



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

MELISSA ANTUNES

**EFEITO DA REDUÇÃO DE VOLUME DE TREINAMENTO  
RESISTIDO SOBRE A FORÇA MUSCULAR,  
COMPOSIÇÃO CORPORAL E BIOMARCADORES  
SANGUÍNEOS EM MULHERES IDOSAS TREINADAS**

MELISSA ANTUNES

**EFEITO DA REDUÇÃO DE VOLUME DE TREINAMENTO  
RESISTIDO SOBRE A FORÇA MUSCULAR,  
COMPOSIÇÃO CORPORAL E BIOMARCADORES  
SANGUÍNEOS EM MULHERES IDOSAS TREINADAS**

Tese de Doutorado apresentado ao Programa de Pós-graduação Associado em Educação Física - UEM/UEL, como requisito para obtenção do título de Doutora em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Edilson Serpeloni  
Cyrino

Co-orientador: Prof. Dr. David Ohara

Londrina  
2018

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

Antunes, Melissa.

Efeito da redução de volume de treinamento resistido sobre a força muscular, composição corporal e biomarcadores sanguíneos em mulheres idosas treinadas / Melissa Antunes. - Londrina, 2018.

76 f. : il.

Orientador: Edilson Serpeloni Cyrino.

Coorientador: David Ohara.

Tese (Doutorado em Educação Física) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Educação Física, 2018.

Inclui bibliografia.

1. Treinamento com pesos para mulheres idosas - Tese. 2. Força muscular - Tese. 3. Marcadores biológicos - Tese. I. Cyrino, Edilson Serpeloni. II. Ohara, David. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Educação Física. IV. Título.

MELISSA ANTUNES

**EFEITO DA REDUÇÃO DE VOLUME DE TREINAMENTO  
RESISTIDO SOBRE A FORÇA MUSCULAR, COMPOSIÇÃO  
CORPORAL E BIOMARCADORES SANGUÍNEOS EM MULHERES  
IDOSAS TREINADAS**

Tese de Doutorado apresentado ao Programa de Pós-graduação Associado em Educação Física - UEM/UEL, como requisito para obtenção do título de Doutora em Educação Física.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

---

Prof. Dr. Denilson de Castro Teixeira  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

---

Prof. Dr. Marcelo Romanzini  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

---

Prof. Dr. Luís Alberto Gobbo  
Universidade Estadual Paulista – UNESP

---

Prof. Dr. Fábio Lera Orsatti  
Universidade Federal do Triângulo Mineiro –  
UFTM

Londrina, 11 de outubro de 2018.

Dedico esse trabalho a todos que,  
de alguma forma, contribuíram para  
que ele fosse concluído.

## AGRADECIMENTOS

Eu agradeço por todos os obstáculos que se apresentaram na minha vida. Posso não compreender os momentos de dificuldade, mas quando chego ao objetivo final, ao “topo da montanha”, reconheço na paisagem a lição que Ele me ensinou.

À minha família, pelo cuidado, paciência e incentivo. Mesmo distantes vocês estavam compartilhando do meu objetivo. A segurança que sentia, que me fez chegar até aqui.

Ao meu orientador, professor Dr. Edilson Serpeloni Cyrino, por ter acreditado no meu potencial e ter me proporcionado experiências acadêmicas inesquecíveis. Em meio a tantos momentos únicos, a possibilidade de realizar o estágio de doutorado sanduíche foi uma experiência não só acadêmica, mas também de vida. Obrigada por ter acreditado e confiado a mim essa oportunidade única na minha vida. Obrigada também pela paciência e atenção que me deu esse tempo todo, da forma mais elegante sempre.

Ao professor Dr. Luís B. Sardinha por me receber na Faculdade de Motricidade Humana/Lisboa/Portugal durante meu estágio de doutorado sanduíche e a todos os demais membros do Laboratório de Exercício e Saúde, pelo acolhimento e pela amizade.

À professora Dra. Analiza Mónica Silva que me recebeu com muito carinho e atenção durante meu estágio de doutorado sanduíche, que me proporcionou momentos de aprendizagem maravilhosos.

Aos membros da banca examinadora, professores exemplares que me presentearam com suas contribuições.

A todas as participantes que aceitaram participar deste projeto e não mediram esforços para estarem presentes durante todo período, que mesmo em dias de mais dificuldade, não desistiram. Muito obrigada pelo carinho e lição de vida.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação Araucária e ao Ministério da Educação pelo apoio financeiro ao projeto.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da minha bolsa de doutorado sanduíche, e demais bolsas de mestrado e doutorado para os participantes do meu projeto.

Aos integrantes do Grupo de Estudo e Pesquisa em Metabolismo, Nutrição e Exercício (GPEMENE/UEL), amigos e companheiros que de alguma forma contribuíram para que este percurso pudesse ser concluído. O comprometimento de cada um de vocês foi indispensável para meu crescimento e aprendizado. Foi um grande prazer estar entre colegas e amigos tão competentes.

Gostaria de agradecer as primeiras pessoas que me acolheram no grupo, Danilo e David, além de suas respectivas companheiras (Ketlin e Rosana), que deixaram minha chegada a UEL muito mais agradável e, também, pela convivência durante o estágio no exterior, compartilhando momentos únicos. Duas pessoas extremamente elegantes que tenho o privilégio de chamá-los de amigos!

As “meninas” Crisieli, Mariana, Hellen e Edilaine que estavam comigo em grande parte deste projeto, contribuindo para minha formação e muitas vezes compartilhando comigo momentos de desabafos em meio a conselhos e apoio moral.

