas mais jovens (60-69 anos), visto que essas devem apresentar na linha de base maiores valores que mulheres mais velhas (70-79 anos);
- b) As modificações na gordura corporal, na distribuição da gordura e nos indicadores de risco cardiometabólicos ocorrerão de forma mais expressiva em mulheres idosas mais velhas (70-79 anos), uma vez que essas devem apresentar um pior quadro clínico, incluindo maior número de doenças.

## 4 MÉTODOS

### 4.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

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

A duração total do estudo foi de 18 semanas, de fevereiro a junho de cada ano (verão e outono, respectivamente), cujas semanas 1-3 e 16-18 foram destinadas para medidas antropométricas (massa corporal e estatura), de força muscular (testes de 1RM), composição corporal (absortometria radiológica de dupla energia), ângulo de fase (impedância bioelétrica) e comportamento cardiometabólico (bioquímica sanguínea). As semanas 4-15 (12 semanas) foram destinadas à intervenção, composta por um único programa de TR que foi executado com a frequência de três sessões semanais, em dias alternados. Para as análises estabelecidas na presente investigação, as participantes das diferentes coortes foram agrupadas em dois grupos denominados sexagenárias (SEX) e septuagenárias (SEP), de acordo com a idade (60-69 anos ou 70-79 anos). Portanto, a idade (SEX e SEP) foi utilizada como variável independente, ao passo a força muscular, MIGO segmentar e apendicular, MME, gordura corporal total, andróide e ginóide, água corporal total, resistência e reatância, ângulo de fase, pressão arterial e marcadores bioquímicos foram os desfechos analisados antes e após 12 semanas de TR (variáveis dependentes). A figura 1 apresenta o desenho do estudo.



**Figura 1.** Desenho do estudo. S1 = semana 1, S3 = semana 3, S6 = semana 6, S12 = semana 12, S14 = semana 14, S18 = semana 18.

### 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). A partir da aplicação de entrevistas individuais e anamnese clínica foram selecionadas para participar do estudo somente as voluntárias que atenderam os seguintes critérios de inclusão: (1) possuir idade igual ou superior a 60 anos; (2) ser do sexo feminino e fisicamente independente; (3) apresentar valores de tecido mole e magro apendicular  $> 5,45 \text{ kg/m}^2$ ; (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.

O cálculo de tamanho amostral a priori foi realizado no software GPower 3.1.9.4 adotando a ANOVA de duas vias com medidas repetidas. De acordo com as informações disponíveis na literatura para mulheres idosas submetidas a programas de TR, estabelecemos um poder estatístico de 97%,  $\alpha$  de 0,05, sendo adotada como variável critério a força muscular, com um tamanho de efeito  $f$  de 0,14 (LIBERMAN et al., 2017; GRGIC et al., 2020). Dessa forma, uma amostra total de no mínimo 104 participantes (52 para cada grupo experimental) foi indicada como necessária para atender o delineamento experimental adotado.

Considerando as diferentes variáveis analisadas nos dois artigos, a amostra inicial foi composta por 219 participantes que atenderam aos critérios de inclusão, concluíram os testes, medidas e avaliações na linha de base e iniciaram o programa de TR. No final da etapa de TR, 23 participantes foram excluídas por desistência voluntária e ou não atendimento ao número de sessões de TR previamente estabelecido devido a motivos pessoais, falta de tempo disponível para o treinamento, viagens, problemas de saúde ou cirurgias não relacionadas a prática de TR. Assim, 196 participantes (SEX = 104 e SEP = 92) foram incluídas nas análises no primeiro estudo (Artigo 1), enquanto para o segundo estudo, outras 63 participantes foram excluídas das análises devido à ausência em testes, medidas e/ou avaliações. Portanto, a amostra para o segundo estudo (Artigo 2) foi composta por 131 participantes (SEX = 69 e SEP = 62). 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, cujos projetos que deram origem as coortes investigadas foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina (Anexo A).

### 4.3 ANTROPOMETRIA

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, de acordo com procedimentos descritos na literatura (GORDON; CHUMLEA; ROCHE, 1988). As participantes foram instruídas previamente a ir ao exame trajando roupas leves e retirar seus calçados durante a avaliação. A partir dessas medidas foi calculado o índice de massa corporal (IMC), por meio da razão entre a massa corporal e o quadrado da estatura, sendo a massa corporal expressa em quilogramas (kg) e a estatura em metros (m). As circunferências de cintura e quadril foram obtidas por meio de uma fita métrica inextensível com resolução de 0,1 cm, de acordo com os procedimentos descritos pela literatura (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2011).

### 4.4 COMPOSIÇÃO CORPORAL

Exames de absorptometria radiológica de dupla energia (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); gordura corporal (absoluta e relativa) e distribuição da gordura (andróide e ginóide). 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 calibragem do equipamento seguiu as recomendações do fabricante e tanto a calibragem quanto as análises foram realizadas por um técnico em radiologia com experiência nesse tipo de avaliação. As participantes foram medidas trajando roupas leves, descalças e sem portar nenhum objeto metálico ou qualquer outro acessório junto ao corpo. Os exames foram realizados com as participantes deitadas em decúbito dorsal e imóveis, com os braços ao lado do corpo na posição supinada, sobre a mesa do equipamento até a finalização da medida. O software do próprio equipamento gerou linhas que separaram o tronco dos membros e da cabeça e que foram ajustadas pelo mesmo técnico.

Com base em exames anteriores do nosso laboratório, análises de teste-reteste indicaram um coeficiente de correlação intraclasse (CCI) de 0,995 e um erro padrão da medida (EPM) de 1,8% para MME. Os valores de EPM foram considerados reduzidos enquanto os valores de ICC foram elevados para as variáveis MIGO-TR (EPM = 1,3%; CCI = 0,993), MIGO-MS (EPM = 2,4%; CCI = 0,986) e MIGO-MI (EPM = 1,7%; CCI = 0,99).

### 4.5 FORÇA MUSCULAR

A força muscular dinâmica máxima foi determinada por meio do teste de uma repetição máxima (1RM) em três exercícios (supino vertical, cadeira extensora e rosca *scott*,

respectivamente). Os testes foram conduzidos no período da manhã, em três dias alternados, conforme recomendações da literatura (AMARANTE DO NASCIMENTO et al., 2013). Para garantir a qualidade dos testes e segurança 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 dois avaliadores em cada exercício.

O teste de 1RM foi precedido por uma série de aquecimento (6 a 10 repetições) com aproximadamente 50% da carga estimada para a primeira tentativa, em cada um dos três exercícios adotados. O teste foi iniciado 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 para tentarem completar duas repetições em cada tentativa. Nas situações nas quais uma ou duas repetições foram completadas com sucesso a carga foi aumentada de 3 a 10% para a próxima tentativa. Por outro lado, a carga foi reduzida na mesma proporção quando nenhuma repetição foi completada corretamente. As participantes foram incentivadas verbalmente ao longo 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 supino vertical (EPM = 1,7 kg; CCI = 0,98), cadeira extensora (EPM = 2,0 kg; CCI = 0,97) e rosca *scott* (EPM = 0,4 kg; CCI = 0,99).

#### 4.6 BIOQUÍMICA SANGUÍNEA

Coletas de sangue foram realizadas por três experientes técnicos do Laboratório de Análises Clínicas da Universidade Estadual de Londrina, nos diferentes momentos do estudo, nas primeiras horas da manhã, com as participantes respeitando um período de jejum de 12 h. Amostras de 14 ml de sangue venoso foram obtidas na porção antecubital. Para a coleta de sangue as idosas foram mantidas sentadas em uma cadeira, com o antebraço apoiado sobre um suporte localizado aproximadamente na altura dos ombros. Após o braço ser garroteado no ponto médio do úmero foi realizada assepsia com algodão embebido em álcool 70%. A punção foi realizada com agulha descartável de 25 por 8 mm no referido local. O sangue venoso foi aspirado em dois tubos de coleta a vácuo, um com capacidade para 10 ml e outro para 4 ml e as agulhas foram descartadas de forma segura, assim como todos os outros materiais descartáveis contaminados, tanto no procedimento de coleta, quanto nas análises sanguíneas conforme procedimento padrão do laboratório. As amostras foram depositadas em tubos a vácuo, com gel separador sem anticoagulante, e centrifugadas por 10 min a 3.000 rpm para separação do soro e plasma. O plasma e o soro foram aliquotados e armazenados em freezer a -80°C (Indrel®) até a realização das análises.

Posteriormente, foram determinadas as concentrações de triglicerídeos, colesterol total

(CT), lipoproteína de alta densidade circulante (HDL-c), lipoproteína de baixa densidade circulante (LDL-c), glicose e hemoglobina glicada. Para a determinação de LDL-c foi utilizada a equação de Friedewald, Levy e Fredrickson (1972):  $[LDL-c = CT - HDL-c + (triglicerídeos/5)]$ . O perfil lipídico foi determinado em um sistema autoanalisador bioquímico Dade Behring Dimension RxL (Dade Behring Inc, Newark, DE, USA) de acordo com métodos consagrados na literatura especializada, seguindo os protocolos recomendados pelos fabricantes. Para fins de análise, a classificação do risco cardiometabólico foi realizada de acordo com os pontos de corte propostos pela literatura (DE MATOS et al., 2011; PEARSON et al., 2003).

#### 4.7 PROGRAMA DE TREINAMENTO RESISTIDO

O programa de TR foi executado ao longo de 12 semanas na academia de musculação do Centro de Educação Física e Esporte, da Universidade Estadual de Londrina, em uma frequência de três sessões semanais, em dias não-consecutivos (segundas, quartas e sextas-feiras), no período matutino. O protocolo de TR foi estruturado de acordo com as recomendações para idosos, visando fortalecimento muscular (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009a, 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, realizados na seguinte ordem, a saber: supino vertical, *leg press* horizontal, remada baixa, cadeira extensora, rosca *scott*, cadeira flexora, tríceps *pulley* e panturrilha sentada. As participantes realizaram três séries de 8-15 repetições em cada exercício durante todo o período de treinamento. Adicionalmente, as participantes foram instruídas a inspirarem durante a ação muscular excêntrica e expirarem durante a ação muscular concêntrica em cada exercício, mantendo o tempo sob tensão na proporção de 1:2 s (ação muscular concêntrica e excêntrica, respectivamente). O intervalo de descanso entre as séries foi de um a dois minutos, ao passo que o intervalo de recuperação e transição entre os exercícios foi de dois a três minutos.

A carga de treinamento inicial foi determinada ao longo da primeira semana de treinamento, a partir da experiência prévia dos avaliadores em cada exercício. 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 (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009a). Por outro lado, quando o limite inferior de repetições não foi atingido (oito 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 e em cada exercício, por profissionais com experiência em TR, afim de garantir a segurança e as demais condições estabelecidas para o programa de TR.

#### 4.8 HÁBITOS ALIMENTARES

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

#### 4.9 PRESSÃO ARTERIAL

Medidas de pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD) foram realizadas por meio de aparelho automático de medida da pressão arterial da marca Omron, modelo HEM 7113 (Omron Healthcare, Lake Forest, IL, USA). Para tanto, durante a primeira semana de TR, as participantes compareceram ao laboratório em três dias não consecutivos de treinamento, no mesmo horário e previamente à sessão de treinamento, para a execução das medidas. Além disso, as medições foram realizadas em uma sala com temperatura controlada (~ 21°C a 24°C). Todas as participantes foram orientadas a permanecer sentadas, em repouso e em silêncio por no mínimo 10 min antes do início das medidas. Três medidas foram executadas com intervalo mínimo de dois minutos entre elas sendo registrado o valor médio entre elas. Nos casos cuja variação das medidas foi superior a 4 mmHg para a PAS e/ou PAD, novas medidas foram realizadas até que o critério estabelecido fosse atendido (MALACHIAS, 2016). As medidas de reprodutibilidade indicaram EPM = 1,33 mmHg e CCI = 0,991 para PAS e EPM = 1,11 mmHg e CCI = 0,987 para PAD. A pressão arterial média (PAM) foi calculada usando a fórmula  $PAM = PAD + 1/3 (PAS - PAD)$ .

#### 4.10 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Inicialmente, o teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para a análise da distribuição dos dados. O teste de Levene foi utilizado para análise da homogeneidade das variâncias. As características gerais dos dois grupos (SEX e SEP) na linha de base foram contrastadas pelo teste t para amostras independentes, enquanto as diferenças no histórico médico das participantes foram analisadas pelo teste Qui-quadrado. Os hábitos alimentares dos dois grupos foram contrastados por análise de variância (ANOVA) para medidas repetidas por dois fatores (grupo e tempo). Análise de covariância (ANCOVA) controlada pela massa corporal pré e valores de linha de base de cada variável dependente foi aplicada para comparar o delta absoluto (pós - pré) entre SEX e SEP para cada variável dependente. O efeito da intervenção intra-grupo foi inferido a partir do intervalo de confiança de 95% (IC95%) do delta absoluto. Quando o IC95% não contou com o valor zero, foi inferido que

houve diferença significativa do pré para o pós 12 semanas de TR. As diferenças relativas ( $\Delta\%$ ) foram calculadas a partir da seguinte fórmula:  $((\text{pós} - \text{pré}) / \text{pré}) \times 100$ . A magnitude do tamanho das diferenças foi calculada pelo tamanho do efeito proposto por Cohen (1992) utilizando a seguinte equação: Tamanho do efeito (TE) = Momento 2 (M2) – Momento 1 (M1) / Desvio padrão (DP). O tamanho do efeito de 0,00–0,19 foi considerado trivial, 0,20 - 0,49 foi considerado pequeno, 0,50 - 0,79 como moderado e  $\geq 0,80$  como de grande magnitude. O nível de significância adotado para todas as análises foi de 5%. Os dados foram estocados e processados no pacote JAMOV, versão 1.2.27.0 (JAMOV Project, Sydney, AU).

## 5 RESULTADOS

Os resultados do presente estudo foram organizados a partir da redação de dois artigos originais. Para análise do efeito de 12 semanas de TR de acordo com as diferentes faixas etárias, as participantes foram categorizadas em dois grupos, ou seja, sexagenárias de 60-69 anos (SEX) e septuagenárias de 70-79 anos (SEP) na linha de base da presente investigação.

No primeiro artigo são apresentadas informações sobre indicadores de força e hipertrofia muscular, sendo a faixa etária utilizada como variável independente, com desempenho em testes de 1RM nos exercícios supino vertical, cadeira extensora, rosca *scott* e CTL, bem como o comportamento da MIGO segmentar e apendicular e da MME sendo adotadas como variáveis dependentes.

No segundo artigo são descritas as informações sobre gordura corporal absoluta e relativa, RCQ, distribuição da gordura (andróide e ginoide), pressão arterial (PAS, PAD, PAM) e biomarcadores de risco cardiovascular (triglicérides, CT, LDL-c, HDL-c, glicose e hemoglobina glicada) adotadas como variáveis dependentes.

## 5.1 ARTIGO ORIGINAL 1

### **Efeito de 12 semanas de treinamento resistido sobre a força e indicadores de hipertrofia muscular em mulheres idosas de diferentes faixas etárias**

Possíveis periódicos à serem submetidos:

- 1) Experimental Gerontology
- 2) Journal of Cachexia Sarcopenia and Muscle
- 3) Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports

## Resumo

**Introdução:** A força e a massa muscular esquelética (MME) são dois dos principais componentes que sofrem declínios importantes com o avançar da idade. Por outro lado, a prática regular de treinamento resistido (TR) tem sido recomendada para atenuação ou reversão parcial desses processos. Entretanto, se as respostas produzidas pelo TR podem ou não ser influenciadas pela idade ainda não se sabe. **Objetivo:** Comparar os efeitos de 12 semanas de TR sobre a força muscular e indicadores de hipertrofia em mulheres idosas, de acordo com duas faixas etárias distintas. **Métodos:** Cento e noventa e seis mulheres fisicamente independentes foram selecionadas para o presente estudo e divididas em dois grupos, de acordo com a faixa etária, sendo SEX (60-69 anos) composto por 104 participantes e o grupo SEP (70-79 anos) por 92 participantes. Um único programa de TR para o corpo inteiro (oito exercícios, três séries de até 8-15 repetições) foi executado em uma frequência de três sessões semanais, em dias alternados, durante 12 semanas. A força muscular foi analisada a partir de testes de uma repetição máxima (1RM), enquanto a massa isenta de gordura e osso (MIGO) segmentar e apendicular foram determinadas por absorptometria radiológica de dupla energia. A MME foi estimada a partir da MIGO apendicular. **Resultados:** Um efeito principal do tempo ( $P < 0,01$ ) revelou aumentos significantes de força muscular nos exercícios supino vertical (SEX = 15,6% vs. SEP = 14,2%), cadeira extensora (SEX = 12,6% vs. SEP = 8,5%), rosca scott (SEX = 13% vs. SEP = 10,9%) e, conseqüentemente, na CTL (SEX = 13,8% vs. SEP = 10%), em ambos os grupos. Diferenças significantes entre os grupos foram identificadas para os exercícios supino vertical e cadeira extensora, bem como a somatória da carga total levantada nos três exercícios, com o grupo SEX alcançando maiores aumentos do que o grupo SEP ( $P < 0,05$ ). Por outro lado, nenhuma diferença estatisticamente significativa ( $P > 0,05$ ) entre os grupos foi revelada para o exercício rosca scott. Um efeito principal do tempo ( $P < 0,05$ ) revelou ganhos em ambos os grupos para MIGO-membros superiores (SEX = 4,5% vs. SEP = 3,9%), MIGO-tronco (SEX = 2,1% vs. SEP = 0,9%), MIGO-membros inferiores (SEX = 3,7% vs. SEP = 4,0%) e MIGO apendicular (SEX = 4,1% vs. SEP = 4,0%) após 12 semanas de TR, sem diferenças entre eles para nenhuma dessas variáveis ( $P > 0,05$ ). Embora o grupo SEX possuísse maiores valores absolutos do que o grupo SEP no início da investigação, ganhos de MME foram observados em ambos os grupos (SEX = 0,69 kg ou 3,9% vs. SEP = 0,65 kg ou 4%), sem diferenças entre eles ( $P > 0,05$ ). **Conclusão:** Nossos resultados sugerem que o TR promove ganhos de força muscular, MIGO segmentar e MME em mulheres idosas de ambos os grupos etários (SEX e SEP), independente das diferenças iniciais entre eles (SEX > SEP). Entretanto, a influência da idade foi revelada para a força muscular, com ganhos de maior magnitude sendo identificados no grupo SEX quando comparado ao grupo SEP.