As “meninas” Camila e Letícia que, cada uma a sua maneira, foram cúmplices de olhares inundados em lágrimas ou em meio a risadas de lavar a alma, e que independentemente de qualquer desses momentos, fizeram-nos dignos de serem contados no futuro.

Aos “meninos” Paolo e João que, cada um à sua maneira, foram peças fundamentais para que cada momento pudesse ser melhor, mais produtivo e mais descontraído. Ao Gabriel, por tantas vezes estar disposto a ajudar, mesmo nas maiores dificuldades.

À Dani e Witalo que, de tão excelentes pessoas que são, com pouco tempo de grupo, é como se sempre estivessem aqui conosco. Ao Witalo, obrigada pela ajuda, sempre muito educado... impecável.

À minha amiga de infância e hoje, professora Dra. Patrícia Chimin, um orgulho para mim. Ela sempre esteve ao meu lado me apoiando, criticando e

ajudando. Obrigada por poder estar tanto tempo assim, compartilhando nossas vidas.

Por fim, todos aqueles que acreditaram em mim e que se propuseram a caminhar ao meu lado. Muito obrigada!

ANTUNES, Melissa. **Efeito da redução de volume de treinamento resistido sobre a força muscular, composição corporal e biomarcadores sanguíneos em mulheres idosas treinadas.** 2018. 76 f. Tese (Doutorado em Educação Física) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi analisar o efeito de diferentes reduções no número de séries em programa de treinamento resistido (TR) sobre a força muscular, composição corporal e biomarcadores sanguíneos em mulheres idosas treinadas. Cinquenta mulheres ( $\geq 60$  anos), após serem treinadas durante 20 semanas em programa de TR composto por três séries por exercício, foram submetidas a oito semanas de treinamento em uma série (G1S = 17), duas séries (G2S = 17) ou três séries (G3S = 16). O programa de TR foi composto por oito exercícios para os diferentes segmentos que foram executados em 8-12 RM, em três sessões semanais. A composição corporal foi determinada por meio da absorptometria radiológica de dupla energia e bioimpedância multifrequencial. A força muscular foi estimada por testes de 1-RM. Glicose, colesterol total, LDL-c, HDL-c e triglicérides foram determinados em jejum. Aumentos de força muscular nos três exercícios analisados foram encontrados somente no grupo G3S ( $P < 0,05$ ). No grupo G2S incrementos de força não foram identificados apenas no exercício cadeira extensora ( $P > 0,05$ ). Aumento na carga total levantada foi a única modificação revelada na força no grupo G1S ( $P < 0,05$ ). A massa muscular, bem como a gordura por segmento, não foi modificada em nenhum dos grupos ( $P > 0,05$ ). Incrementos na água corporal total e intracelular foram identificados somente no grupo G3S ( $P < 0,05$ ), revelando interação significativa grupo vs. tempo para essas variáveis ( $P < 0,05$ ). Interações grupo vs. tempo não foram encontradas para nenhum dos biomarcadores analisados ( $P > 0,05$ ). Os resultados do presente estudo sugerem que redução do volume de três séries para uma ou duas séries durante oito semanas de intervenção parece ser suficiente para pelo menos manter os benefícios adquiridos ao longo de 20 semanas de TR com relação a força muscular, composição corporal e biomarcadores sanguíneos, em mulheres idosas treinadas.

**Palavras-chave:** Treinamento de força. Volume de exercício. Saúde da mulher.

ANTUNES, Melissa. **Effect of volume reduction of resistance training on muscle strength, body composition and blood biomarkers in trained older women.** 2018. 76 p. Thesis (Doctoral in Physical Education) - Center for Physical Education and Sport. Londrina State University, Londrina, 2018.

## ABSTRACT

The purpose of this study was to analyze the effect of different reduction the number of sets in resistance training (RT) program on muscular strength, body composition and cardiometabolics risk factors in trained older women. Fifty women ( $\geq 60$  years of age), after being trained for 20 weeks in a RT program consisting of three sets per exercise, underwent eight weeks of training in one set (G1S = 17), two sets (G2S = 17) or three sets (G3S = 16). The RT program consisted of eight exercises for different segments that were performed at 8-12 RM in three weekly sessions. Body composition was determined by means of dual energy radiological densitometry and multifrequency bioimpedance. Muscle strength was estimated by 1-RM tests. Glucose, total cholesterol, LDL-c, HDL-c, and triglycerides were determined in fasting. Increases on muscle strength in three exercises analyzed were found only in the G3S group ( $P < 0.05$ ). The G2S group strength increments were not identified only to extensor chair exercise ( $P > 0.05$ ). Increase in the total load lifted was the only modification revealed in the strength at G1S group ( $P < 0.05$ ). Muscle mass, as well as segmental fat, was not modified in any groups ( $P > 0.05$ ). Increases in total and intracellular water were identified only G3S group ( $P < 0.05$ ), revealing significant group vs. time interaction for these variables ( $P < 0.05$ ). Group vs. time interactions were not found for any of the analyzed biomarkers ( $P > 0.05$ ). The results of the present study suggest that reducing the volume of three sets for one or two sets over eight weeks of intervention appears to be sufficient to at least maintain the benefits gained over the course of 20 weeks of RT regarding muscle strength, body composition and biomarkers in trained elderly women.