**Palavras-chave:** treinamento de força, força máxima dinâmica, massa muscular esquelética, envelhecimento.

## Abstract

**Introduction:** Muscular strength and skeletal muscle mass (SMM) are two main components that suffer substantial declines with age. On the other hand, regular resistance training (RT) has been recommended to attenuate or partially reverse these processes. However, whether the responses produced by resistance training can be influenced by age is still unknown. **Purpose:** To compare the effects of 12 weeks of RT on muscular strength and hypertrophy indicators in older women, according to two different age groups. **Methods:** One hundred and ninety-six physically independent women were selected for the present study and divided into two groups according to age group, being SEX (60-69 years) composed of 104 participants and the SEP group (70-79 years) composed of 92 participants. A whole-body TR program (eight exercises, three sets, 8-15 repetitions) was performed at a frequency of three sessions per week, on alternate days, for 12 weeks. Muscular strength was analyzed from one-repetition maximum (1RM) tests, while segmental and appendicular lean soft mass (LST) were determined by dual-energy X-ray absorptiometry. MME was estimated from appendicular LST. **Results:** A main effect of time ( $P < 0.01$ ) revealed significant increases in muscular strength in the exercises chest press (SEX = 15.6% vs. SEP = 14.2%), leg extension (SEX = 12.6% vs. SEP = 8.5%), preacher curl (SEX = 13% vs. SEP = 10.9%) and, consequently, in total lifting load (SEX = 13.8% vs. SEP = 10%), for both groups. Significant differences between the groups were identified for the chest press and leg extension exercises and the sum of the total lifting load in all three exercises, with the SEX group achieving greater increases than the SEP group ( $P < 0.05$ ). On the other hand, no statistically significant difference ( $P > 0.05$ ) between the groups was revealed for the preacher curl exercise. A main effect of time ( $P < 0.05$ ) revealed gains in both groups for LST-upper limbs (SEX = 4.5% vs. SEP = 3.9%), LST-trunk (SEX = 2.1% vs. SEP = 0.9%), LST-lower limbs (SEX = 3.7% vs. SEP = 4.0%), and appendicular LST (SEX = 4.1% vs. SEP = 4.0%) after 12 weeks of TR, with no differences between them for any of these variables ( $P > 0.05$ ). Although the SEX group had higher absolute values than the SEP group at the beginning of the investigation, MME gains were found in both groups (SEX = 0.69 kg or 3.9% vs. SEP = 0.65 kg or 4%), with no differences between them ( $P > 0.05$ ). **Conclusion:** Our results suggest that RT promotes gains in muscular strength, segmental LST, and MME in older women of both age groups (SEX and SEP), regardless of the initial differences between them (SEX > SEP). However, the influence of age was revealed for muscular strength, with gains of greater magnitude in the SEX group compared to the SEP group.

**Keywords:** strength training, dynamic maximal strength, skeletal muscle mass, aging.

## Introdução

O músculo esquelético é um tecido endócrino responsável por regular diversas funções do organismo humano tais como, o metabolismo da glicose, oxidação de gorduras e desequilíbrios pró-inflamatórios (ARGUILÉS et al., 2016; MOUGIOS, 2019), além de atuar de forma integrada com o tecido adiposo, fígado, ossos e cérebro (HOFFMANN; WEIGERT, 2017). Entretanto, a principal função do músculo esquelético é a produção de força muscular, a qual proporciona autonomia e independência física para realização de atividades de vida diária, redução do risco de lesões e quedas (JANSSEN et al., 2000).

Assim, tanto a força quanto a massa muscular esquelética (MME) são dois dos principais componentes que sofrem declínios importantes com o avançar da idade, principalmente após a quinta década de vida onde, as mulheres têm prejuízos ainda mais acentuados devido à menopausa (JANSSEN et al., 2000; STRAIGHT; BRADY; EVANS, 2015; SUETTA et al., 2019). Vale destacar que, de acordo com o ciclo natural da vida, é esperado que mudanças morfológicas e funcionais-motoras de maior magnitude se manifestem em indivíduos com idade mais avançada (BEN-SHLOMO; COOPER; KUH, 2016; GLENN et al., 2017; SUETTA et al., 2019). Não obstante, vários fatores intrínsecos e extrínsecos possam interferir nesse processo, tais como hereditariedade, sexo, presença ou ausência de doenças, hábitos alimentares, nível de atividade física habitual, entre outros (BEN-SHLOMO; COOPER; KUH, 2016; BOUCHARD et al., 2007; GLENN et al., 2017; SUETTA et al., 2019). Portanto, é possível que indivíduos com maior idade cronológica possam apresentar uma idade biológica menor que seus pares mais jovens e vice-versa. Entretanto, pouco

se sabe até o presente momento sobre as possíveis diferenças nas respostas adaptativas a diferentes tratamentos (farmacológicos e não-farmacológicos) em idosos mais jovens e mais velhos.

Nesse sentido, o treinamento resistido (TR) é uma das estratégias de intervenção não-farmacológicas mais investigadas ao longo das duas últimas décadas na população idosa. Os achados até o presente momento sugerem que a prática regular sistematizada de TR pode resultar em atenuação ou, até mesmo, reversão de diversos efeitos deletérios causados pelo envelhecimento (BEN-SHLOMO; COOPER; KUH, 2016; GLENN et al., 2017; JANSSEN et al., 2000; RANTANEN, 2003; SUETTA et al., 2019). Todavia, apesar de ser uma das intervenções mais recomendadas para idosos pela comunidade científica internacional (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009a, 2009b; FRAGALA et al., 2019), a possível influência ou não da idade sobre as respostas adaptativas induzidas pelo TR, ainda, precisa ser elucidada.

Recentemente, Kassiano e colaboradores (2021), ao analisarem o comportamento de mulheres idosas de diferentes idades, separadas inicialmente em tercís, de acordo com os níveis de força muscular, verificaram que as participantes caracterizadas como mais “fracas” alcançaram aumentos de força suficientes para elevá-las aos tercís mais elevados, após 12 semanas de TR. Entretanto, os grupos foram compostos de forma combinada por mulheres idosas mais jovens e mais velhas, fato que dificulta a análise das possíveis diferenças acarretadas pela idade. Portanto, apesar da força e MME, geralmente, sofrerem reduções progressivas com o avançar da idade

(JANSSEN et al., 2000; SUETTA et al., 2019) e a prática de TR poder desacelerar ou até mesmo reverter, pelo menos em parte, esses processos, ainda não está estabelecido na literatura se a magnitude das respostas adaptativas alcançadas por idosos submetidos a esse tipo de treinamento pode ou não ser afetada pela idade, embora alguns estudos disponíveis na literatura indiquem redução no risco de queda e perda da autonomia em homens idosos de diferentes faixas etárias (HÄKKINEN et al., 1998; 2000; IZQUIERDO et al., 2001), bem como importantes melhorias neuromusculares em mulheres idosas de 60-65 anos e 80-89 anos (CASEROTTI et al., 2008).

Portanto, o objetivo do presente estudo foi comparar o comportamento de indicadores de força máxima e hipertrofia muscular após 12 semanas de TR em mulheres idosas de duas faixas etárias. A nossa hipótese é que idosas septuagenárias (70-79 anos) apresentarão menor força muscular e MME reduzida quando comparadas a suas pares sexagenárias (60-69 anos) e as modificações acarretadas pelo TR no grupo mais velho serão de menor magnitude do que aquelas a serem alcançadas pelo grupo mais jovem.

## **Métodos**

### *Delineamento experimental*

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

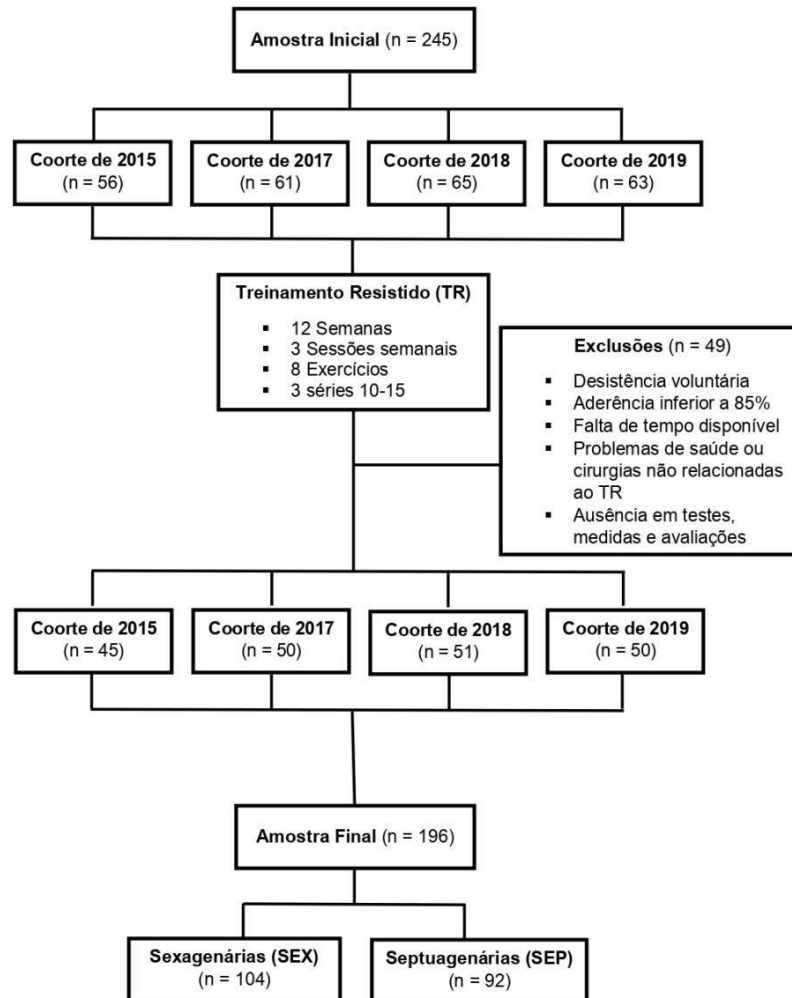
O período experimental para cada coorte teve duração de 18 semanas, de fevereiro a junho de cada ano (verão e outono, respectivamente). As semanas 1-3 e 16-18 foram destinadas às avaliações pré e pós-treinamento, ao passo que as semanas 4-15 foram atribuídas à intervenção. Medidas de força muscular, massa isenta de gordura e osso (MIGO) segmentar e apendicular e ingestão alimentar foram coletadas de forma padronizada em todas as coortes. O programa de TR foi realizado com frequência semanal de três vezes por semana, em dias alternados. As participantes foram orientadas para evitarem mudanças na atividade física habitual e nos hábitos alimentares, bem como para não participarem de outros programas de exercícios físicos sistematizado, ao longo do período experimental.

### *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).

A partir da aplicação de entrevistas individuais e anamnese clínica foram selecionadas para participar do estudo somente as voluntárias que atenderam os seguintes critérios de inclusão: (1) possuir idade igual ou superior a 60 anos; (2) ser do sexo feminino e fisicamente independente; (3) apresentar valores de tecido mole e magro apendicular  $> 5,45 \text{ kg/m}^2$ ; (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 que os projetos que deram origem as coortes investigadas foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da universidade local.

Para as análises estabelecidas para a presente investigação, as participantes foram estratificadas de acordo com sua idade no pré-período de treinamento em dois grupos, denominados de sexagenárias (SEX = 60-69 anos) e septuagenárias (SEP = 70-79 anos). O cálculo de tamanho amostral a priori foi realizado no software GPower 3.1.9.4 adotando a ANOVA de duas vias com medidas repetidas como teste principal. De acordo com as informações disponíveis na literatura para mulheres idosas submetidas a programas de TR, estabelecemos um poder estatístico de 80%,  $\alpha$  de 0,05, sendo adotada como variável critério para o primeiro estudo a força muscular, com um tamanho de efeito  $f$  de 0,14 (LIBERMAN et al., 2017; GRGIC et al., 2020). Dessa forma, uma amostra total de no mínimo 104 participantes (52 para cada grupo experimental) foi indicada como necessária para atender o delineamento experimental adotado. As informações referentes ao número inicial de participantes em cada coorte, mortalidade experimental, amostra final e divisão dos grupos encontram-se na Figura 1.



**Figura 1.** Delineamento experimental.

### *Antropometria*

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, de acordo com procedimentos descritos na literatura (GORDON; CHUMLEA; ROCHE, 1988). As participantes foram instruídas previamente a ir ao exame trajando roupas leves e retirar seus calçados durante a avaliação. A partir dessas medidas foi calculado o índice de massa corporal (IMC), por meio da razão entre a massa corporal e o quadrado da estatura, sendo a massa corporal expressa em quilogramas (kg) e a estatura em metros (m).

### *Indicadores de hipertrofia muscular*

Exames de absorptometria radiológica de dupla energia (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). 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 calibragem do equipamento seguiu as recomendações do fabricante e tanto a calibragem quanto as análises foram realizadas por um técnico em radiologia com experiência nesse tipo de avaliação. As participantes foram medidas trajando roupas leves, descalças e sem portar nenhum objeto metálico ou qualquer outro acessório junto ao corpo. Os exames foram realizados com as participantes deitadas em decúbito dorsal e imóveis, com os braços ao lado do corpo na posição supinada, sobre a mesa do equipamento até a finalização da medida. O software do próprio equipamento gerou linhas que separaram o tronco dos membros e da cabeça e que foram ajustadas pelo mesmo técnico.

Com base em exames anteriores do nosso laboratório, análises de teste-reteste indicaram um coeficiente de correlação intraclasse (CCI) de 0,995 e um erro padrão da medida (EPM) de 1,8% para MME. Os valores de EPM foram considerados reduzidos enquanto os valores de ICC foram elevados para as variáveis MIGO-TR (EPM = 1,3%; CCI = 0,993), MIGO-MS (EPM = 2,4%; CCI = 0,986) e MIGO-MI (EPM = 1,7%; CCI = 0,99).

### *Força muscular*

A força muscular dinâmica máxima foi determinada por meio do teste de uma repetição máxima (1RM) em três exercícios (supino vertical, cadeira extensora e rosca *scott*, respectivamente). Os testes foram conduzidos no período da manhã, em três dias alternados, conforme recomendações da literatura (AMARANTE DO NASCIMENTO et al., 2013). Para garantir a qualidade dos testes e segurança 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 dois avaliadores em cada exercício.

O teste de 1RM foi precedido por uma série de aquecimento (6 a 10 repetições) com aproximadamente 50% da carga estimada para a primeira tentativa, em cada um dos três exercícios adotados. O teste foi iniciado 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 para tentarem completar duas repetições em cada tentativa. Nas situações nas quais uma ou duas repetições foram completadas com sucesso a carga foi aumentada de 3 a 10% para a próxima tentativa. Por outro lado, a carga foi reduzida na mesma proporção quando nenhuma repetição foi completada corretamente. As participantes foram incentivadas verbalmente ao longo 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

supino vertical (EPM = 1,7 kg; CCI = 0,98), cadeira extensora (EPM = 2,0 kg; CCI = 0,97) e rosca *scott* (EPM = 0,4 kg; CCI = 0,99).

#### *Programa de treinamento resistido*

O programa de TR foi executado ao longo de 12 semanas, em uma frequência de três sessões semanais, em dias não-consecutivos (segundas, quartas e sextas-feiras), no período matutino. O protocolo de TR foi estruturado de acordo com as recomendações para idosos, visando fortalecimento muscular (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009a, 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, realizados na seguinte ordem, a saber: supino vertical, *leg press* horizontal, remada baixa, cadeira extensora, rosca *scott*, cadeira flexora, tríceps *pulley* e panturrilha sentada. As participantes realizaram três séries de 8-15 repetições em cada exercício durante todo o período de treinamento. Adicionalmente, as participantes foram instruídas a inspirarem durante a ação muscular excêntrica e expirarem durante a ação muscular concêntrica em cada exercício, mantendo o tempo sob tensão na proporção de 1:2 s (ação muscular concêntrica e excêntrica, respectivamente). O intervalo de descanso entre as séries foi de um a dois minutos, ao passo que o intervalo de recuperação e transição entre os exercícios foi de dois a três minutos.

A carga de treinamento inicial foi determinada ao longo da primeira semana de treinamento, a partir da experiência prévia dos avaliadores em cada exercício. 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 (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009a). Por outro lado, quando o limite inferior de repetições não foi atingido (oito 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 e em cada exercício, por profissionais com experiência em TR, afim de garantir a segurança e as demais condições estabelecidas para o programa de TR.