**Keywords:** Strength training. Training volume. Women's health.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Modelo de curva em forma de "U" invertido para a relação dose-resposta entre volume de TR e resposta hipertrófica.....	26
<b>Figura 2</b> – Delineamento experimental.....	33
<b>Figura 3</b> – Fluxograma do estudo.....	35
<b>Figura 4</b> – Força muscular de mulheres idosas não-treinadas, antes e após 20 semanas de treinamento resistido.....	42
<b>Figura 5</b> – Massa muscular esquelética (MME) de mulheres idosas não-treinadas, antes e após 20 semanas de treinamento resistido. ....	42
<b>Figura 6</b> – Carga total ao longo de 24 sessões de treinamento resistido em mulheres idosas treinadas. ....	44
<b>Figura 7</b> – Força muscular de mulheres idosas treinadas, antes e após oito semanas de treinamento resistido, de acordo com o grupo experimental.....	45
<b>Figura 8</b> – Massa muscular esquelética de mulheres idosas treinadas, antes e após oito semanas de treinamento resistido, de acordo com o grupo experimental.....	46
<b>Figura 9</b> – Gordura corporal andróide (GA) e ginóide (GG) de mulheres idosas treinadas, antes e após oito semanas de treinamento resistido, de acordo com o grupo experimental.....	48
<b>Figura 10</b> – Valores de resistência, reactância e ângulo de fase encontrados em mulheres idosas treinadas, antes e após oito semanas de treinamento resistido, de acordo com o grupo experimental.....	50
<b>Figura 11</b> – Concentrações de glicose em mulheres idosas treinadas, antes e após oito semanas de treinamento resistido, de acordo com o grupo experimental.....	51

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Características gerais das participantes na linha de base antes e após 20 semanas de intervenção (n = 72).....	41
<b>Tabela 2</b> – Características gerais das participantes, de acordo com o grupo experimental, no momento inicial da intervenção 2 (n = 59).....	43
<b>Tabela 3</b> – Gordura corporal relativa e nos diferentes segmentos corporais de mulheres idosas treinadas, antes e após oito semanas de treinamento resistido, de acordo com o grupo experimental.....	47
<b>Tabela 4</b> – Água corporal total (ACT) e suas frações intracelular (ACI) e extracelular (ACE) de mulheres idosas treinadas, antes e após oito semanas de treinamento resistido, de acordo com o grupo experimental.....	49
<b>Tabela 5</b> – Perfil lipídico de mulheres idosas treinadas, antes e após oito semanas de treinamento resistido, de acordo com o grupo experimental.....	52

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CCI	Coeficiente de correlação intraclasse
CTL	Carga total levantada
CT	Colesterol total
DXA	Absortometria radiológica de dupla energia
G1S	Grupo uma série
G2S	Grupo duas séries
G3S	Grupo três séries
HDL-c	Lipoproteínas de alta densidade
IMC	Índice de massa corporal
LDL-c	Lipoproteínas de baixa densidade
MIGO	Massa isenta de gordura e osso
MI	Membros inferiores
MME	Massa muscular esquelética
MS	Membros superiores
RM	Repetição máxima
TE	Tamanho de efeito
TR	Treinamento resistido

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	18
2.1	TREINAMENTO RESISTIDO.....	18
2.2	VOLUME DE TREINAMENTO RESISTIDO E FORÇA MUSCULAR.....	18
2.3	VOLUME DE TREINAMENTO RESISTIDO E COMPOSIÇÃO CORPORAL .....	23
2.4	VOLUME DE TREINAMENTO RESISTIDO E BIOMARCADORES SANGUÍNEOS.....	29
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	31
3.1	OBJETIVO GERAL.....	31
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	31
<b>4</b>	<b>MÉTODOS</b> .....	32
4.1	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL .....	32
4.2	PARTICIPANTES .....	34
4.3	CÁLCULO DO TAMANHO AMOSTRAL .....	34
4.4	ANTROPOMETRIA .....	35
4.5	COMPOSIÇÃO CORPORAL .....	36
4.6	FORÇA MUSCULAR.....	37
4.7	BIOMARCADORES SANGUÍNEOS.....	38
4.8	PROGRAMA DE TREINAMENTO RESISTIDO .....	39
4.9	TRATAMENTO ESTATÍSTICO.....	40
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	41
5.1	PERÍODO DE INTERVENÇÃO 1 .....	41
5.2	PERÍODO DE INTERVENÇÃO 2.....	43
5.2.1	Cargas de Treinamento.....	43
5.2.2	Força Muscular.....	44
5.2.3	Composição Corporal.....	45
5.2.4	Biomarcadores Sanguíneos .....	51
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	53

<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>58</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>59</b>
	<b>APÊNDICE</b> .....	<b>68</b>
	APÊNDICE A – Entrevista – Projeto Idosas .....	<b>69</b>
	APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido .....	<b>72</b>
	<b>ANEXO</b> .....	<b>75</b>
	ANEXO A – Carta de Aprovação do Projeto pelo Comitê de Ética.....	<b>76</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O treinamento resistido (TR) tem sido considerado ao longo das últimas décadas um dos principais tipos de treinamento físico para diversas populações (adolescentes obesos, adultos jovens e de meia-idade, idosos, portadores de doenças crônico-degenerativas, atletas, entre outras), com aplicações profiláticas (CONCEIÇÃO et al., 2013; CUNHA et al., 2018c; DOS SANTOS et al., 2016; GERAGE et al., 2013; HUOVINEN et al., 2016; NUNES et al., 2016; RIBEIRO et al., 2015c, 2015d, 2016b; SCHIAVONI et al., 2007; SILVA et al., 2017; SOUZA et al., 2017; TAAFFE et al., 2009; TRAPPE et al., 2002; TURPELA et al., 2017) e terapêuticas (AHN; KIM, 2016; CUNHA et al., 2018b; PADILHA et al., 2015a; TOMELERI et al., 2016, 2018), para a melhoria da estética corporal (NUNES et al., 2017a; RIBEIRO et al., 2015c; SCHOENFELD et al., 2015a, 2016) e com finalidades competitivas (CYRINO et al., 2008; RIBEIRO et al., 2015c).

Entretanto, o sucesso desse tipo de intervenção é dependente de uma adequada relação volume/intensidade que pode ser modulada pela manipulação das variáveis que compõem os programas de treinamento, a saber: exercícios escolhidos (SCHIAVONI et al., 2007), ordem de execução (TOMELERI et al., 2017), número de séries (BAZ-VALLE; FONTES-VILLALBA; SANTOS-CONCEJERO, 2018; BORDE; HORTOBÁGYI; GRANACHER, 2015; CINTINEO et al., 2018; CUNHA et al., 2018a, 2018b, 2018c; GALVÃO; TAAFE, 2005; KEMMLER et al., 2004; KRIEGER, 2010; LINS-FILHO et al., 2012; MARSHALL; MCEWEN; ROBBINS, 2011; MOOKERJEE; WELIKONICH; RATAMESS, 2016; NUNES et al., 2017b; RADAELLI et al., 2013; RALSTON et al., 2017; RHEA; ALVAR; BURKETT, 2002; RIBEIRO et al. 2015b; SCHOENFELD et al., 2014) e repetições (BAZ-VALLE; FONTES-VILLALBA; SANTOS-CONCEJERO, 2018; SCHOENFELD et al., 2014), carga (SCHOENFELD et al., 2015a, 2016, 2017c), velocidade de execução ou tempo sob tensão (CINTINEO et al., 2018; GURJÃO et al., 2012), intervalos de recuperação entre séries e exercícios (BARQUILHA et al., 2013; FARAH et al., 2012; GRGIC et al., 2017, 2018b; HADDOCK et al., 2006; SCHOENFELD et al., 2014), frequência semanal (ARAZI; ASADI, 2011; BAZ-VALLE; FONTES-VILLALBA; SANTOS-CONCEJERO, 2018; BENTON et al., 2011; BICKEL et al., 2011; DIFRANCISCO-DONOGHUE et al., 2017; GENTIL et al., 2015; GOMES et al., 2018; GRGIC et al., 2018a; IVEY et al., 2000; PADILHA

et al., 2015b; RHEA; ALVAR; BURKETT, 2003; RIBEIRO et al., 2015c; SCHOENFELD et al., 2015b; SILVA et al., 2017; TURPELA et al. 2017) e sistemas de treinamento (RIBEIRO et al., 2016, 2017)

A manipulação do número de séries, especificamente, pode ser fundamental para o sucesso de um programa de TR, uma vez que pode resultar em um maior ou menor volume total de treinamento (BORDE; HORTOBÁGYI; GRANACHER, 2015; SCHOENFELD; GRGIC, 2017), além de proporcionar sessões de treinamento mais ou menos intensas, em virtude da utilização de cargas leves, moderadas ou pesadas (FARAH et al., 2012; LINS-FILHO et al., 2012; RIBEIRO et al., 2015a). Logo, se a utilização de uma única série por exercício permite a utilização de diferentes percentuais de uma repetição máxima (1-RM), tais como 30, 50, 70, 85 ou até mesmo 100% de 1-RM (CUNHA et al., 2018a; SCHOENFELD et al., 2015a), por outro lado a utilização de séries múltiplas (duas ou mais) limita a manutenção do desempenho entre as séries (CUNHA et al., 2018a; RIBEIRO et al., 2015d; SCHOENFELD et al., 2015a), sobretudo, quando a sessão de TR é realizada com intensidades moderada ou alta (superior a 60% de 1-RM) e com intervalos de recuperação mais curtos entre as séries, ou seja, inferiores a cinco minutos (BARQUILHA et al., 2013; BORDE; HORTOBÁGYI; GRANACHER, 2015; GRGIC et al., 2017, 2018b).

A maioria dos estudos disponíveis na literatura sobre o impacto da utilização de séries simples e séries múltiplas tem adotado amostras compostas por adultos jovens do sexo masculino treinados (BAZ-VALLE; FONTES-VILLALBA; SANTOS-CONCEJERO, 2018; GOMES et al., 2018; RIBEIRO et al., 2015b; SCHOENFELD et al., 2015b) ou não-treinados (ARAZI et al., 2011; GENTIL et al., 2015; MARSHALL; MCEWEN; ROBBINS, 2011), bem como adultos de meia idade ou idosos não-treinados (BENTON et al., 2011; DIFRANCISCO-DONOGHUE et al., 2007; FERNÁNDEZ-LEZAUN et al., 2017). Portanto, as informações produzidas por esses estudos não devem ser extrapoladas para outras populações, visto que: (1) adultos jovens, em geral, possuem maiores níveis de força e massa muscular esquelética (MME) do que adultos de meia-idade (BICKEL; CROSS; BAMMAN, 2011; KOSEK et al., 2006) ou idosos (BICKEL; CROSS; BAMMAN, 2011); (2) indivíduos não-treinados são mais susceptíveis à adaptações de maiores magnitudes do que indivíduos treinados (RIBEIRO et al., 2015d), em períodos relativamente curtos de

intervenção (até 12 semanas) (PINTO et al., 2014); (3) homens possuem maiores níveis de força e MME (FRONTERA et al., 2000b), maiores concentrações de hormônios anabólicos (CINTINEO et al., 2018), menor adiposidade (ROETERS et al., 2002) e maior densidade mineral óssea do que mulheres (NGUYEN; NGUYEN; NGUYEN, 2018).