#### *Hábitos alimentares*

A ingestão alimentar foi avaliada a partir de recordatórios de 24 h. As participantes foram entrevistadas por dois profissionais de nutrição para monitoramento dos hábitos alimentares, em dois dias diferentes, priorizando o consumo alimentar do meio da semana. Os registros foram realizados em duas visitas ao laboratório nas duas primeiras e nas duas últimas semanas de intervenção. Para auxiliar no relato da quantidade ingerida de cada alimento, foi utilizado um manual fotográfico dos alimentos e suas medidas caseiras. O valor energético total e a quantidade de macronutrientes ingeridos (proteínas, carboidratos e lipídios) foram calculados a partir de um

programa de análise nutricional Avanutri, versão 3.1.0 (Avanutri Processor Nutrition, Rio de Janeiro, RJ, Brasil). A média dos valores obtidos nos registros foi utilizada para as análises. As participantes foram instruídas para manterem suas rotinas habituais de consumo alimentar ao longo do estudo.

### *Tratamento estatístico*

Inicialmente, o teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para a análise da distribuição dos dados. O teste de Levene foi utilizado para análise da homogeneidade das variâncias. As características gerais dos dois grupos (SEX e SEP) na linha de base foram contrastadas pelo teste t para amostras independentes. Os hábitos alimentares dos dois grupos foram contrastados por análise de variância (ANOVA) para medidas repetidas por dois fatores (grupo e tempo). Análise de covariância (ANCOVA) ajustada pela massa corporal e valores de linha de base de cada variável dependente foi aplicada para comparar o delta absoluto (pós - pré) entre SEX e SEP para cada variável dependente. O efeito da intervenção intra-grupo foi inferido a partir do intervalo de confiança de 95% (IC95%) do delta absoluto. Quando o IC95% não contou com o valor zero, foi inferido que houve diferença significativa do pré para o pós 12 semanas de TR. As diferenças relativas ( $\Delta\%$ ) foram calculadas a partir da seguinte fórmula:  $((\text{pós} - \text{pré}) / \text{pré}) \times 100$ . A magnitude do tamanho das diferenças foi calculada pelo tamanho do efeito proposto por Cohen (1992) utilizando a seguinte equação: Tamanho do efeito (TE) = Momento 2 (M2) – Momento 1 (M1) / Desvio padrão (DP). O tamanho do efeito de 0,00–0,19 foi considerado trivial, 0,20 - 0,49 foi considerado pequeno, 0,50 - 0,79 como moderado e  $\geq 0,80$  como de grande magnitude. O nível de significância adotado para todas as análises foi de 5%. Os dados foram estocados e processados no pacote JAMOV, versão 1.2.27.0 (JAMOV Project, Sydney, AU).

### **Resultados**

Na Tabela 1 são apresentadas as características gerais das participantes no momento inicial do estudo, de acordo com as diferentes faixas etárias. As participantes do grupo SEX (60-69 anos) apresentaram maior massa corporal ( $P < 0,05$ ) do que o grupo SEP (70-79 anos), embora sem diferenças entre os grupos para estatura e IMC ( $P > 0,05$ ).

A Tabela 2 apresenta a ingestão energética e de macronutrientes no momento inicial e após 12 semanas de treinamento. Nenhuma diferença significativa foi encontrada na comparação entre os grupos para o consumo energético, de carboidratos, proteínas e lipídios nas duas primeiras e nas duas últimas semanas de intervenção ( $P > 0,05$ ).

**Tabela 1.** Características gerais das participantes na linha de base, de acordo com os grupos experimentais.

Variáveis	SEX (n = 104)	SEP (n = 92)	P
Idade (anos)	63,9 ± 2,7 (63,4; 64,4)	72,8 ± 2,5 (72,3; 73,3)	< 0,001
Massa corporal (kg)	69,9 ± 12,6 (67,5; 72,4)	64,7 ± 12,1 (62,2; 67,2)	< 0,01
Estatura (cm)	155,5 ± 5,4 (154,4; 156,6)	154,0 ± 5,6 (152,9; 155,2)	0,08
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	28,3 ± 3,9 (27,6; 29,1)	27,2 ± 4,8 (26,2; 28,2)	0,09

**Nota.** SEX = sexagenárias, SEP = septuagenárias, IMC = índice de massa corporal. Dados apresentados em média, desvio-padrão e intervalo de confiança de 95% (IC 95%).

**Tabela 2.** Ingestão energética e de macronutrientes das participantes nas duas primeiras (M1) e nas duas últimas (M2) semanas de treinamento resistido, de acordo com os grupos experimentais.

Variáveis	SEX (n = 104)	SEP (n = 92)	Efeitos	P
Energia (kcal/kg/d)			Grupo	0,08
M1	24,1 ± 3,1	25,4 ± 3,3	Tempo	0,92
M2	25,4 ± 3,6	24,2 ± 3,4	Interação	0,24
Carboidratos (g/kg/d)			Grupo	0,18
M1	3,2 ± 0,5	3,5 ± 0,6	Tempo	0,29
M2	3,5 ± 0,6	3,3 ± 0,6	Interação	0,09
Proteínas (g/kg/d)			Grupo	0,53
M1	1,0 ± 0,2	1,0 ± 0,2	Tempo	0,90
M2	1,0 ± 0,3	1,0 ± 0,2	Interação	0,97
Lipídios (g/kg/d)			Grupo	0,12
M1	0,8 ± 0,2	0,8 ± 0,2	Tempo	0,23
M2	0,8 ± 0,3	0,8 ± 0,2	Interação	0,91

**Nota.** SEX = sexagenárias, SEP = septuagenárias. Dados apresentados em média e desvio padrão. Os dados foram analisados por ANOVA *two-way* para medidas repetidas.

A força muscular dinâmica máxima dos testes de 1RM nos exercícios de supino vertical, extensora, rosca *scott* e CTL antes e após 12 semanas de treinamento é apresentado na Tabela 3. Um efeito principal do tempo ( $P < 0,01$ ) revelou aumentos significantes de força muscular nos exercícios supino vertical (SEX = 15,6% vs. SEP = 14,2%), cadeira extensora (SEX = 12,6% vs. SEP = 8,5%), rosca *scott* (SEX = 13% vs. SEP = 10,9%) e, conseqüentemente, na CTL (SEX = 13,8% vs. SEP = 10%), em ambos os grupos. Os tamanhos de efeito encontrados foram considerados de pequena a moderada magnitude variando de 0,49 (cadeira extensora) a 0,69

(supino vertical) no grupo SEX e de 0,33 (cadeira extensora) a 0,51 (supino vertical) no grupo SEP. Quando as diferenças médias ao longo do tempo foram ajustadas por ANCOVA pela massa corporal e pelos valores iniciais, diferenças significantes entre os grupos foram identificadas para os exercícios supino vertical e cadeira extensora, bem como a somatória da CTL nos três exercícios, com o grupo SEX alcançando maiores aumentos do que o grupo SEP ( $P < 0,05$ ). Por outro lado, nenhuma diferença estatisticamente significativa ( $P > 0,05$ ) entre os grupos foi revelada para o exercício rosca scott.

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

Variáveis	SEX (n = 104)	SEP (n = 92)	P
Supino vertical (kg)			
Pré	48,1 ± 11,2 (45,8; 50,3)	41,5 ± 11,3 (39,1; 43,9)	
Pós	55,6 ± 13,4 (52,9; 58,4)	47,4 ± 11,9 (44,6; 50,1)	
Dif. média ajustada	8,1 (6,2; 10,1)*	4,9 (2,6; 7,2)*	0,04
Cadeira extensora (kg)			
Pré	58,4 ± 12,4 (55,9; 60,9)	48,3 ± 12,0 (45,6; 50,9)	
Pós	64,5 ± 13,2 (61,8; 67,1)	52,4 ± 13,1 (49,2; 55,6)	
Dif. média ajustada	7,2 (5,0; 9,3)*	2,4 (-0,2; 5,1)*	< 0,01
Rosca scott (kg)			
Pré	25,2 ± 4,8 (24,2; 26,2)	23,7 ± 4,3 (22,7; 24,6)	
Pós	28,2 ± 5,7 (27,0; 29,4)	25,9 ± 4,9 (24,8; 27,1)	
Dif. média ajustada	3,1 (2,3; 3,9)*	2,1 (1,1; 3,0)*	0,10
CTL (kg)			
Pré	131,7 ± 28,2 (125,9; 137,4)	113,5 ± 26,2 (107,4; 119,4)	
Pós	148,3 ± 28,4 (141,7; 154,9)	125,7 ± 26,0 (118,6; 132,8)	
Dif. média ajustada	17,7 (13,7; 21,7)*	9,3 (4,6; 14,0)*	< 0,05

**Nota.** SEX = sexagenárias, SEP = septuagenárias, CTL = carga total levantada. Dados apresentados em média, desvio-padrão e intervalo de confiança de 95% (IC95%). Diferença média ajustada e IC95% ajustados por ANCOVA pela massa corporal e valores iniciais da variável dependente. \*Pré vs. Pós ( $P < 0,05$ ).

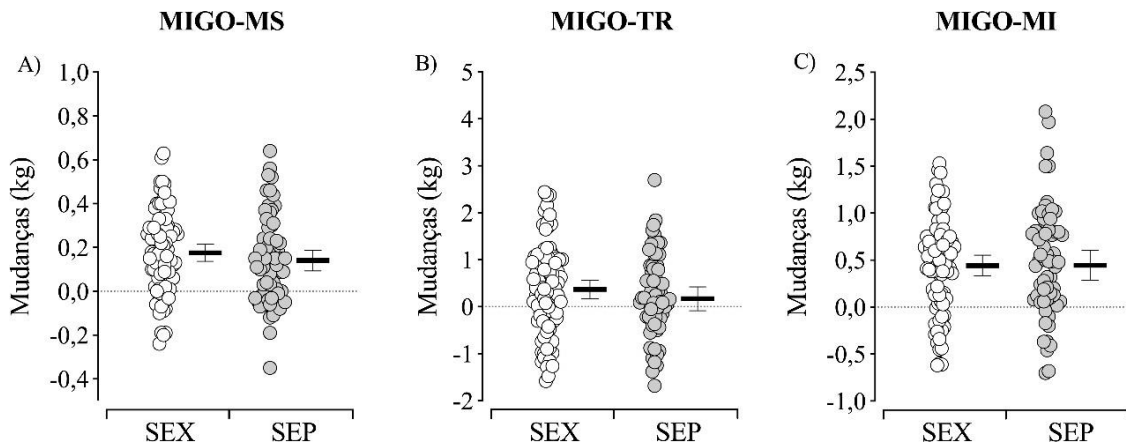
Os valores absolutos de MIGO segmentar e apendicular antes e após 12 semanas de TR são apresentados na Tabela 4. Um efeito principal do tempo ( $P < 0,05$ ) revelou ganhos em ambos os grupos para MIGO-MS (SEX = 4,5% vs. SEP = 3,9%), MIGO-TR (SEX = 2,1% vs. SEP = 0,9%), MIGO-MI (SEX = 3,7% vs. SEP = 4,0%) e MIGO apendicular (SEX = 4,1% vs. SEP = 4,0%) após 12 semanas de TR, sem diferenças entre eles para nenhuma dessas variáveis ( $P > 0,05$ ). A Figura 2 apresenta as mudanças relativas individuais encontradas nas participantes dos grupos SEX e

SEP para MIGO segmentar após 12 semanas de TR.

**Tabela 4.** Massa isenta de gordura e osso (MIGO) regional e apendicular (MIGO-AP), antes e após 12 semanas de treinamento resistido, de acordo com os grupos experimentais.

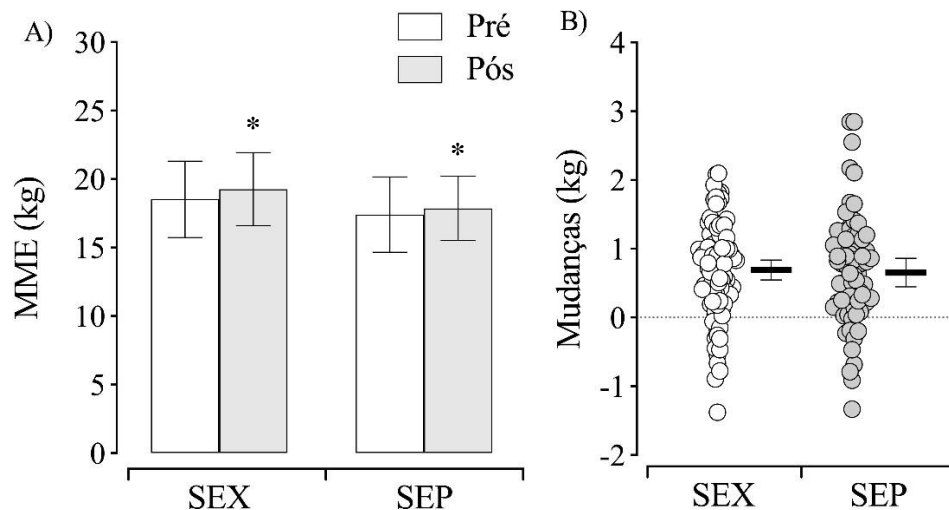
Variáveis	SEX (n = 104)	SEP (n = 92)	P
<b>MIGO-MS (kg)</b>			
Pré	4,1 ± 0,7 (3,9; 4,3)	3,9 ± 0,6 (3,8; 4,0)	
Pós	4,3 ± 0,7 (4,2; 4,4)	4,0 ± 0,6 (3,8; 4,1)	
Dif. média ajustada	0,18 (0,14; 0,22)*	0,14 (0,09; 0,18)*	0,18
<b>MIGO-TR (kg)</b>			
Pré	18,7 ± 2,6 (18,2; 19,9)	18,7 ± 2,2 (18,2; 19,2)	
Pós	19,2 ± 2,8 (18,6; 19,7)	18,8 ± 2,3 (18,3; 19,3)	
Dif. média ajustada	0,33 (0,12; 0,53)*	0,25 (0,01; 0,48)*	0,62
<b>MIGO-MI (kg)</b>			
Pré	12,6 ± 1,9 (12,2; 13,0)	12,0 ± 1,9 (11,6; 12,4)	
Pós	13,0 ± 1,8 (12,6; 13,4)	12,3 ± 1,6 (11,9; 12,6)	
Dif. média ajustada	0,45 (0,33; 0,57)*	0,44 (0,30; 0,58)*	0,87
<b>MIGO-AP (kg)</b>			
Pré	16,7 ± 2,4 (16,2; 17,2)	15,9 ± 2,9 (15,4; 16,4)	
Pós	17,3 ± 2,3 (16,8; 17,8)	16,3 ± 2,0 (15,7; 16,7)	
Dif. média ajustada	0,63 (0,49; 0,78)*	0,58 (0,41; 0,74)*	0,61

**Nota.** SEX = sexagenárias, SEP = septuagenárias, MS = membros superiores, TR = tronco, MI = membros inferiores. Dados apresentados em média, desvio-padrão e intervalo de confiança de 95% (IC95%). Diferença média e IC95% ajustados por ANCOVA pela massa corporal e valores iniciais da variável dependente. \*Pré vs. Pós ( $P < 0,05$ ).



**Figura 2.** Mudanças individuais nos valores de massa isenta de gordura e osso (MIGO) segmentar após 12 semanas de treinamento resistido em mulheres idosas sexagenárias (SEX,  $n = 104$ ) e septuagenárias (SEP,  $n = 92$ ). MS = membros superiores, TR = tronco, MI = membros inferiores. Os círculos representam cada participante. As barras de erro representam média e intervalo de confiança de 95%.

A MME dos grupos SEX e SEX antes e após 12 semanas de TR é apresentada na Figura 4 em valores absolutos e as mudanças individuais ao longo do tempo. Embora o grupo SEX possuísse maiores valores absolutos do que o grupo SEP no início da investigação, ganhos de MME foram observados em ambos os grupos (SEX = 0,69 kg ou 3,9% vs. SEP = 0,65 kg ou 4%), sem diferenças entre eles.



**Figura 3.** Valores de média e desvio-padrão massa muscular esquelética (MME) antes e após 12 semanas de treinamento resistido (Painel A) e mudanças individuais (Painel B) em idosas sexagenárias (SEX,  $n = 104$ ) e septuagenárias (SEP,  $n = 92$ ). Os círculos representam cada participante. As barras de erro no Painel B representam média e intervalo de confiança de 95%. \* $P < 0,05$  vs. Pós.

## Discussão

Os principais achados deste estudo foram que o TR promoveu ganhos de força muscular, MIGO segmentar e MME em mulheres idosas de ambos os grupos etários (SEX e SEP), independente das diferenças iniciais entre eles (SEX > SEP) para a maioria das variáveis analisadas. Portanto, embora a nossa hipótese de efetividade do programa TR para melhoria da força muscular e MME tenha sido confirmada nos dois grupos etários (SEX e SEP), o presente estudo não encontrou diferenças nas respostas entre os grupos para os indicadores de hipertrofia muscular como era esperado inicialmente. A influência da idade foi revelada somente para a força muscular, com ganhos de maior magnitude sendo identificados para exercícios supino vertical, cadeira extensora e para a CTL no grupo SEX quando comparado ao grupo SEP.

Nossos resultados apresentam uma grande relevância clínica, uma vez que o declínio da força muscular máxima associado ao envelhecimento em mulheres é amplamente reconhecido como um fator que contribui para mortalidade precoce (NEWMAN et al., 2006; RANTANEN, 2003). Assim, o aumento de força muscular verificado nos dois grupos etários analisados (SEX e SEP) corrobora informações publicadas recentemente de que a prática do TR é capaz de aumentar a força muscular máxima de mulheres idosas, independentemente das diferenças iniciais nos níveis de força (KASSIANO et al., 2021). Neste estudo, maiores níveis de força foram encontrados nas mulheres do grupo SEX em todos os exercícios analisados com as diferenças na linha de base na ordem de 15,9% no supino vertical, 20,9% na cadeira extensora e 6,3% na rosca *scott*.