Os estudos comparativos entre séries simples e séries múltiplas têm revelado adaptações relativamente semelhantes (CUNHA et al., 2018a, 2018c; GALVÃO; TAAFFE, 2005), fato esse que pode beneficiar praticantes que possuem pouca disponibilidade de tempo para a execução das sessões de treinamento, sujeitos sob condições especiais (por exemplo: usuários de dietas restritivas e indivíduos com fragilidades mio-osteo-articulares), atletas em atletas em fases pré-competitivas, entre outros. Por outro lado, a utilização de séries simples e séries múltiplas em idosos treinados merece ser investigada, uma vez que a importância da prática regular de exercícios físicos ao longo dos diferentes ciclos da vida para um envelhecimento mais saudável, com maior qualidade de vida e com melhores perspectivas de longevidade, tem sido defendida pela comunidade científica (WESTCOTT, 2012), o que provavelmente implicará no aumento do tempo de permanência, sobretudo, de idosos em programas de TR.

Nesse sentido, de acordo com o nosso conhecimento, apesar de existirem algumas investigações recentes sobre o impacto da utilização de séries simples e séries múltiplas em idosos não-treinados (CUNHA et al., 2018a, 2018b, 2018c; RIBEIRO et al., 2015b), de modo que nenhum estudo até o presente momento analisou tal fenômeno em idosos treinados. Adicionalmente, embora existam algumas investigações sobre o efeito do destreinamento após TR em idosos (CORREA et al., 2016; PADILHA et al., 2015b), pouco se sabe sobre o impacto da redução do volume de treinamento induzido pela redução do número de séries por exercício.

Entre os indivíduos idosos, as mulheres são aquelas que provavelmente mais se beneficiem da prática regular de TR, uma vez que tendem a sofrer mais com os efeitos deletérios do envelhecimento, visto que desde a fase adulta possuem força muscular mais baixa (MILLER et al., 1993), menor quantidade de massa muscular (CUNHA et al., 2018b), menor proporção de fibras de contração rápida (SCHANTZ et al., 1983), maior adiposidade corporal (FORTALEZA et al., 2014), menor densidade e conteúdo mineral ósseo (NUNES

et al., 2017b), menor hidratação total e intracelular (RIBEIRO et al., 2014) do que homens de mesma faixa etária. Tais diferenças persistem ao longo da vida ou se reduzem discretamente (MALTAIS; DESROCHES; DIONNE, 2009), expondo o sexo feminino a um maior risco para o desenvolvimento de diversas doenças crônico-degenerativas, perda da autonomia, redução da autoestima, ansiedade e depressão.

Considerando que com o avanço das sessões de TR a utilização de altos volumes de treinamento não é facilmente sustentável por períodos prolongados, uma estratégia a ser mais bem investigada parece ser a redução do volume, com ou sem um suposto aumento da intensidade. Nesse sentido, Bickel et al. (2011) reportaram que uma diminuição de aproximadamente 65% no volume de treinamento parece ser suficiente para a manutenção e, em alguns casos, até mesmo para o aumento contínuo da massa muscular. No entanto, isso parece ser dependente da idade, uma vez que idosos parecem necessitar de uma maior dose de volume do que os jovens, em particular, para a manutenção da hipertrofia miofibrilar (BICKEL; CROSS; BAMMAN, 2011; RALSTON et al., 2017).

Portanto, a nossa hipótese é que, em mulheres idosas treinadas, um protocolo de TR de menor volume (séries simples ou somente duas séries) proporcionará maior intensidade e, conseqüentemente, permitirá a manutenção, pelo menos em parte, dos benefícios adquiridos anteriormente a partir do treinamento com maior volume (três séries).

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 TREINAMENTO RESISTIDO

O TR é considerado um dos principais tipos de treinamento para diferentes populações, uma vez que pode gerar importantes adaptações neuromusculares (PETERSON et al., 2010; RIBEIRO et al., 2015b; SOUZA et al., 2017), morfológicas (RIBEIRO et al., 2015a), metabólicas (TOMELERI et al., 2018), fisiológicas (GERAGE et al., 2013; SCHIAVONI et al., 2007) que podem ter ampla aplicação para a estética (NUNES et al., 2017a; RIBEIRO et al., 2015c), prevenção de doenças (DOS SANTOS et al., 2016), reabilitação da saúde (PETERSON et al., 2010) e para o desempenho atlético (CYRINO et al., 2008; RIBEIRO et al., 2015c), de forma segura. Nesse sentido, diferentes manipulações das variáveis que determinam o volume (CUNHA et al., 2018a, 2018b) e a intensidade (RIBEIRO et al., 2015a) do TR têm sido frequentemente analisadas na tentativa de oferecer ao praticante uma melhor relação custo-benefício.

Considerando que o número de séries por exercício pode afetar tanto o volume quanto a intensidade do TR (BORDE; HORTOBÁGYI; GRANACHER, 2015; SCHOENFELD; GRGIC, 2017), proporcionando uma maior sobrecarga mecânica ou metabólica (FARAH et al., 2012; PADILHA et al., 2015a), é possível que diferentes manipulações dessa variável, especificamente, possam resultar em maior ou menor dano muscular (SCHOENFELD, 2012) e, conseqüentemente, modificar a síntese proteica (WITARD et al., 2014), influenciar a hipertrofia muscular (NUNES et al., 2017a) e a capacidade de geração de força (NUNES et al., 2016), entre outras importantes adaptações associadas a esse tipo de treinamento. Assim, procuraremos discutir na seqüência aspectos relacionados a manipulação do volume do TR sobre a força muscular, composição corporal e biomarcadores sanguíneos.

### 2.2 VOLUME DO TREINAMENTO RESISTIDO E FORÇA MUSCULAR

A prática do TR pode afetar a capacidade de geração de força muscular (PETERSON et al., 2010; RIBEIRO et al., 2015b; SOUZA et al., 2017),

contribuindo para a melhoria da capacidade funcional (PETERSON et al., 2010). Desse modo, atualmente, existe na literatura um grande número de meta-análises e revisões de literatura que investigaram a dose-resposta do volume/intensidade do TR (BAZ-VALLE; FONTES-VILLALBA; SANTOS-CONCEJERO, 2018; BORDE; HORTOBÁGYI; GRANACHER, 2015; GRGIC et al., 2017, 2018a; KRIEGER, 2010; PETERSON et al., 2010; RALSTON et al., 2017; SCHOENFELD et al., 2018). Muitos desses estudos indicam que o aumento do volume de TR se correlaciona com maiores ganhos de força e hipertrofia.

O volume de TR pode ser expresso de várias maneiras, tais como pelo número de exercícios do programa de treinamento, número de séries realizadas para cada exercício, o número de repetições executadas por exercício, pela duração total do treinamento e frequência semanal (SCHOENFELD; GRGIC, 2017). Dentre essas variáveis que compõem o volume de TR, a frequência semanal ao treinamento e o número de séries realizadas por exercício têm sido as variáveis mais frequentemente investigadas pela literatura (CUNHA et al., 2018a, 2018b, 2018c; PADILHA et al., 2015b; RIBEIRO et al., 2015c, 2015b; SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2017; SCHOENFELD et al., 2018).

Adicionalmente, a maioria das investigações sobre volume de TR tem utilizado amostras compostas por adultos jovens e idosos, com níveis de treinamento diferentes, cujas respostas aos programas de TR são bastante peculiares, uma vez que a maioria dos ganhos de força inicial em sujeitos não treinados parece ser desencadeado predominantemente por adaptações neurais (MORITANI; DEVRIES, 1979). Em indivíduos treinados ou atletas, provavelmente, as respostas não sejam as mesmas.

Nesse sentido, Ribeiro et al. (2015) compararam o impacto de duas frequências diferentes (quatro e seis vezes por semana) de TR, em atletas brasileiros de elite de culturismo submetidos a uma rotina de treinamento parcelada em duas e três programações distintas, contudo, com volume equalizado pelo número de exercícios, séries e repetições. Após quatro semanas de treinamento, foram encontrados aumentos relativamente semelhantes na força muscular ( $G4X = +8,4\%$  e  $G6X = +11,4\%$ ), sem diferenças entre os grupos ( $P > 0,05$ ). Entretanto, o pequeno tamanho da amostra (10 atletas), a curta duração do estudo (quatro semanas), e o controle limitado sobre o uso de esteroides anabolizantes dificulta uma análise mais consistente dos resultados.

Por outro lado, Carneiro et al. (2015) analisaram os efeitos de duas frequências semanais (2X vs. 3X) durante 12 semanas de TR sobre a força muscular de mulheres idosas. Cinquenta e cinco mulheres (> 60 anos), após serem alocadas em dois grupos (G2X, n = 28; G3X, n = 25), realizaram um programa de TR de corpo inteiro com oito exercícios executados em uma série de 10-15 RM. A evolução significativa da força muscular, determinada pela variação das cargas semanais de treino, foi similar na comparação entre os grupos (G2X = 88%; G3X = 92%).

De forma similar, Padilha et al. (2015b) investigaram a influência da frequência semanal em um programa de TR durante 12 semanas, seguido de subsequente destreino por igual período sobre a força muscular em mulheres idosas. Vinte e sete mulheres fisicamente independente (> 60 anos) foram alocadas em dois grupos de acordo com a frequência no TR. Um grupo realizava duas sessões semanais (G2X, n = 13), enquanto outro realizava três sessões semanais (G3X, n = 14). Após as 12 semanas de treinamento, o grupo G3X apresentou ganhos superiores em relação ao G2X no desempenho em testes de 1-RM do supino horizontal (G2X = 12%; G3X = 28%), enquanto que aumentos de similar magnitude foram identificados na cadeira extensora (G2X = 18%; G3X = 17%) e na rosca bíceps (G2X = 38%; G3X = 37%). Após as 12 semanas subsequentes de destreino, foram observadas reduções médias similares entre os grupos (G2X = -15%; G3X = -14%), de modo que o desempenho foi significativamente inferior em relação a última medida (pós-treinamento). Entretanto os valores não foram reduzidos de forma que se iguallassem à condição inicial (pré-treinamento). Os resultados revelaram que o TR realizado em duas ou três sessões semanais parece promover ganhos similares de força, pelo menos nos períodos iniciais.

Mais recentemente, Silva et al. (2017) analisaram o efeito do TR em duas frequências semanais na força muscular de mulheres idosas após 24 semanas de TR. Trinta mulheres foram submetidas ao programa de TR, no qual nas primeiras 12 semanas realizavam uma série de 10-15 RM por exercício e na segunda fase (semanas 13-24) realizavam duas séries com mesmo número de repetições em cada um dos oito exercícios. As participantes foram divididas em dois grupos: um grupo que realizava TR duas vezes por semana (G2X, n = 17), e outro grupo que realizava TR três vezes por semana (G3X, n = 13). Os resultados

indicaram ganhos de força similares após as 24 semanas para ambos grupos (G2X = 17% vs. G3X = 19%).

Apesar dos achados dos estudos anteriores sugerirem uma similaridade nas respostas a diferentes frequências de TR, algumas investigações reportaram uma relação direta entre altos volumes de TR e maiores ganhos de força em indivíduos não-treinados, independentemente da idade ou sexo (BAZ-VALLE; FONTES-VILLALBA; SANTOS-CONCEJERO, 2018; KRIEGER, 2010; RALSTON et al., 2017). Por outro lado, em indivíduos treinados a relação pode não ocorrer da mesma forma. Neste sentido, Marshall et al. (2011) conduziram uma investigação com uma amostra mista formada por participantes treinados e não-treinados e revelaram que apesar do maior volume ser indicativo de maiores ganhos de força em indivíduos não-treinados, o mesmo fenômeno não se confirmou nos treinados.