Considerando os ganhos promovidos por 12 semanas de TR, o grupo SEP reduziu as diferenças em comparação com as medidas do grupo SEX na linha de base para 1,5% no supino vertical, 11,5% na cadeira extensora e ultrapassou em 2,7% o desempenho do grupo SEX na rosca *scott*. Portanto, as respostas encontradas no grupo SEP podem ter valiosas implicações visto que existe uma acentuação dos efeitos deletérios do envelhecimento com o avançar da idade, principalmente após os 60 anos de idade e a prática do TR possibilitou ao grupo SEP alcançar valores de força muscular muito similares aqueles encontrados inicialmente no grupo SEX. Tais mudanças reveladas no grupo SEP favorecem a preservação da autonomia funcional mesmo com o avançar da idade e podem representar uma redução expressiva no número de quedas, lesões e fraturas nessa população. Nesse sentido, considerando que a força de membros inferiores é um preditor de função física, torna-se importante a manutenção e/ou aumento dessa aptidão específica, principalmente, em mulheres idosas (BOUCHARD; HÉROUX; JANSSEN, 2011).

Com relação aos ganhos observados de MIGO segmentar e MME o que mais chama a atenção é a grande variabilidade das respostas individuais encontradas após o TR, em ambos os grupos. Embora a ausência do TR pudesse contribuir para uma maior redução de força muscular, tanto nas participantes do grupo SEX quanto nas do grupo SEP, a diminuição da MIGO e da MME em parte da amostra remete a necessidade da investigação sistematizada desse fenômeno. Recentemente, Nabuco et al. (2019c) reportaram ganhos de três a cinco vezes maiores nos valores de MIGO segmentar e MME após 12 semanas de TR em mulheres idosas com maior ingestão

proteica média (~1,2 g/kg/d) quando comparadas ao grupo com ingestão inferior a 0,8 g g/kg/d. No presente estudo a ingestão média de proteínas foi na ordem de ~1,0 g/kg/d, ou seja, inferior aos valores recomendados para idosos (TRAYLOR; GORISSEN, PHILLIPS, 2018). Desse modo é possível que a baixa ingestão proteica de algumas participantes tenha contribuído para uma maior resistência anabólica comprometendo os ganhos de MME e, também, de força muscular (NABUCO et al., 2019c). Entretanto, outros fatores podem ter exercido uma certa influência para as respostas encontradas, tais como hereditariedade, presença ou ausência de doenças, nível de atividade física habitual, entre outros (BEN-SHLOMO; COOPER; KUH, 2016; BOUCHARD et al., 2007; GLENN et al., 2017; SUETTA et al., 2019). Futuras investigações que busquem analisar o impacto de potenciais mediadores e moderadores envolvidos nos ganhos de força e MME são necessários.

Considerando que o músculo é um importante órgão endócrino responsável por diversas funções muitas vezes parcialmente comprometidas pelo processo envelhecimento, o aumento ou até mesmo a simples manutenção MME se torna muito importante para a saúde e qualidade de vida de idosos, uma vez que uma maior MME está associada com menor resistência à insulina (ALEMÁN-MATEO et al., 2014), menor rigidez arterial (YANG et al., 2020), maior capacidade funcional (JANSSEN et al., 2004) e maior saúde celular (BASILE et al. 2014). Este, é um dos principais efeitos da prática de TR, mesmo durante o envelhecimento (DOS SANTOS et al., 2016; FRAGALA et al., 2019). Um fato que merece destaque é que mulheres mais velhas (SEP) responderam de forma similar as mais jovens (SEX) aos estímulos oferecidos pelo programa de TR. Embora outros estudos semelhantes não tenham sido identificados na literatura, fato que impede comparações mais adequadas, Toraman e Sahin (2004) reportaram um comportamento semelhantes em testes funcionais em idosos de diferentes faixas etárias (60-73 vs 74-86 anos) após serem submetidos a nove semanas de TR. Adicionalmente, outro estudo verificou que, idosos de 70-79 anos submetidos a exercícios aeróbicos apresentaram valores similares nos testes cognitivos quando comparados à idosos mais novos (60-69 anos) (NOGUERA et al., 2019). Portanto, esse conjunto de informações nos permite acreditar que importantes efeitos deletérios do envelhecimento podem ser retardados em idosos praticantes de exercícios físicos e, especificamente, de TR como revelado nos resultados do presente estudo.

De acordo com nossos conhecimentos, esse foi o primeiro estudo que comparou os efeitos da prática exclusiva de TR por mulheres idosas de diferentes faixas etárias (60-69 vs 70-79 anos) sob os parâmetros de força muscular e MME. Além disso, nosso estudo apresenta uma série de pontos fortes que merecem ser destacados. Todas as sessões de treinamento 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 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. 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. Além disso, o número de participantes excedeu substancialmente o tamanho amostral calculado, de modo que o poder estatístico atribuído às análises de dados foi ainda maior do que o previsto anteriormente, proporcionando mais robustez aos nossos achados. Por outro lado, os resultados do nosso estudo não devem ser extrapolados para a população masculina, haja vista a presença de dimorfismo sexual tanto para a força quanto para a MME, com os homens em geral apresentando valores superiores aos das mulheres em ambas as faixas etárias analisadas (JANSSEN et al., 2000).

### **Conclusão**

Nossos resultados sugerem que o TR promove ganhos de força muscular, MIGO segmentar e MME em mulheres idosas de ambos os grupos etários (SEX e SEP), independente das diferenças iniciais entre eles (SEX > SEP). Entretanto, a influência da idade foi revelada para a força muscular, com ganhos de maior magnitude sendo identificados no grupo SEX quando comparado ao SEP.

## 5.2 ARTIGO ORIGINAL 2

### **Efeito de 12 semanas de treinamento resistido sobre a gordura corporal e indicadores de risco cardiometabólico de mulheres idosas de diferentes faixas etárias**

Possíveis periódicos à serem submetidos:

- 1) Experimental Gerontology
- 2) Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports
- 3) Maturitas

## Resumo

**Introdução:** A prevalência de cardiopatias, hipertensão arterial, diabetes *mellitus* tipo 2, osteoporose, alguns tipos de câncer tende a aumentar com o avançar da idade. Por outro lado, o treinamento resistido (TR) pode promover inúmeros benefícios, sobretudo, para a população idosa sendo recomendado para a prevenção ou tratamento de muitas disfunções e doenças crônicas não transmissíveis. Entretanto, as respostas adaptativas associadas ao TR em idosos podem ser influenciadas por inúmeros fatores como hereditariedade, sexo, idade, presença ou ausência de doenças, hábitos alimentares, nível de atividade física habitual, entre outros. **Objetivo:** Comparar o comportamento da gordura corporal, distribuição da gordura e de indicadores cardiometabólicos após 12 semanas de TR em mulheres idosas de duas faixas etárias. **Métodos:** Cento e trinta e uma mulheres fisicamente independentes foram selecionadas para o presente estudo e divididas em dois grupos, de acordo com a faixa etária, sendo SEX (60-69 anos) composto por 69 participantes e o grupo SEP (70-79 anos) por 62 participantes. Um único programa de TR para o corpo inteiro (oito exercícios, três séries de até 8-15 repetições) foi executado em uma frequência de três sessões semanais, em dias alternados, durante 12 semanas. A gordura corporal e a distribuição da gordura (androide e ginoide) foram determinadas por absorptometria radiológica de dupla energia. Indicadores cardiometabólicos (RCQ, pressão arterial, triglicerídeos, colesterol total, HDL-c, LDL-c, glicose e hemoglobina glicada) foram determinados antes e após a intervenção. **Resultados:** Um efeito principal do tempo ( $P < 0,05$ ) revelou redução nos valores de gordura absoluta (SEX = 2,5% vs. SEP = 3,8%) e RCQ (SEX = 2,4% vs. SEP = 2,3%), sem diferenças entre os grupos ao longo do tempo ( $P > 0,05$ ). Nenhuma diferença significativa ( $P > 0,05$ ) foi encontrada intra e intergrupos, tanto para a gordura androide (SEX = 2,7% vs. SEP = 2%) quanto ginoide (SEX = 2% vs. SEP = 1,7%). Uma redução da glicose em jejum foi acompanhada de aumento de HDL-c em ambos os grupos ( $P < 0,05$ ), sem diferenças entre eles ao longo do tempo ( $P > 0,05$ ). Nenhuma diferença significativa foi encontrada intra e intergrupos para as variáveis triglicerídeos, colesterol total, LDL-c e hemoglobina glicada. **Conclusão:** Os resultados sugerem que o TR promove manutenção ou melhoria do comportamento de indicadores de risco cardiometabólico, sendo que os benefícios alcançados não parecem ser influenciados pela idade em mulheres idosas.

**Palavras-chave:** treinamento de força, adiposidade visceral, glicemia, perfil lipídico, envelhecimento.

## Abstract

**Introduction:** The prevalence of heart diseases, hypertension, diabetes mellitus type 2, osteoporosis, and some types of cancer tends to increase with age. On the other hand, resistance training (RT) can promote numerous benefits, especially for older adults, and has been recommended to prevent or treat many dysfunctions and non-transmissible chronic diseases. However, the adaptive responses associated with the RT in older adults can be influenced by numerous factors such as heredity, gender, age, presence or absence of diseases, eating habits, and level of habitual physical activity. **Purpose:** To compare the behavior of body fat, fat distribution, and cardiometabolic indicators after 12 weeks of RT in older women of two age groups. **Methods:** One hundred and thirty-one physically independent women were selected for the present study and divided into two groups according to age group, being SEX (60-69 years) composed of 69 participants and the SEP group (70-79 years) composed of 62 participants. A whole-body TR program (eight exercises, three sets, 8-15 repetitions) was performed at a frequency of three sessions per week, on alternate days, for 12 weeks. Body fat and fat distribution (android and gynoid) were determined by dual-energy X-ray absorptiometry. Cardiometabolic indicators (WHR, blood pressure, triglycerides, total cholesterol, HDL-c, LDL-c, glucose, and glycated hemoglobin) were determined before and after the intervention. **Results:** A main effect of time ( $P < 0.05$ ) revealed a reduction in absolute fat values (SEX = 2.5% vs. SEP = 3.8%) and WHR (SEX = 2.4% vs. SEP = 2.3%), with no differences between groups over time ( $P > 0.05$ ). No significant differences ( $P > 0.05$ ) were found intra- and intergroup for either android (SEX = 2.7% vs. SEP = 2%) or gynoid (SEX = 2% vs. SEP = 1.7%) fat. A reduction in fasting glucose was accompanied by an increase in HDL-c in both groups ( $P < 0.05$ ), with no differences between them over time ( $P > 0.05$ ). No significant intra- and intergroup differences were found for triglycerides, total cholesterol, LDL-c, and glycated hemoglobin variables. **Conclusion:** The results suggest that RT promotes maintenance or improvement of cardiometabolic risk indicators, and the benefits achieved do not seem to be influenced by age in older women.

**Keywords:** strength training, visceral adiposity, glycemia, lipid profile, aging.

## Introdução

O envelhecimento é um processo inerente aos seres humanos que resulta em importantes modificações morfológicas, neuromusculares, fisiológicas, metabólicas, cognitivas e comportamentais (BEN-SHLOMO; COOPER; KUH, 2016; GLENN et al., 2017; JANSSEN et al., 2000; RANTANEN, 2003; SEALS; JUSTICE; LAROCCA, 2016; SUETTA et al., 2019). A magnitude dessas mudanças pode ser determinada por inúmeros fatores, tais como: hereditariedade, sexo, idade, presença ou ausência de doenças, hábitos alimentares, nível de atividade física habitual, entre outros (BEN-SHLOMO; COOPER; KUH, 2016). Assim, indivíduos com maior idade cronológica podem apresentar uma idade biológica menor que seus pares mais jovens e vice-versa, embora seja esperado que efeitos deletérios de maior magnitude se manifestem em indivíduos com idade mais avançada, de acordo com o ciclo natural da vida (SEALS; JUSTICE; LAROCCA, 2016; TORAMAN; SAHIN, 2004).

A influência da idade tem sido demonstrada, sobretudo, no sexo feminino, visto que a grande maioria das mulheres possui menos força muscular e potência; menor massa muscular, conteúdo mineral ósseo e densidade mineral óssea; maior quantidade de gordura corporal do que homens (SUETTA et al., 2019). Portanto, essa população se torna mais vulnerável ao desenvolvimento de inúmeras doenças crônicas não transmissíveis, bem como para quedas, lesões e fraturas (SEALS; JUSTICE; LAROCCA, 2016). Nesse sentido, o excesso de tecido adiposo, localizado principalmente na região abdominal (visceral), tem sido considerado um fator-chave para o desenvolvimento de dislipidemia; aumento da resistência à insulina; redução da tolerância à glicose; hipertensão arterial; entre outras disfunções e doenças crônicas degenerativas (HARTZ; HE; RIMM, 2012; ORSATTI et al., 2010; PFEILSCHIFTER et al., 2002; ZHANG et al. 2008).

As diferenças entre idosos mais jovens e mais velhos se torna mais evidente, a partir da análise de estudos populacionais sobre doenças crônicas-degenerativas, tais como cardiopatias, hipertensão arterial, diabetes *mellitus* tipo 2, osteoporose, alguns tipos de câncer, entre outras, cujas taxas de prevalência tendem a aumentar com o avançar da idade (HARADA et al., 2018; LLOYD-JONES et al., 2004; SAEEDI et al., 2019). Entre as principais estratégias não-farmacológicas investigadas até o presente momento para a melhoria da qualidade de vida, prevenção e controle de doenças e aumento da longevidade em idosos, a prática de programas de treinamento resistido (TR) tem merecido destaque, uma vez que tal conduta promove inúmeros benefícios para a saúde, com destaque para manutenção e/ou aumento da força, melhoria da aptidão funcional, composição corporal (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009a, 2009b; FRAGALA et al., 2019), melhoria do metabolismo da glicose (RIBEIRO et al., 2015) e dos lipídios (NABUCO et al., 2019a; RIBEIRO et al., 2015). Entretanto, o quanto tais respostas seriam ou não afetadas pelo avanço da idade ainda não está bem estabelecido pela literatura.

Além disso, o TR é considerado uma prática segura e que respeita a condição física do praticante, sem grandes exigências de deslocamentos durante o treinamento. Adicionalmente, o TR permite uma prescrição individualizada, com o uso de uma sobrecarga progressiva e gradual, de

acordo com as necessidades e limitações de cada praticante, características que são fundamentais para a prescrição de atividades físicas para idosos (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009a; FRAGALA, et al., 2019).

Apesar da eficácia relativamente elevada do TR para a população idosa, as respostas adaptativas encontradas têm si mostrado bastante heterogêneas, com uma grande variabilidade interindividual, um fenômeno denominado de responsividade (NUNES et al., 2020). Nesse sentido, a idade parece ser um dos fatores que pode influenciar as respostas adaptativas ao TR e que merece ser investigado de forma mais consistente, visto que diversos processos degenerativos associados ao envelhecimento são acentuados com o avançar da idade e acabam comprometendo um conjunto de fatores que podem interferir na magnitude das respostas induzidas pelo TR.

Assim, o objetivo deste estudo foi comparar o comportamento da gordura corporal, distribuição da gordura e de indicadores cardiometabólicos após 12 semanas de TR em mulheres idosas de duas faixas etárias. A nossa hipótese é que idosas septuagenárias (70-79 anos) apresentarão menores respostas adaptativas ao TR quando comparadas a sexagenárias (60-69 anos).

## **Métodos**

### *Delineamento experimental*

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

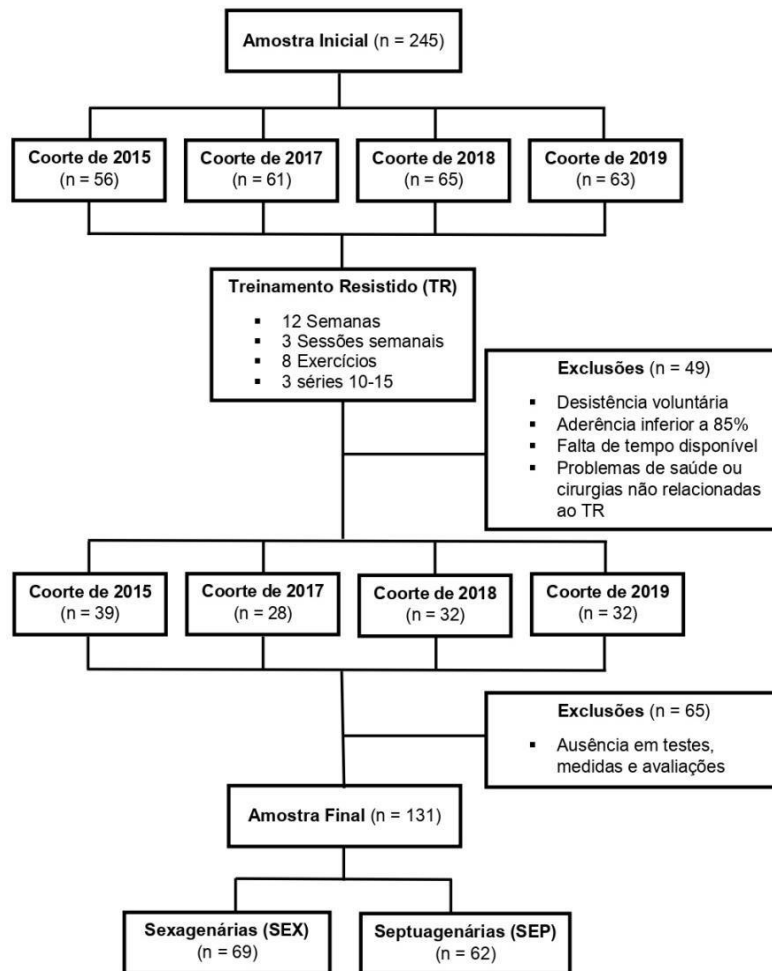
O período experimental para cada coorte teve duração de 18 semanas, de fevereiro a junho de cada ano (verão e outono, respectivamente). As semanas 1-3 e 16-18 foram destinadas às avaliações pré e pós-treinamento, ao passo que as semanas 4-15 foram atribuídas à intervenção. Medidas de gordura corporal, distribuição da gordura, pressão arterial, biomarcadores sanguíneos e ingestão alimentar foram coletadas de forma padronizada em todas as coortes. O programa de TR foi realizado com frequência semanal de três vezes por semana, em dias alternados. As participantes foram orientadas para evitarem mudanças na atividade física habitual e nos hábitos alimentares, bem como para não participarem de outros programas de exercícios físicos sistematizado, ao longo do período experimental.

### *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). A partir da aplicação de entrevistas individuais e anamnese clínica foram selecionadas para participar do estudo somente as voluntárias que atenderam os seguintes critérios de inclusão: (1) possuir idade igual ou superior a 60 anos; (2) ser do sexo feminino e fisicamente independente; (3) apresentar valores de tecido mole e magro apendicular  $> 5,45 \text{ kg/m}^2$ ; (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 que os projetos que deram origem as coortes investigadas foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da universidade local.

Para as análises estabelecidas para a presente investigação, as participantes foram estratificadas de acordo com sua idade no pré-período de treinamento em dois grupos, denominados de sexagenárias (SEX = 60-69 anos) e septuagenárias (SEP = 70-79 anos). Esse estudo apresenta dados secundários de uma investigação anterior que analisou o comportamento da força muscular e indicadores de hipertrofia, cujo o cálculo de tamanho amostral a priori foi realizado no software GPower 3.1.9.4 adotando a ANOVA de duas vias com medidas repetidas como teste principal. De acordo com as informações disponíveis na literatura para mulheres idosas submetidas a programas de TR, estabelecemos um poder estatístico de 80%,  $\alpha$  de 0,05, sendo adotada como variável critério para o primeiro estudo a força muscular, com um tamanho de efeito  $f$  de 0,14 (LIBERMAN et al., 2017; GRGIC et al., 2020). Dessa forma, uma amostra total de no mínimo 104 participantes (52 para cada grupo experimental) foi indicada como necessária para atender o delineamento experimental adotado. As informações referentes ao número inicial de participantes em cada coorte, mortalidade experimental, amostra final e divisão dos grupos encontram-se na Figura 1.



**Figura 1.** Desenho experimental.

### *Antropometria*

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, de acordo com procedimentos descritos na literatura (GORDON; CHUMLEA; ROCHE, 1988). As participantes foram instruídas previamente a ir ao exame trajando roupas leves e retirar seus calçados durante a avaliação. A partir dessas medidas foi calculado o índice de massa corporal (IMC), por meio da razão entre a massa corporal e o quadrado da estatura, sendo a massa corporal expressa em quilogramas (kg) e a estatura em metros (m). As circunferências de cintura e quadril foram obtidas por meio de uma fita métrica inextensível com resolução de 0,1 cm, de acordo com os procedimentos descritos pela literatura (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2011).

### *Gordura corporal e distribuição da gordura*

Exames de absorptometria radiológica de dupla energia (DXA) foram realizados em um equipamento da marca Lunar Prodigy *Advance* (GE Medical Systems Lunar, Madison, WI, USA) para determinação da gordura corporal (absoluta e relativa) e distribuição da gordura (andróide e

ginóide). A calibragem do equipamento seguiu as recomendações do fabricante e tanto a calibragem quanto as análises foram realizadas por um técnico em radiologia com experiência nesse tipo de avaliação. As participantes foram medidas trajando roupas leves, descalças e sem portar nenhum objeto metálico ou qualquer outro acessório junto ao corpo. Os exames foram realizados com as participantes deitadas em decúbito dorsal e imóveis, com os braços ao lado do corpo na posição supinada, sobre a mesa do equipamento até a finalização da medida. O software do próprio equipamento gerou linhas que separaram o tronco dos membros e da cabeça e que foram ajustadas pelo mesmo técnico.

### *Bioquímica sanguínea*

Coletas de sangue foram realizadas por três experientes técnicos em análises clínicas, nos diferentes momentos do estudo, nas primeiras horas da manhã, com as participantes respeitando um período de jejum de 12 h. Amostras de 14 ml de sangue venoso foram obtidas na porção antecubital. Para a coleta de sangue as idosas foram mantidas sentadas em uma cadeira, com o antebraço apoiado sobre um suporte localizado aproximadamente na altura dos ombros. Após o braço ser garroteado no ponto médio do úmero foi realizada assepsia com algodão embebido em álcool 70%. A punção foi realizada com agulha descartável de 25 por 8 mm no referido local. O sangue venoso foi aspirado em dois tubos de coleta a vácuo, um com capacidade para 10 ml e outro para 4 ml e as agulhas foram descartadas de forma segura, assim como todos os outros materiais descartáveis contaminados, tanto no procedimento de coleta, quanto nas análises sanguíneas conforme procedimento padrão do laboratório. As amostras foram depositadas em tubos a vácuo, com gel separador sem anticoagulante, e centrifugadas por 10 min a 3.000 rpm para separação do soro e plasma. O plasma e o soro foram alíquotados e armazenados em freezer a -80°C (Indrel®) até a realização das análises.

Posteriormente, foram determinadas as concentrações de triglicerídeos, colesterol total (CT), lipoproteína de alta densidade circulante (HDL-c), lipoproteína de baixa densidade circulante (LDL-c), glicose e hemoglobina glicada. Para a determinação de LDL-c foi utilizada a equação de Friedewald, Levy e Fredrickson (1972):  $[LDL-c = CT - HDL-c + (triglicerídeos/5)]$ . O perfil lipídico foi determinado em um sistema autoanalisador bioquímico Dade Behring Dimension RxL (Dade Behring Inc, Newark, DE, USA) de acordo com métodos consagrados na literatura especializada, seguindo os protocolos recomendados pelos fabricantes. Para fins de análise, a classificação do risco cardiometabólico foi realizada de acordo com os pontos de corte propostos pela literatura (DE MATOS et al., 2011; PEARSON et al., 2003).

### *Programa de treinamento resistido*

O programa de TR foi executado ao longo de 12 semanas, em uma frequência de três sessões semanais, em dias não-consecutivos (segundas, quartas e sextas-feiras), no período matutino. O protocolo de TR foi estruturado de acordo com as recomendações para idosos, visando

fortalecimento muscular (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009a, 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, realizados na seguinte ordem, a saber: supino vertical, *leg press* horizontal, remada baixa, cadeira extensora, rosca *scott*, cadeira flexora, tríceps *pulley* e panturrilha sentada. As participantes realizaram três séries de 8-15 repetições em cada exercício durante todo o período de treinamento. Adicionalmente, as participantes foram instruídas a inspirarem durante a ação muscular excêntrica e expirarem durante a ação muscular concêntrica em cada exercício, mantendo o tempo sob tensão na proporção de 1:2 s (ação muscular concêntrica e excêntrica, respectivamente). O intervalo de descanso entre as séries foi de um a dois minutos, ao passo que o intervalo de recuperação e transição entre os exercícios foi de dois a três minutos.

A carga de treinamento inicial foi determinada ao longo da primeira semana de treinamento, a partir da experiência prévia dos avaliadores em cada exercício. 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 (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009a). Por outro lado, quando o limite inferior de repetições não foi atingido (oito 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 e em cada exercício, por profissionais com experiência em TR, afim de garantir a segurança e as demais condições estabelecidas para o programa de TR.

#### *Hábitos alimentares*

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

#### *Pressão arterial*

Medidas de pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD) foram realizadas por meio de um aparelho automático de medida da pressão arterial da marca Omron, modelo HEM 7113 (Omron

Healthcare, Lake Forest, IL, USA). Para tanto, durante a primeira semana de TR, as participantes compareceram ao laboratório em três dias não consecutivos de treinamento, no mesmo horário e previamente à sessão de treinamento, para a execução das medidas. Todas as participantes foram orientadas a permanecer sentadas, em repouso e em silêncio por no mínimo 10 min antes do início das medidas. Três medidas foram executadas com intervalo mínimo de dois minutos entre elas sendo registrado o valor médio entre elas. Nos casos cuja variação das medidas foi superior a 4 mmHg para a PAS e/ou PAD, novas medidas foram realizadas até que o critério estabelecido fosse atendido (MALACHIDAS, 2016). As medidas de reprodutibilidade indicaram EPM = 1,33 mmHg e CCI = 0,991 para PAS e EPM = 1,11 mmHg e CCI = 0,987 para PAD. A pressão arterial média (PAM) foi calculada usando a fórmula  $PAM = PAD + 1/3 (PAS - PAD)$ .

### *Tratamento estatístico*

Inicialmente, o teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para a análise da distribuição dos dados. O teste de Levene foi utilizado para análise da homogeneidade das variâncias. As características gerais dos dois grupos (SEX e SEP) na linha de base foram contrastadas pelo teste t para amostras independentes, enquanto as diferenças no histórico médico das participantes foram analisadas pelo teste Qui-quadrado. Os hábitos alimentares dos dois grupos foram contrastados por análise de variância (ANOVA) para medidas repetidas por dois fatores (grupo e tempo). Análise de covariância (ANCOVA) controlada pela massa corporal pré e valores de linha de base de cada variável dependente foi aplicada para comparar o delta absoluto (pós - pré) entre SEX e SEP para cada variável dependente. O efeito da intervenção intra-grupo foi inferido a partir do intervalo de confiança de 95% (IC95%) do delta absoluto. Quando o IC95% não contou com o valor zero, foi inferido que houve diferença significativa do pré para o pós 12 semanas de TR. As diferenças relativas ( $\Delta\%$ ) foram calculadas a partir da seguinte fórmula:  $((\text{pós} - \text{pré}) / \text{pré}) \times 100$ . A magnitude do tamanho das diferenças foi calculada pelo tamanho do efeito proposto por Cohen (1992) utilizando a seguinte equação: Tamanho do efeito (TE) = Momento 2 (M2) – Momento 1 (M1) / Desvio padrão (DP). O tamanho do efeito de 0,00–0,19 foi considerado trivial, 0,20 - 0,49 foi considerado pequeno, 0,50 - 0,79 como moderado e  $\geq 0,80$  como de grande magnitude. O nível de significância adotado para todas as análises foi de 5%. Os dados foram estocados e processados no pacote JAMOV, versão 1.2.27.0 (JAMOV Project, Sydney, AU).

### **Resultados**

Na Tabela 1 são apresentadas as características gerais das participantes e estado clínico no momento inicial do estudo, de acordo com as diferentes faixas etárias. As participantes do grupo SEX (60-69 anos) apresentaram maior massa corporal e estatura ( $P < 0,05$ ) do que o grupo SEP (70-79 anos). Por outro lado, uma menor prevalência de doenças foi revelada no grupo SEP ( $P < 0,05$ ).

**Tabela 1.** Características gerais das participantes na linha de base, de acordo com os grupos experimentais.

Variáveis	SEX (n = 69)	SEP (n = 62)	P
Idade (anos)	65,0 ± 2,7 (64,4; 65,7)	72,9 ± 2,6 (72,2; 73,5)	< 0,001
Massa corporal (kg)	69,6 ± 10,1 (66,9; 72,3)	66,0 ± 10,0 (63,5; 68,5)	< 0,05
Estatura (cm)	156,1 ± 4,9 (154,8; 157,5)	153,8 ± 5,7 (152,3; 155,2)	0,02
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	28,2 ± 3,7 (27,2; 29,2)	27,9 ± 4,2 (26,8; 29,0)	0,69
<b>Estado clínico (%)</b>			
Tabagistas			
Sim	10,1	3,2	0,12
Não	89,9	96,8	
Doenças			
0	19,4	13,1	0,03
1-2	52,2	55,7	
3-4	28,4	24,6	
5-6	0	6,6	
Medicamentos			
0	20,6	13,1	0,16
1-3	63,5	57,4	
4-6	15,9	24,6	
7	0	4,9	

**Nota.** SEX = sexagenárias, SEP = septuagenárias, IMC = índice de massa corporal. Dados apresentados em média, desvio padrão e intervalo de confiança de 95% ou percentuais. Diferenças percentuais analisadas pelo teste do Qui-quadrado e diferenças entre as médias pelo teste t de *Student* para amostras independentes.

A Tabela 2 apresenta a ingestão energética e de macronutrientes no momento inicial e após 12 semanas de treinamento. Nenhuma diferença significativa foi encontrada na comparação entre os grupos para o consumo energético, de carboidratos, proteínas e lipídios nas duas primeiras e nas duas últimas semanas de intervenção ( $P > 0,05$ ).

**Tabela 2.** Ingestão energética e de macronutrientes das participantes nas duas primeiras (M1) e nas duas últimas (M2) semanas de treinamento resistido, de acordo com os grupos experimentais.

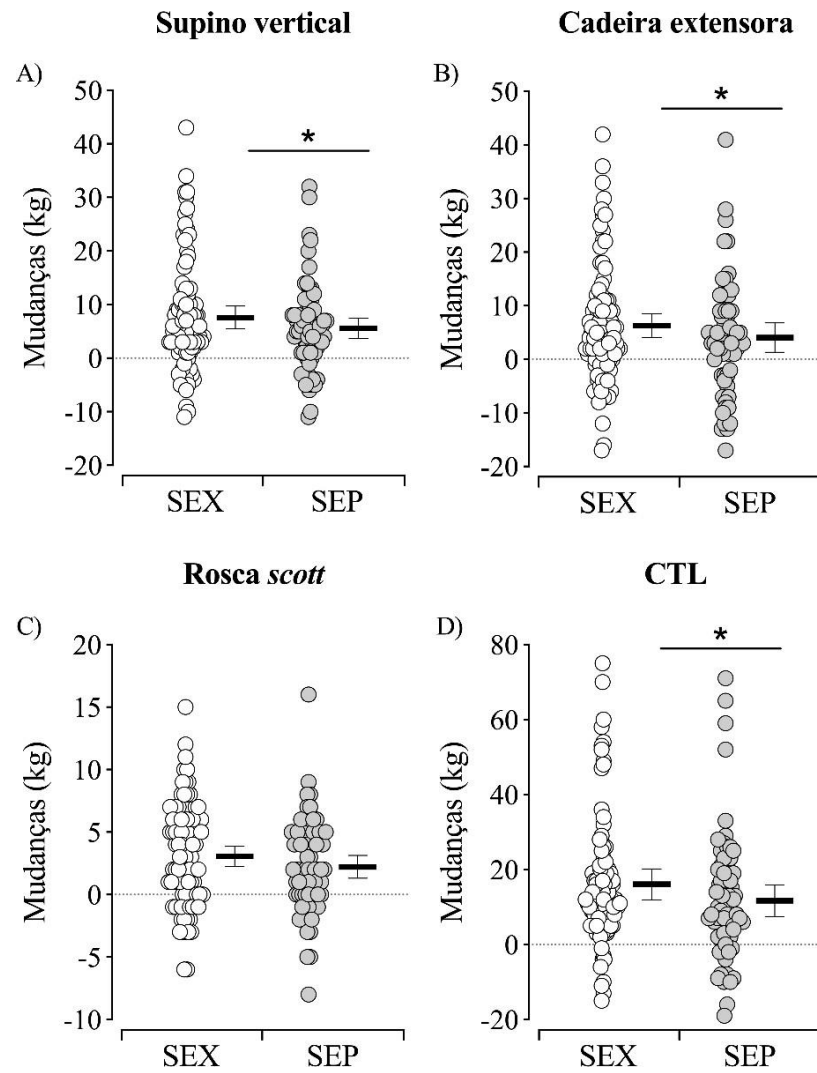
Variáveis	SEX (n = 69)	SEP (n = 62)	Efeitos	P
Ingestão energética (kcal/d)			Grupo	0,19
M1	1.700 ± 225	1.665 ± 224	Tempo	0,63
M2	1.706 ± 237	1.645 ± 236	Interação	0,51
Carboidratos (g/kg/d)			Grupo	0,90
M1	3,4 ± 0,7	3,5 ± 0,7	Tempo	0,59
M2	3,5 ± 0,9	3,4 ± 0,8	Interação	0,12
Proteínas (g/kg/d)			Grupo	0,55
M1	1,0 ± 0,2	1,0 ± 0,2	Tempo	0,29
M2	0,9 ± 0,2	1,0 ± 0,2	Interação	0,97
Lipídios (g/kg/d)			Grupo	0,43
M1	0,8 ± 0,2	0,8 ± 0,1	Tempo	0,33
M2	0,8 ± 0,2	0,7 ± 0,2	Interação	0,93

**Nota.** SEX = sexagenárias, SEP = septuagenárias. Dados apresentados em média e desvio padrão. Os dados foram analisados por ANOVA *two-way* para medidas repetidas.

A Figura 2 ilustra o comportamento individual em testes de 1-RM nos exercícios supino vertical, cadeira extensora e rosca *scott*, bem como a somatória da CTL nos três exercícios. Embora aumentos de força muscular ( $P < 0,05$ ) tenham sido revelados nos dois grupos para os três exercícios analisados, as mudanças ao longo do tempo foram de maior magnitude no grupo SEX ( $P < 0,05$ ) para os exercícios cadeira extensora e rosca *scott* e, também, para a CTL.

A tabela 3 contém os valores de gordura corporal total (absoluta e relativa) e relação cintura e quadril no momento inicial e após 12 semanas de treinamento. Um efeito principal do tempo ( $P < 0,05$ ) revelou redução nos valores de gordura absoluta (SEX = 2,5% vs. SEP = 3,8%), gordura relativa (SEX = 4,4% vs. SEP = 3,8%) e RCQ (SEX = 2,4% vs. SEP = 2,3%), sem diferenças entre os grupos ao longo do tempo ( $P > 0,05$ ) para nenhuma dessas variáveis.