Na comparação entre os sexos e idades, Grgic et al. (2018a), mediante um estudo de meta-análise, sugeriram que provavelmente um volume maior de sessões de treinamento semanal para as mulheres resulte em melhores resultados quando comparado aos homens. Adicionalmente, em idosos o aumento do volume de treino não resultou em melhores respostas adaptativas, de modo diferente do verificado em jovens.

Com relação a utilização de séries simples e múltiplas diversos estudos têm sido discutidos por meio de revisões narrativas e sistemáticas com meta-análise (BICKEL; CROSS; BAMMAN, 2011; PETERSON et al., 2010; RALSTON et al., 2017; RHEA et al., 2003). Em suma, as respostas encontradas nas comparações entre séries simples e múltiplas são bastante similares. Infelizmente, grande parte dos estudos foram realizados com amostras pequenas, reduzindo demasiadamente o poder estatístico e dificultando uma análise mais consistente dos resultados (RHEA; ALVAR; BURKETT, 2003).

Nesse sentido, Araújo et al. (2006) contrastaram o efeito da realização de uma e três séries sobre a força muscular em 19 mulheres adultas jovens não-treinadas. O treinamento foi realizado durante oito semanas, com frequência de três vezes por semana. As participantes foram acompanhadas por mais 10 semanas de destreinamento. Não foram encontradas diferenças ( $P > 0,05$ ) entre os grupos que realizaram séries simples e séries múltiplas, embora o TR tenha acarretado aumentos significantes de força muscular que se mantiveram

relativamente estáveis mesmo com 10 semanas de destreinamento. O reduzido número de exercícios que compuseram o programa de TR, bem com o pequeno número de participantes por grupo diminui a validade ecológica e compromete o poder estatístico das análises.

Radaelli et al. (2013) relataram aumentos similares na força e espessura muscular entre protocolos de uma e três séries em um grupo de mulheres idosas saudáveis ao longo de 13 semanas de TR. Outro trabalho conduzido pelo mesmo grupo de investigação avaliou as adaptações musculares entre uma e três séries em programas de TR com duração de 6, 13 e 20 semanas. Os resultados indicaram aumento na força e espessura muscular de membros inferiores (MI) para o treinamento de maior volume quando comparado ao de baixo volume, somente após 20 semanas de TR. Vale destacar que esses estudos foram conduzidos com amostras de idosos não-treinados.

Recentemente, Cunha et al. (2018a) em investigação comparando 12 semanas de TR em séries simples e múltiplas em mulheres idosas não-treinadas encontraram ganhos similares de força muscular de membros superiores (G1S =  $17,5 \pm 2,8$  kg vs.  $23,9 \pm 4,0$  kg; G3S =  $17,9 \pm 3,2$  kg vs.  $22,8 \pm 3,7$  kg) e membros inferiores (G1S =  $47,2 \pm 10,9$  kg vs.  $54,9 \pm 11,5$  kg; G3S =  $44,4 \pm 9,9$  kg vs.  $54,1 \pm 9,7$  kg). Diante disso, os autores concluíram que séries simples e múltiplas promoveram similares adaptações nas variáveis analisadas após 12 semanas de intervenção.

Em outro estudo realizado por Cunha et al. (2018b), em estudo que analisou o efeito de 12 semanas de TR realizado com séries simples e múltiplas sobre indicadores de obesidade osteosarcopênica em idosas não-treinadas, verificaram maiores aumentos de força muscular ( $P < 0,05$ ) no grupo que realizou séries múltiplas ( $100,3 \pm 17,1$  kg vs.  $125,8 \pm 19,8$  kg) do que no grupo séries simples ( $101,7 \pm 15,9$  kg vs.  $120,5 \pm 16,1$  kg). Portanto, três séries induziram maiores adaptações que séries simples.

Em relação ao período de TR, Kemmler et al. (2004) revelaram que a simples progressão do TR não garante aumentos lineares na força muscular, visto que em determinados períodos de tempo verifica-se um platô adaptativo. Adicionalmente, parece que em indivíduos treinados o uso de séries múltiplas pode resultar em maiores aumentos na força do que séries simples, diferente do que parece ocorrer em indivíduos não-treinados cujos ganhos tendem a ser

similares. Portanto, em se tratando de volume de TR as principais diferenças parecem estar associadas ao nível de treinamento do praticante (RALSTON et al., 2017).

Na meta-análise conduzida por Rhea et al. (2003) o tamanho do efeito produzido a partir da análise de 140 estudos sugere que os aumentos de força acompanham os incrementos no volume de treinamento para além dos protocolos de séries simples. Na verdade, indivíduos treinados e não treinados experimentaram os maiores ganhos de força com um volume médio de treinamento de quatro séries por grupo muscular. Esses dados confirmam a meta-análise anterior do mesmo grupo (RHEA et al., 2002) que revelou que programas de TR com três séries por exercício provocam maiores ganhos de força do que programas de série simples.

Na sequência serão abordadas informações relacionando os possíveis efeitos de diferentes volumes de TR sobre componentes da composição corporal.