A Figura 3 ilustra o comportamento da distribuição da gordura corporal (andróide e ginóide), de acordo com os grupos SEX e SEP, no momento inicial e após 12 semanas de treinamento. A grande variabilidade nas respostas adaptativas individuais resultou em reduções médias não significantes ( $P > 0,05$ ), tanto para a gordura andróide (SEX = 2,7% vs. SEP = 2%) quanto ginóide (SEX = 2% vs. SEP = 1,7%).

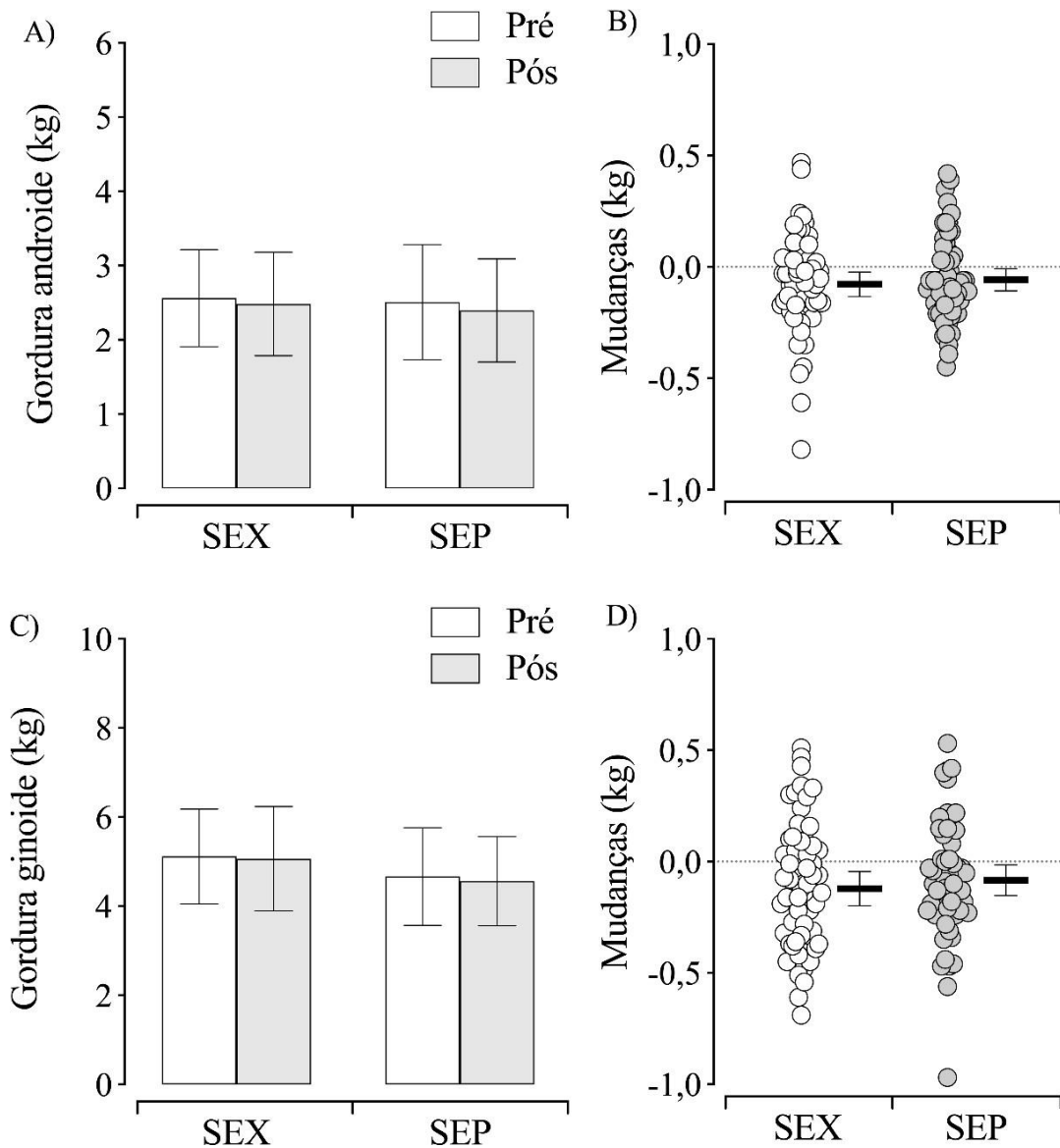


**Figura 2.** Mudanças individuais encontradas em testes de uma repetição máxima (1-RM) após 12 semanas de treinamento resistido em mulheres idosas sexagenárias (SEX,  $n = 69$ ) e septuagenárias (SEP,  $n = 62$ ). CTL = carga total levantada. Os círculos representam cada participante. As barras de erro representam média e intervalo de confiança de 95% (IC95%). \*Diferenças significantes entre os grupos a partir da ANCOVA ajustada pela massa corporal e valores iniciais da variável dependente ( $P < 0,05$ ).

**Tabela 3.** Gordura corporal absoluta e relativa e relação cintura e quadril, antes e após 12 semanas de treinamento resistido, de acordo com os grupos experimentais.

Variáveis	SEX (n = 69)	SEP (n = 62)	P
Massa gorda (kg)			
Pré	28,3 ± 6,3 (26,7; 29,8)	26,6 ± 6,6 (25,0; 28,3)	
Pós	27,6 ± 6,7 (26,0; 29,3)	25,6 ± 5,9 (24,1; 27,1)	
Dif. média ajustada	-0,7 (-1,1; -0,3)*	-0,7 (-1,0; -0,3)*	0,97
Massa gorda (%)			
Pré	41,3 ± 4,3 (40,2; 42,3)	40,0 ± 5,3 (38,7; 41,4)	
Pós	39,5 ± 4,7 (38,4; 40,6)	38,5 ± 5,1 (37,1; 39,8)	
Dif. média ajustada	-1,6 (-2,1; -1,1)*	-1,5 (-2,0; -1,1)*	0,80
RCQ			
Pré	0,85 ± 0,07 (0,83; 0,86)	0,87 ± 0,06 (0,86; 0,89)	
Pós	0,83 ± 0,06 (0,81; 0,84)	0,85 ± 0,08 (0,83; 0,87)	
Dif. média ajustada	-0,06 (-0,10; -0,02)*	-0,02 (-0,06; 0,01)	0,21

**Nota.** SEX = sexagenárias, SEP = septuagenárias, RCQ = relação cintura e quadril. Dados apresentados em média, desvio-padrão e intervalo de confiança de 95% (IC95%). Diferença média e IC95% ajustados por ANCOVA pela massa corporal e valores iniciais da variável dependente. \*Pré vs. Pós ( $P < 0,05$ ).



**Figura 3.** Distribuição da gordura andróide (Painel A), com as respectivas mudanças individuais (Painel B), e ginoide (Painel C), com as respectivas mudanças individuais (Painel D), em mulheres idosas sexagenárias (SEX, n = 69) e septuagenárias (SEP, n = 62) submetidas a 12 semanas de treinamento resistido. Os círculos representam cada participante. As barras de erro nos Paineis B e D representam média e intervalo de confiança.

A tabela 4 apresenta o comportamento da PAS, PAD e PAM, de acordo com os grupos SEX e SEP, no momento inicial e após 12 semanas de treinamento. Nenhuma alteração foi verificada para essas variáveis ao longo do tempo ( $P > 0,05$ ).

**Tabela 4.** Medidas de pressão arterial sistólica (PAS), diastólica (PAD) e média (PAM), antes e após 12 semanas de treinamento resistido, de acordo com os grupos experimentais.

Variáveis	SEX (n = 69)	SEP (n = 62)	P
PAS (mmHg)			
Pré	119,8 ± 12,0 (116,9; 122,6)	122,5 ± 13,1 (119,2; 125,8)	
Pós	118,0 ± 13,3 (114,8; 121,3)	121,8 ± 11,9 (118,8; 124,8)	
Dif. média ajustada	-1,6 (-4,3; 0,9)	0,2 (-2,1; 2,6)	0,28
PAD (mmHg)			
Pré	69,1 ± 8,4 (67,1; 71,1)	65,4 ± 6,9 (63,6; 67,1)	
Pós	67,7 ± 7,9 (65,8; 69,6)	64,9 ± 6,8 (63,1; 66,6)	
Dif. média ajustada	-1,0 (-2,4; 0,3)	-0,6 (-1,9; 0,6)	0,66
PAM (mmHg)			
Pré	86,0 ± 8,4 (84,0; 88,0)	84,3 ± 7,7 (82,3; 86,2)	
Pós	84,5 ± 8,4 (82,5; 86,5)	83,8 ± 7,3 (82,0; 85,7)	
Dif. média ajustada	-1,2 (-2,8; 0,3)	-0,2 (-1,7; 1,2)	0,36

**Nota.** SEX = sexagenárias, SEP = septuagenárias. Dados apresentados em média, desvio-padrão e intervalo de confiança de 95% (IC95%). Diferença média e IC95% ajustados por ANCOVA pela massa corporal e valores iniciais da variável dependente. \*Pré vs. Pós ( $P < 0,05$ ).

A Tabela 5 apresenta o comportamento de biomarcadores de risco cardiovascular, antes e após 12 semanas de treinamento resistido. Uma redução da glicose em jejum foi acompanhada de aumento de HDL-c em ambos os grupos ( $P < 0,05$ ), sem diferenças entre eles ao longo do tempo ( $P > 0,05$ ). Nenhuma diferença significativa foi encontrada intra e intergrupos para as variáveis triglicerídeos, CT, LDL-c, e hemoglobina glicada.

**Tabela 5.** Comportamento de biomarcadores de risco cardiovascular, antes e após 12 semanas de treinamento resistido, de acordo com os grupos experimentais.

Variáveis	SEX (n = 69)			SEP (n = 62)			P
	Pré	Pós	Δ IC95%	Pré	Pós	Δ IC95%	
Glicose (mg/dL)	103 ± 13	95 ± 13	-4,1 (-7,9; 0,2)*	105 ± 17	103 ± 19	-2,8 (-6,8; 1,1)*	0,73
HbA (mg/dL)	5,87 ± 0,47	5,71 ± 0,31	-0,16 (-0,23; 0,09)	6,02 ± 0,93	5,99 ± 1,19	-0,04 (-0,26; 0,18)	0,47
Triglicerídeos (mg/dL)	117 ± 49	112 ± 50	-5,7 (-8,4; 3,0)	110 ± 41	108 ± 34	-2,7 (-11,2; 5,8)	0,62
CT (mg/dL)	194 ± 35	198 ± 39	5,8 (-1,5; 10,1)	193 ± 32	197 ± 30	2,4 (-9,5; 4,6)	0,51
HDL-c (mg/dL)	54 ± 16	56 ± 15	2,9 (-1,4; 4,4)*	58 ± 10	60 ± 13	1,8 (-0,3; 3,2)*	0,29
LDL-c (mg/dL)	122 ± 35	121 ± 35	-1,9 (-8,9; 5,1)	120 ± 28	116 ± 30	-2,4 (-9,2; 4,4)	0,92

**Nota.** SEX = sexagenárias, SEP = septuagenárias, HbA = hemoglobina glicada, CT = colesterol total, HDL-c = lipoproteínas de alta densidade circulante, LDL-c = lipoproteínas de baixa densidade circulante. Dados apresentados em média, desvio-padrão e intervalo de confiança de 95% (IC95%). Diferença média e IC95% ajustados por ANCOVA pela massa corporal e valores iniciais da variável dependente. \*Pré vs. Pós ( $P < 0,05$ ).

## Discussão

Os principais achados deste estudo foram que após 12 semanas de TR: (a) mulheres idosas de diferentes faixas etárias reduziram de forma similar os valores de RCQ e a gordura corporal (absoluta e relativa); (b) ambos os grupos aumentaram as concentrações de HDL-c e reduziram a glicose em jejum. Por outro lado, nenhuma modificação significativa foi encontrada para a PAS, PAD, PAM, triglicérides, CT, LDL-c, hemoglobina glicada e na distribuição da gordura. Portanto, a nossa hipótese de que a idade poderia influenciar nas respostas adaptativas ao TR para as variáveis analisadas foi refutada.

Entretanto, a redução da gordura corporal e das concentrações de glicose, concomitantemente com a elevação das concentrações de HDL-c podem ser consideradas adaptações bastante importantes, uma vez que o envelhecimento cronológico é o principal determinante para o risco de dislipidemia e diabetes mellitus do tipo 2 (KUO et al., 2021; SEALS; JUSTICE; LAROCCA, 2016). Logo, mudanças no estilo de vida, incluindo a prática de exercícios físicos, podem exercer papel importante para a saúde geral em diferentes faixas etárias (KUO et al., 2021; SEALS; JUSTICE; LAROCCA, 2016). Assim, o TR se mostrou uma estratégia atraente, sobretudo, para a redução do risco cardiometabólico em mulheres idosas, de acordo com os resultados encontrados nas duas faixas etárias analisadas (SEALS; JUSTICE; LAROCCA, 2016).

A gordura corporal tem sido considerada um fator de risco à saúde que pode favorecer o desenvolvimento de diversas disfunções e doenças crônicas não transmissíveis que podem resultar em mortalidade precoce em mulheres idosas (CHANG, et al., 2012). Os resultados do nosso estudo confirmam achados anteriores que demonstraram a capacidade do TR em reduzir a gordura corporal (CARNEIRO, et al., 2021; CAVALCANTE, et al., 2018). Embora acreditássemos que os efeitos provocados pelo TR pudessem ser diferentes em mulheres idosas de diferentes faixas etárias, uma vez que a idade poderia influenciar nas adaptações ao TR (LEMMER, et al., 2000), nossos resultados não suportam essa hipótese. Uma possível explicação para isso pode ser a grande variabilidade das respostas associadas ao TR em mulheres idosas, fato que no nosso estudo pode ser confirmado a partir da análise do comportamento da força muscular (Figura 2) e, principalmente, da distribuição da gordura andróide e ginoide (Figura 3). Embora, esse fenômeno venha sendo relatado em estudos mais recentes (NUNES et al., 2021), os possíveis mecanismos envolvidos, ainda, precisam ser elucidados. Alguns fatores como hereditariedade, presença ou ausência de doenças, nível de atividade física habitual, consumo energético e de proteínas podem atuar nesse processo, como agentes mediadores ou moderadores (BEN-SHLOMO; COOPER; KUH, 2016; BOUCHARD et al., 2007; GLENN et al., 2017; SUETTA et al., 2019)

Vale destacar que ausência de modificações em variáveis como a pressão arterial e alguns biomarcadores metabólicos nesta investigação pode estar associada, pelo menos em parte, ao uso contínuo de fármacos por aproximadamente 80% das participantes do grupo SEX e 87% das participantes do grupo SEP para controle, sobretudo, da hipertensão, dislipidemia e diabetes mellitus do tipo 2. Entretanto, a redução da gordura corporal revelada nos dois grupos favorece a

melhora do estado clínico de portadores dessas doenças. Por exemplo, a pressão arterial elevada representa um importante fator de risco para mortalidade cardiovascular (CAREY; WHELTON, 2018). Nesse sentido, 13% das mortes ao longo do mundo são decorrentes da elevação descontrolada dos níveis de pressão arterial associada, em muitos casos, ao excesso de gordura corporal (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2009). Além disso, a mortalidade associada à elevação dos níveis de pressão arterial cresce com o avançar da idade (MOZAFFARIAN et al., 2016). No presente estudo, nossos resultados indicaram manutenção nos níveis de PAS, PAS e PAM após 12 semanas de TR em ambos os grupos. Esse resultado pode ser considerado clinicamente relevante, uma vez que inibe o aumento risco de eventos cardiovasculares e mortalidade por todas as causas (ETTEHAD, et al., 2016).

Nosso estudo apresenta importantes pontos fortes que merecem ser destacados. De acordo com nossos conhecimentos, esse foi o primeiro estudo que comparou os efeitos da prática de TR sobre a gordura corporal, distribuição da gordura e indicadores de risco cardiometabólico em mulheres idosas de diferentes faixas etárias (60-69 vs 70-79 anos). Além disso, o número de participantes excedeu substancialmente o tamanho amostral calculado, de modo que o poder estatístico atribuído às análises de dados foi ainda maior do que o previsto anteriormente, proporcionando mais robustez aos nossos achados. Um outro ponto a ser destacado é que todas as sessões de treinamento 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 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. O método utilizado para quantificar a força muscular (testes de 1RM) pode ser considerado padrão-ouro para estudos com idosos, sendo em diversos estudos em virtude da validade, segurança e precisão.

Este estudo possui, também, algumas limitações que devem ser abordadas. Os resultados encontrados aqui são especificamente para mulheres idosas. Nesse sentido, nossos achados não devem ser extrapolados para outras populações. Além disso, a atividade física habitual das participantes não foi monitorada, o que pode confundir os resultados principalmente no que tange a gordura corporal e distribuição da gordura. Mesmo assim, verificamos redução da gordura corporal absoluta e relativa após 12 semanas de TR, em ambos os grupos. Vale destacar que as participantes do presente estudo foram orientadas a manter suas atividades normais da vida diária durante o estudo, com intuito de minimizar essa possível interferências. Por fim, embora a tomografia computadorizada seja o padrão ouro para avaliação da gordura visceral, o método empregado em nosso estudo (DXA) tem sido aceito como um método confiável para a avaliação,

sobretudo, da distribuição da gordura, permitindo numa análise de corpo inteiro (MICKLESFIELD, et al., 2012).

### **Conclusão**

Os resultados deste estudo sugerem que o TR promove melhoria dos níveis de glicose em jejum e do HDL-c, redução da gordura corporal total, além da manutenção do comportamento da maioria dos indicadores de risco cardiometabólico investigados (HbA, triglicéridos, CT, LDL-c e pressão arterial) tanto em mulheres idosas mais jovens (SEX) quanto mais velhas (SEP), sendo que os benefícios alcançados não parecem ser influenciados pela idade.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando o aumento da expectativa de vida nos diferentes países do mundo, em virtude principalmente dos avanços científicos e tecnológicos, principalmente na área médica, que têm permitido um diagnóstico mais precoce de disfunções e doenças, favorecendo assim um melhor prognóstico de sucesso no tratamento de diversas enfermidades, o desafio da comunidade científica tem sido investigar estratégias que favoreçam a manutenção da autonomia e qualidade de vida, sobretudo da população idosa, por períodos mais longos de tempo. Nesse sentido, um envelhecimento mais saudável, na maioria dos casos, parece estar atrelado a um estilo de vida mais ativo fisicamente.

Desse modo, embora o aumento da atividade física no ambiente doméstico, nas atividades de deslocamento, no ambiente do trabalho/estudo e nas horas de lazer possa exercer um papel importante na qualidade de vida e autonomia funcional, o envolvimento da população idosa com a prática regular de programas de exercícios físicos pode promover adaptações morfológicas, neuromusculares, fisiológicas, metabólicas, cognitivas e comportamentais adicionais e de maior magnitude que as demais formas de atividade física, favorecendo sobremaneira o controle de peso, a aptidão funcional e a prevenção e controle de inúmeras doenças crônicas não transmissíveis, tais como cardiopatias, hipertensão arterial, dislipidemia, diabetes mellitus tipo 2, artrose, osteoporose, alguns tipos de câncer, entre outras. Adicionalmente, a prática de exercícios físicos está associada a melhor autoestima, redução de quedas, diminuição de gastos com medicamentos de uso contínuo, consultas médicas, internações e cirurgias.

Com base nessas informações, a presente investigação analisou o impacto de 12 semanas de TR sobre a força muscular, composição corporal e indicadores de risco cardiometabólico de mulheres idosas de diferentes faixas etárias. Essa tomada de decisão se pautou em um conjunto de informações disponíveis na literatura de que existe uma aceleração dos efeitos deletérios do envelhecimento com o avançar das décadas. Nesse sentido, a presente investigação analisou as respostas adaptativas promovidas pelo TR em participantes sexagenárias e septuagenárias.

De acordo com a estratégia adotada, ou seja, a prática de exercícios resistidos, a estruturação do programa de TR deveria contemplar exercícios para o corpo inteiro, visto que as mudanças decorrentes do envelhecimento não ocorrem de maneira proporcional. Por exemplo, se por um lado as maiores reduções de força muscular ocorrem, em geral, em membros inferiores, por outro os maiores ganhos de gordura corporal ocorrem na região do tronco (visceral). Assim, oito exercícios foram escolhidos para comporem o programa de TR, sendo um exercício para peitoral (supino vertical), 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 (panturrilha sentado) e um mais geral (*leg press* horizontal) envolvendo membros inferiores e glúteos.

A utilização de profissionais qualificados 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) e que as cargas de treinamento em cada exercício fossem ajustadas individualmente, de acordo com os ganhos de força muscular com o avançar das sessões de treinamento. 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 é o tamanho amostral que foi substancialmente superior ao calculado e, para tanto, os resultados apresentam um poder ainda maior do que o citado anteriormente. Além disso, 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 o 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.

Desse modo, os resultados do presente estudo indicaram que 12 semanas de TR em idosas fisicamente independentes sexagenárias e septuagenárias promoveu:

- a) Aumento da força muscular de membros superiores e tronco;
- b) Aumento da MME, da MIGO total e segmentar;
- c) Redução da gordura corporal total e da RCQ;
- d) Manutenção da gordura androide e ginoide;
- e) Redução da glicose em jejum;
- f) Aumento da HDL-c;
- g) Manutenção da pressão arterial, triglicerídeos, LDL-c, hemoglobina glicada.

Portanto, apesar da idade ser um fator que diferiu os grupos no momento inicial da investigação, após 12 semanas de prática de TR, as mulheres de 70 a 79 anos apresentaram respostas adaptativas similares às mulheres de 60 a 69 anos, para a maioria das variáveis investigadas, exceto para a força muscular cujos aumentos de maior magnitude foram encontrados no grupo SEX. Os resultados encontrados são relevantes na medida que fornecem subsídios adicionais para aplicação do TR em mulheres idosas, reforçando a importância deste tipo de treinamento, principalmente, para mulheres idosas mais velhas (SEP).

## REFERÊNCIAS

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

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

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**, Hagerstown, v. 41, n. 3, p. 687-708, mar. 2009a.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 41, n. 7, p. 1510-1530, jul. 2009b.

ARGILÉS, J. M. et al. Skeletal muscle regulates metabolism via interorgan crosstalk: roles in health and disease. **Journal of the American Medical Directors Association**, Hagerstown, v. 17, n. 9, p. 789-796, jun. 2016.

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

BEAUCHAMP, M. R. et al. Group-based physical activity for older adults (GOAL) randomized controlled trial: exercise adherence outcomes. **Health Psychology**, Washington, v. 37, n. 5, p. 451-461, maio. 2018.

BEN-SHLOMO, Y.; COOPER, R.; KUH, D. The last two decades of life course epidemiology, and its relevance for research on ageing. **International Journal of Epidemiology**, London, v. 45, n. 4, p. 973-988, ago. 2016.

BOUCHARD, D. R.; HÉROUX, M.; JANSSEN, I. Association between muscle mass, leg strength, and fat mass with physical function in older adults: influence of age and sex. **Journal of Aging and Health**, Newbury Park, v. 23, n. 2, p. 313-328, mar. 2011.

CAREY, R. M.; WHELTON, P. K. Prevention, detection, evaluation, and management of high blood pressure in adults: synopsis of the 2017 American College of Cardiology/American Heart Association Hypertension Guideline. **Annals of Internal Medicine**, Philadelphia, v. 168, n. 5, p. 351-358, mar. 2018.

CARNEIRO, M. A. S. et al. Effects of resistance training at different loads on inflammatory biomarkers, muscle mass, muscular strength, and physical performance in postmenopausal women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, 2020. No prelo. doi: 10.1519/JSC.0000000000003768. Acesso em: 05 ago. 2021.

CARNEIRO, M. A. S. et al. Effect of whole-body resistance training at different load intensities on circulating inflammatory biomarkers, body fat, muscular strength, and physical performance in postmenopausal women. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, Ottawa, 2021. No prelo. doi: 10.1139/apnm-2020-0746. Acesso em: 05 ago. 2021.

CASEROTTI, P. et al. Explosive heavy-resistance training in old and very old adults: changes in rapid muscle force, strength and power. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, Copenhagen, v. 18, n. 6, p. 773-782, jan. 2008.

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

CHANG, S. H. et al. A systematic review of body fat distribution and mortality in older people. **Maturitas**, Limerick, v. 72, n. 3, p. 175-191, jul. 2012.

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

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

CUNHA, P. M. et al. Improvement of oxidative stress in older women is dependent on resistance training volume: Active Aging Longitudinal Study. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, 2020. No prelo. doi: 10.1519/JSC.0000000000003602. Acesso em: 05 ago. 2021.

DE MATOS, L. D. N. J. et al. Cardiovascular risk and clinical factors in athletes: 10 years of evaluation. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 43, n. 6, p. 943-950, jun. 2011.

DOS SANTOS, L. et al. Changes in phase angle and body composition induced by resistance training in older women. **European Journal of Clinical Nutrition**, London, v. 70, n. 12, p. 1408-1413, dez. 2016.

ETTEHAD, D. et al. Blood pressure lowering for prevention of cardiovascular disease and death: a systematic review and meta-analysis. **The Lancet**, London, v. 387, n. 10022, p. 957-967, mar. 2016.

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

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**, Oxford, v. 18, n. 6, p. 499-502, jun. 1972.

GLENN, J. M. et al. An evaluation of functional sit-to-stand power in cohorts of healthy adults aged 18-97 years. **Journal of Aging and Physical Activity**, Champaign, v. 25, n. 2, p. 305-310, abr. 2017.

GORDON, C. C.; CHUMLEA, W. C. , ROCHE, A. F. Stature, recumbent length, and weight. In: LOHMAN, T. G.; ROCHE, A. F.; MARTORELL, R. (eds.). **Anthropometric standardization reference manual**. Champaign: Human Kinetics, 1988. p. 3-8.

GRGIC, J. et al. Effects of resistance training on muscle size and strength in very elderly adults: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **Sports Medicine**, Auckland, v. 50, n. 11, p. 1-17, nov. 2020.

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

HÄKKINEN, K. et al. Neuromuscular adaptation during prolonged strength training, detraining and re-strength-training in middle-aged and elderly people. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 83, n. 1, p. 51-62, set. 2000.

HARADA, P. H. et al. Familial hypercholesterolemia prevalence in an admixed racial society: sex and race matter. The ELSA-Brasil. **Atherosclerosis**, Limerick, v. 277, n. 1, p. 273-277, out. 2018.

HARTZ, A.; HE, T.; RIMM, A. Comparison of adiposity measures as risk factors in postmenopausal women. **The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, New York, v. 97, n. 1, p. 227-233, jan. 2012.

HEINRICH, K. M. et al. High-intensity compared to moderate-intensity training for exercise initiation, enjoyment, adherence, and intentions: an intervention study. **BMC Public Health**, London, v. 14, n. 1, p. 789, ago. 2014.

HOFFMANN, C.; WEIGERT, C. Skeletal muscle as an endocrine organ: the role of myokines in exercise adaptations. **Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine**, Woodbury, v. 7, n. 11, p. a029793, nov. 2017.

HUGHES, K. J. et al. Interventions to improve adherence to exercise therapy for falls prevention in community-dwelling older adults: systematic review and meta-analysis. **Age and Ageing**, Oxford, v. 48, n. 2, p. 185-195, mar. 2019.

IZQUIERDO, M. et al. Effects of strength training on muscle power and serum hormones in middle-aged and older men. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 90, n. 4, p. 1497-1507, abr. 2001.

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.

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

KASSIANO, W. et al. Does resistance training promote enough muscular strength increases to move weak older women to better strength categories? **Experimental Gerontology**, Oxford, v. 149, n. 1, p. 111322, jul. 2021.

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

KUO, C. L. et al. Genetic associations for two biological age measures point to distinct aging phenotypes. **Aging Cell**, Oxford, v. 20, n. 6, p. e13376, jun. 2021.

LACROIX, A. et al. Effects of supervised vs. unsupervised training programs on balance and muscle strength in older adults: a systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, Auckland, v. 47, n. 11, p. 2341-2361, nov. 2017.

LEMMER, J. T. et al. Age and gender responses to strength training and detraining. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 32, n. 8, p. 1505-1512, ago. 2000.

LIBERMAN, K. et al. The effects of exercise on muscle strength, body composition, physical functioning and the inflammatory profile of older adults: a systematic review. **Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care**, Londres, v. 20, n. 1, p. 30-53, jan. 2017.

LLOYD-JONES, D. M. et al. Framingham risk score and prediction of lifetime risk for coronary heart disease. **The American Journal of Cardiology**, New York, v. 94, n. 1, p. 20-24, jul. 2004.

MALACHIAS, M. V. 7th Brazilian Guideline of Arterial Hypertension: Presentation. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, São Paulo, v. 107, n. 3 Suppl 3, p. 0, set. 2016.

MICKLESFIELD, L. K. et al. Dual-energy X-ray performs as well as clinical computed tomography for the measurement of visceral fat. **Obesity**, Malden, v. 20, n. 5, p. 1109-1114, maio. 2012.

MOUGIOS V. Muscle activity. In: **Exercise Biochemistry**. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers, 2019. p. 143-160.

MOZAFFARIAN, D. et al. Heart disease and stroke statistics-2016 update: a report from the American Heart Association. **Circulation**, Hagerstown, v. 133, n. 4, p. e38-e360, jan. 2016.

NABUCO, H. C. G. et al. Effects of pre-or post-exercise whey protein supplementation on body fat and metabolic and inflammatory profile in pre-conditioned older women: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. **Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases**, Amsterdam, v. 29, n. 3, p. 290-300, mar. 2019a.

NABUCO, H. C. G. et al. Effects of protein intake beyond habitual intakes associated with resistance training on metabolic syndrome-related parameters, isokinetic strength, and body composition in older women. **Journal of Aging and Physical Activity**, Champaign, v. 27, n. 4, p. 545-552, ago. 2019b.

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

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

NOGUERA, C. et al. Ten years younger: Practice of chronic aerobic exercise improves attention and spatial memory functions in ageing. **Experimental Gerontology**, Tarrytown, v. 117, n. 1, p. 53-60, mar. 2019.

NUNES, J. P. et al. Improvements in phase angle are related with muscle quality index after resistance training in older women. **Journal of Aging and Physical Activity**, Champaign, v. 27, n. 4, p. 515-520, ago. 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**, Berlin, v. 33, n. 4, p. 1071-1078, abr. 2021.

ORSATTI, F. L. et al. Association between anthropometric indicators of body fat and metabolic risk markers in post-menopausal women. **Gynecological Endocrinology**, London, v. 26, n. 1, p. 16-22, jan. 2010.

PEARSON, T. A. et al. Markers of inflammation and cardiovascular disease: application to clinical and public health practice: a statement for healthcare professionals from the Centers for Disease Control and Prevention and the American Heart Association. **Circulation**, Hagerstown, v. 107, n. 3, p. 499-511, jan. 2003.

PFEILSCHIFTER, J. et al. Changes in proinflammatory cytokine activity after menopause. **Endocrine Reviews**, New York, v. 23, n. 1, p. 90-119, fev. 2002.

RANTANEN, T. Muscle strength, disability and mortality. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, Copenhagen, v. 13, n. 1, p. 3-8, fev. 2003.

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

RODRIGUES, I. B. et al. Facilitators and barriers to exercise adherence in patients with osteopenia and osteoporosis: a systematic review. **Osteoporosis International**, London, v. 28, n. 3, p. 735-745, mar. 2017.

SAEEDI, P. et al. Global and regional diabetes prevalence estimates for 2019 and projections for 2030 and 2045: results from the International Diabetes Federation Diabetes Atlas. **Diabetes Research and Clinical Practice**, Limerick, v. 157, n. 1, p. 107843, nov. 2019.

SEALS, D. R.; JUSTICE, J. N.; LAROCCA, T. J. Physiological geroscience: targeting function to increase healthspan and achieve optimal longevity. **The Journal of Physiology**, London, v. 594, n. 8, p. 2001-2024, abr. 2016.

STRAIGHT, C. R.; BRADY, A. O.; EVANS, E. Sex-specific relationships of physical activity, body composition, and muscle quality with lower-extremity physical function in older men and women. **Menopause**, Hagerstown, v. 22, n. 3, p. 297-303, mar. 2015.

SUETTA, C. et al. The Copenhagen Sarcopenia Study: lean mass, strength, power, and physical function in a Danish cohort aged 20–93 years. **Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle**, Berlin, v. 10, n. 6, p. 1316-1329, dez. 2019.

TORAMAN, F.; ŞAHİN, G. Age responses to multicomponent training programme in older adults. **Disability and Rehabilitation**, Abingdon, v. 26, n. 8, p. 448-454, abr. 2004.

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

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks.** 2009. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44203>. Acesso em: 08 jul. 2021.

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

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

ZHANG, C. et al. Abdominal obesity and the risk of all-cause, cardiovascular, and cancer mortality. **Circulation**, Hagerstown, v. 117, n. 13, p. 1658-1667, abr. 2008.

## APÊNDICES

## APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

**Termo de Consentimento Livre e Esclarecido****Título da pesquisa:****“IMPACTO DE DIFERENTES FREQUÊNCIAS SEMANAIS AO TREINAMENTO COM PESOS EM MULHERES IDOSAS”**

Prezada Senhora:

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

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

Gostaríamos de esclarecer que a participação é totalmente voluntária. A participante pode recusar-se a participar/desistir a qualquer momento sem sofrer prejuízo algum. As informações serão utilizadas somente para fins de pesquisa e todos os documentos e amostras utilizados serão identificados por um código numérico sem identificação nominal para preservar a identidade da

participante. Lembramos que não será cobrada taxa alguma por estas avaliações. Da mesma forma, não será paga quantia alguma as participantes.

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

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

Londrina, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2012.

**Pesquisador Responsável:** \_\_\_\_\_

**RG:** \_\_\_\_\_

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

Assinatura (ou impressão dactiloscópica): \_\_\_\_\_

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

**Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**  
**“Efeito da suplementação de Whey Protein associado ao treinamento com pesos em mulheres idosas”**

Prezado(a) Senhor(a):

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

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

Esclarecemos, também, que suas informações serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a sua identidade. Após as análises do estudo todo material sanguíneo coletado será descartado. Esclarecemos ainda, que você não pagará e nem será remunerado(a) por sua participação. Garantimos, no entanto, que todas as despesas decorrentes da pesquisa serão ressarcidas, quando

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

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

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

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

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

Londrina, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 201 \_\_\_\_.

**Pesquisador Responsável:** \_\_\_\_\_

**RG:** \_\_\_\_\_

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

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

Assinatura (ou impressão dactiloscópica): \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

### **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**

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

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

Sua participação é muito importante e ela se daria da seguinte forma:

(1) Programa de treinamento com pesos com duração de 12 semanas, a ser realizado as segundas, quartas e sextas no período matutino no CEFE com duração de 1 (uma) hora;

(2) Preenchimento de questionários sobre prática de atividades físicas, hábitos alimentares e fumo no Laboratório do GEPEMENE com duração de 5 (cinco) minutos cada questionário;

(3) Medidas de peso, estatura com uma balança (Balmak, Laboratory Equipment Labstore, Curitiba, Paraná, Brasil), e pressão arterial (Aparelho Medidor de Pressão De Braço Digital Automático Omron HEM-7113) serão realizadas no Laboratório do GEPEMENE com duração de 15 (quinze) minutos para todas as avaliações;

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

(5) Avaliação das estruturas do joelho (ligamentos, cartilagens e gordura) através de ressonância magnética, 1.5-T (Ingenia; Philips), teste com duração de aproximadamente 20 minutos, que será feita no Laboratório da Ultramed, as participantes terão transporte gratuito para o deslocamento caso precisarem, o avaliado terá que retirar todos os objetos metálicos que traz

consigo, designadamente, relógio e acessórios. Seguidamente, é posicionado em decúbito dorsal (“barriga para cima”) na mesa que deslizará para o interior do aparelho de ressonância magnética, dando-se início ao exame (procedimento indolor e sem qualquer tipo de risco);

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

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

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

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

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

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

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

Esclarecemos ainda, que você não pagará e nem será remunerado(a) por sua participação. Garantimos, no entanto, que todas as despesas decorrentes da pesquisa, incluindo custo de

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

Os benefícios esperados são favorecer a melhoria da saúde e qualidade de vida de indivíduos adultos idosos por meio da prática de treinamento e associação com aspectos nutricionais, além de possibilitar a melhoria de parâmetros morfológicos, neuromusculares e metabólicos dos participantes.

Quanto aos riscos:

a) Desconfortos na coleta sanguínea poderá ocorrer, no entanto a equipe que prestará o serviço acolherá e fará os procedimentos corretos para tal desconforto; b) Cansaço durante os testes físicos poderá ocorrer, diante deste fato a participante poderá imediatamente interromper o teste e será acolhida pela equipe de pesquisa; c) É possível também que alguns grupamentos musculares exigidos nos testes de esforço fiquem doloridos entre 24 e 48 horas após a realização dos mesmos, se ocorrer a participante será examinada pelo médico responsável e se necessário prescrito uma medicação para alívio da dor.

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

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

Caso você tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos poderá nos contatar Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino, Rodovia Celso Garcia Cid, km 380 - Campus Universitário CEP 86057-970 - Londrina/PR no Laboratório de Metabolismo, Nutrição e Exercício, localizado no Centro de Educação Física e Esporte, da Universidade Estadual de Londrina, pelo telefone (43) 3371-4772 / 9139-4509, ou procurar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina, situado junto ao LABESC – Laboratório Escola, no Campus

Universitário, telefone 3371-5455, e-mail: cep268@uel.br. Este termo deverá ser preenchido em duas vias de igual teor, sendo uma delas devidamente preenchida, assinada e entregue à você.

Londrina, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2019.

**Pesquisador Responsável:** Edilson Serpeloni Cyrino

**RG:** 1545198-2

**Pesquisador auxiliar – 1:** Paulo Sugihara Junior

**RG:** 8042997-5

**Pesquisador auxiliar – 2:** Rodrigo dos Reis Fernandes

**RG:** 6603867-0

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

**Assinatura (ou impressão dactiloscópica):** \_\_\_\_\_

**Data:** \_\_\_\_\_

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

## **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**

### **Título da pesquisa:**

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

Prezada Senhora:

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

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

Gostaríamos de esclarecer que a participação é totalmente voluntária. A participante pode recusar-se a participar/desistir a qualquer momento sem sofrer prejuízo algum. As informações serão utilizadas somente para fins de pesquisa e todos os documentos e amostras utilizados serão identificados por um código numérico sem identificação nominal para preservar a identidade da

participante. Lembramos que não será cobrada taxa alguma por estas avaliações. Da mesma forma, não será paga quantia alguma as participantes. Adicionalmente, comprometemo-nos a respeitar as determinações previstas na Lei 10.741 de 2003 – Estatuto do Idoso, que resguardam os direitos e a proteção às pessoas idosas, em especial ao respeito, dignidade e integridade física, emocional, social e afetiva.

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

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

Londrina, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2015.

**Pesquisador Responsável:** \_\_\_\_\_

**RG:** \_\_\_\_\_

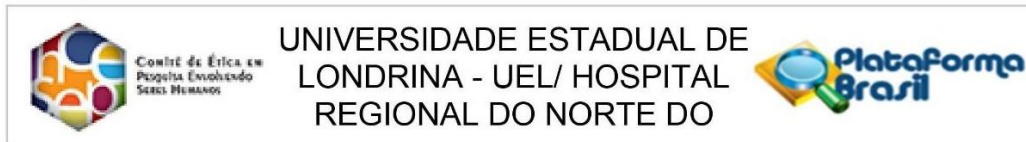
Eu, \_\_\_\_\_ (nome por extenso do sujeito de pesquisa), tendo sido devidamente esclarecido sobre os procedimentos da pesquisa, concordo em participar voluntariamente da pesquisa descrita acima.

**Assinatura (ou impressão dactiloscópica):** \_\_\_\_\_

**Data:** \_\_\_\_\_

## ANEXOS

## ANEXO A – Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos



**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

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

**Pesquisador:** EDILSON SERPELONI CYRINO

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 48815515.0.0000.5231

**Instituição Proponente:** CEFE - Departamento de Educação Física

**Patrocinador Principal:** MINISTERIO DA CIENCIA, TECNOLOGIA E INOVACAO

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 1.306.507

**Apresentação do Projeto:**

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

**Endereço:** LABESC - Sala 14

**Bairro:** Campus Universitário

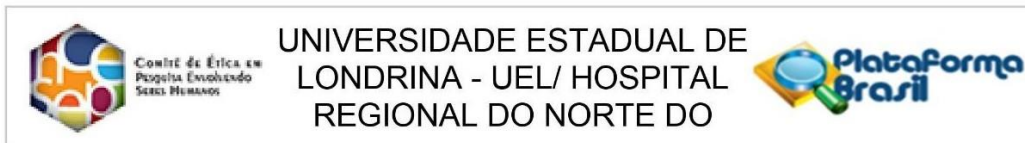
**UF:** PR

**Telefone:** (43)3371-5455

**Município:** LONDRINA

**CEP:** 86.057-970

**E-mail:** cep268@uel.br



Continuação do Parecer: 1.306.507

qualidade de vida serão obtidos nos diferentes momentos do estudo. Resultados esperados: Considerando os riscos para a saúde associados ao comportamento sedentário e os possíveis benefícios do treinamento com pesos em idosos, espera-se que as informações a serem produzidas neste estudo forneçam subsídios importantes para a

saúde de mulheres idosas e que permitam uma tomada de decisão mais segura sobre a prescrição deste tipo de treinamento, a partir de diferentes frequências semanais, considerando que a falta de tempo é considerada uma das principais barreiras relatadas para a falta de adesão e aderência a prática de exercícios físicos em diferentes populações.

**Objetivo da Pesquisa:**

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

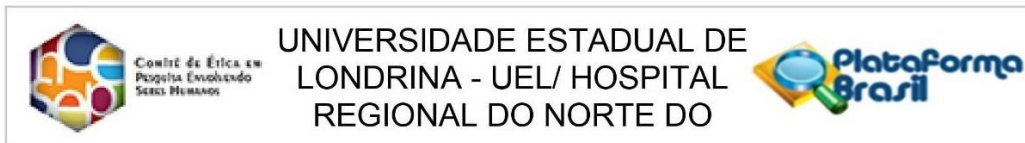
Objetivo Secundário: Estabelecer relações entre as possíveis modificações na quantidade de água corporal intracelular e a massa muscular/massa livre de gordura

induzidas pelo TP; Identificar as modificações no comportamento hemodinâmico induzidas pelo treinamento e destreinamento em idosas; Verificar possíveis modificações na força muscular e na composição corporal de forma segmentar.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

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

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



Continuação do Parecer: 1.306.507

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

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

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

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

**Recomendações:**

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

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

Não há.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Prezado (a) Pesquisador (a),

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

Coordenação CEP/UEL.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

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

**Endereço:** LABESC - Sala 14

**Bairro:** Campus Universitário

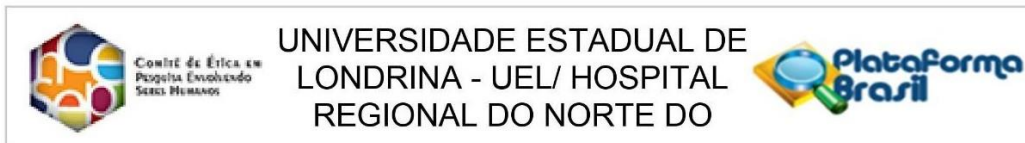
**CEP:** 86.057-970

**UF:** PR

**Município:** LONDRINA

**Telefone:** (43)3371-5455

**E-mail:** cep268@uel.br



Continuação do Parecer: 1.306.507

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

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

LONDRINA, 03 de Novembro de 2015

Assinado por:

**Alexandrina Aparecida Maciel Cardelli**  
(Coordenador)

**Endereço:** LABESC - Sala 14

**Bairro:** Campus Universitário

**UF:** PR

**Telefone:** (43)3371-5455

**CEP:** 86.057-970

**Município:** LONDRINA

**E-mail:** cep268@uel.br



Comitê de Ética em  
Pesquisa Envolvendo  
Seres Humanos

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE  
LONDRINA - UEL



## PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

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

**Pesquisador:** EDILSON SERPELONI CYRINO

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 57397116.9.0000.5231

**Instituição Proponente:** CEFE - Departamento de Educação Física

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

### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 1.700.756

#### Apresentação do Projeto:

O documento "PB\_INFORMAÇÕES\_BÁSICAS\_DO\_PROJETO\_705574.pdf" em seu item "Resumo" diz: O processo de envelhecimento tem um impacto negativo sobre diversos indicadores de saúde e qualidade de vida, sobretudo, em pessoas que adotam comportamentos sedentários. No entanto, muitos estudos vêm demonstrando a implicação da suplementação alimentar juntamente com a prática de exercício físico como uma ferramenta de combate aos efeitos do envelhecimento. **Objetivo:** Analisar o efeito da suplementação de Whey Protein associado ao treinamento com pesos por 12 semanas sobre a composição corporal, os biomarcadores sanguíneos e a força muscular em mulheres idosas. **Métodos:** Aproximadamente 60 mulheres idosas serão acompanhadas ao longo de 12 semanas em três grupos experimentais (WP-PLA: suplementação de Whey Protein pré-exercício e placebo pós-exercício; PLA-WP: placebo pré-exercício + suplementação de Whey Protein pós-exercício; PLA-PLA: placebo pré e pós-exercício). Medidas antropométricas e hemodinâmicas, composição corporal, registros alimentares, desempenho motor, bioquímica sanguínea e indicadores de qualidade de vida serão obtidos pré e pós intervenção. **Resultados esperados:** Considerando os riscos para a saúde associados ao comportamento sedentário e os possíveis benefícios do treinamento com pesos, associado a baixa ingestão proteica em idosos,

**Endereço:** LABESC - Sala 14

**Bairro:** Campus Universitário

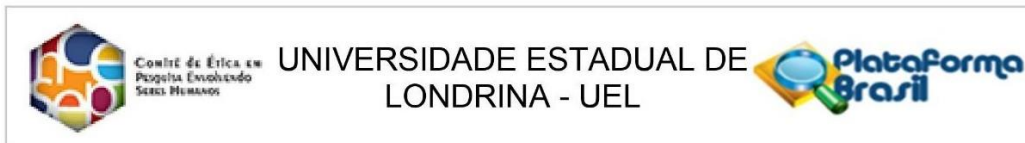
**UF:** PR

**Telefone:** (43)3371-5455

**Município:** LONDRINA

**CEP:** 86.057-970

**E-mail:** cep268@uel.br



Continuação do Parecer: 1.700.756

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

#### **Objetivo da Pesquisa:**

Objetivo Primário:

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

Objetivo Secundário:

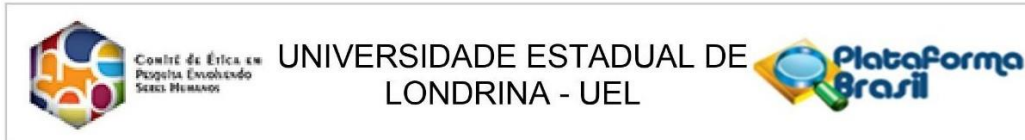
- Analisar o efeito anabólico e anticatabólico da suplementação associado ao treinamento com pesos na composição corporal e indicadores hormonais em mulheres idosas;
- Analisar o efeito da suplementação e treinamento com pesos sobre a água corporal e suas subfrações em idosas;
- Analisar o efeito do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

#### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Riscos:

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

<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> cep268@uel.br



Continuação do Parecer: 1.700.756

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

**Benefícios:**

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

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

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

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

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

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

Não se aplica.

<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> cep268@uel.br



Continuação do Parecer: 1.700.756

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Prezado (a) Pesquisador (a),

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

Coordenação CEP/UEL.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

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

**Situação do Parecer:**

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

UF: PR

Município: LONDRINA

CEP: 86.057-970

Telefone: (43)3371-5455

E-mail: cep268@uel.br



COMITÊ DE ÉTICA EM  
PESQUISA ENVOLVENDO  
SERES HUMANOS

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE  
LONDRINA - UEL



Continuação do Parecer: 1.700.756

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

LONDRINA, 29 de Agosto de 2016

---

**Assinado por:**

**Alexandrina Aparecida Maciel Cardelli  
(Coordenador)**

**Endereço:** LABESC - Sala 14

**Bairro:** Campus Universitário

**UF:** PR

**Telefone:** (43)3371-5455

**Município:** LONDRINA

**CEP:** 86.057-970

**E-mail:** cep268@uel.br



COMITÊ DE ÉTICA EM  
PESQUISA ENVOLVENDO  
SERES HUMANOS

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE  
LONDRINA - UEL



## PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

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

**Pesquisador:** EDILSON SERPELONI CYRINO

**Área Temática:**

**Versão:** 4

**CAAE:** 19137019.5.0000.5231

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

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.723.270

#### Apresentação do Projeto:

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

**Endereço:** LABESC - Sala 14

**Bairro:** Campus Universitário

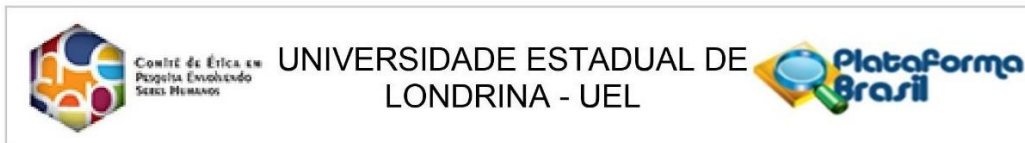
**UF:** PR

**Telefone:** (43)3371-5455

**Município:** LONDRINA

**CEP:** 86.057-970

**E-mail:** cep268@uel.br



Continuação do Parecer: 3.723.270

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

#### **Objetivo da Pesquisa:**

##### Objetivo Primário:

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

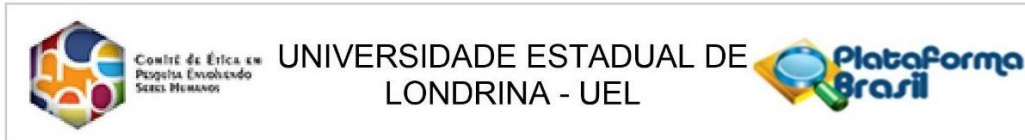
##### Objetivos Secundários:

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

#### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

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

<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> cep268@uel.br



Continuação do Parecer: 3.723.270

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

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

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Não há.

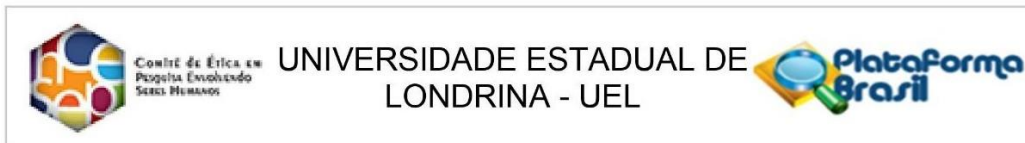
**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

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

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

- TCLE: adequado

<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> cep268@uel.br



Continuação do Parecer: 3.723.270

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

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

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

**Recomendações:**

-

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

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

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Prezado(a) Pesquisador(a),

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

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

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

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

**Endereço:** LABESC - Sala 14

**Bairro:** Campus Universitário

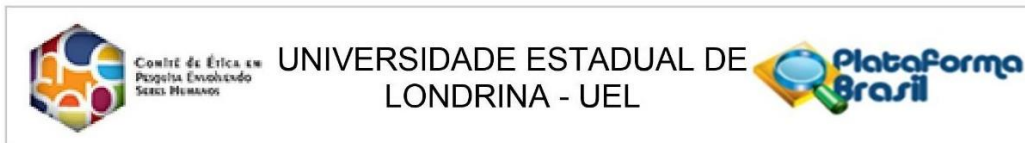
**UF:** PR

**Telefone:** (43)3371-5455

**Município:** LONDRINA

**CEP:** 86.057-970

**E-mail:** cep268@uel.br



Continuação do Parecer: 3.723.270

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

Coordenação CEP/UEL.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

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

**Situação do Parecer:**

Aprovado

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



COMITÊ DE ÉTICA EM  
PESQUISA ENVOLVENDO  
SERES HUMANOS

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE  
LONDRINA - UEL



Continuação do Parecer: 3.723.270

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

LONDRINA, 25 de Novembro de 2019

---

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

**Endereço:** LABESC - Sala 14

**Bairro:** Campus Universitário

**UF:** PR

**Telefone:** (43)3371-5455

**Município:** LONDRINA

**CEP:** 86.057-970

**E-mail:** cep268@uel.br