### 2.3 VOLUME DE TREINAMENTO RESISTIDO E COMPOSIÇÃO CORPORAL

A prática do TR tem sido amplamente recomendada para o aumento da MME (PETERSON et al., 2010; RIBEIRO et al., 2015b; SOUZA et al., 2017), mas também, para o aumento ou manutenção da densidade e do conteúdo mineral ósseo (AHN; KIM, 2016; HUOVINEN et al., 2016); para redução da gordura corporal (RIBEIRO et al., 2015b; SOUZA et al., 2017; TOMELERI et al., 2016), principalmente, visceral e intramuscular (FRONTERA et al., 2000a; WANNAMETHEE et al., 2007). Assim, modificações na intensidade e/ou volume do TR podem influenciar a resposta anabólica ao TR, podendo acarretar aumento importante da taxa metabólica de repouso (TMR) (KUMAR et al., 2009), sendo esta, importante para a redução da gordura corporal (WESTCOTT, 2012).

Entre todas essas variáveis aquela que representa um maior impacto para à saúde, provavelmente seja a MME. Nesse sentido, a MME ocupa papel de destaque para a locomoção, produção de força, controle glicêmico e do perfil inflamatório (SCHOENFELD et al., 2017). Baixos níveis de massa muscular podem levar a um risco aumentado para o desenvolvimento de diversas doenças como diabetes tipo 2, síndrome metabólica e doença arterial coronariana (SCHOENFELD et al., 2017). Além disso, existe uma correlação positiva entre a

massa muscular e muitos aspectos do desempenho atlético (SCHOENFELD et al., 2017). Assim, o TR é a principal forma de exercício para induzir ganhos na MME e também para a manutenção do estado geral de saúde (SCHOENFELD et al., 2017).

O Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM, 2009) recomenda que iniciantes devem realizar de 1-3 séries por exercício de 8-12 RM com carga moderada (70-85% 1RM), enquanto que em indivíduos avançados devem executar 3-6 séries por exercício de 1-12 repetições com carga de 70-100% 1-RM. Com relação aos indivíduos treinados recomenda-se o uso de cargas altas para atingir estímulos mecânicos e metabólicos adequados que favoreçam o ganho de massa muscular. Entretanto, alguns pesquisadores defendem que uma única série executada até a falha muscular pode ser tão eficaz quanto múltiplas séries para indivíduos treinados (FISHER et al., 2011).

Embora a maioria dos estudos disponíveis na literatura até o presente momento não revele diferença entre séries simples e múltiplas para os ganhos de MME, uma análise a partir do TE indica que maiores aumentos estão associados com maiores volumes de treinamento. Nesse sentido, Mitchell et al. (2012) compararam dois grupos de 18 homens não-treinados, um dos quais executou três séries no exercício de extensão de joelho por sessão de treinamento, ao passo que o outro grupo realizou apenas uma série. Os resultados indicaram aumentos da área de secção transversa da coxa na ordem de 6,8% e 3,1%, em favor do grupo três séries, embora sem diferenças estatisticamente significantes entre os grupos. Por outro lado, a diferença entre os grupos no TE foi de 0,27.

Ostrowski (1997) comparou três grupos com volumes de treino de uma, duas ou quatro séries por exercício. Dados da área de seção transversal do quadríceps revelaram aumentos na ordem de 6,3%, 4,6% e 12,3% para uma, duas ou quatro séries por exercício, respectivamente. Embora não tenham sido encontradas diferenças estatisticamente diferentes entre os tratamentos, o tamanho do efeito de 0,29 entre as condições de volume mais alto e mais baixo, novamente, sugere um maior benefício hipertrófico para maiores volumes de treinamento.

Krieger et al. (2010) quantificaram objetivamente os efeitos do volume de TR sobre a hipertrofia muscular, reunindo os resultados de oito estudos que comparavam séries simples vs. múltiplas. A partir da análise baseada no tamanho

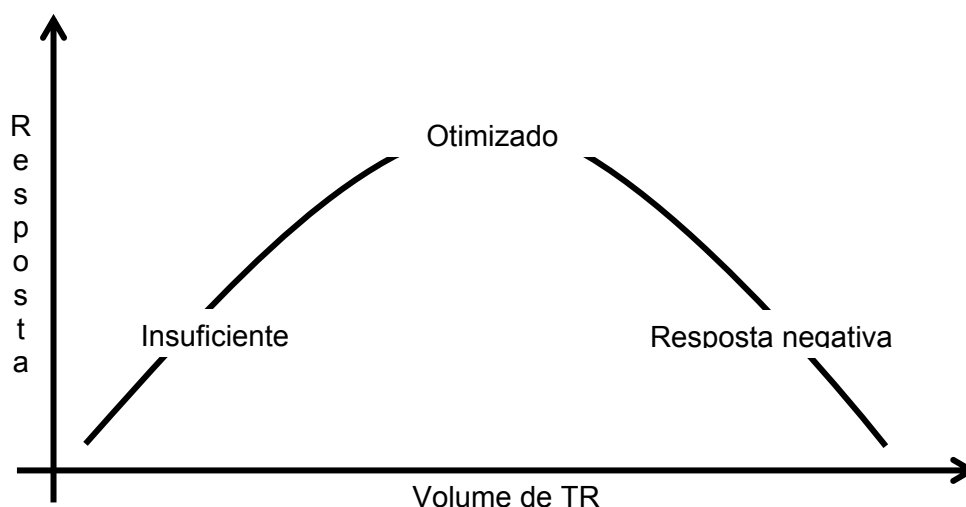
do efeito indicou uma maior resposta hipertrófica nos protocolos que adotaram séries múltiplas. No entanto, a diferença na magnitude do efeito foi discreta (0,10), possivelmente devido ao número reduzido de estudos incluídos na análise.

Ribeiro et al. (2015b) compararam os efeitos do TR realizado em diferentes volumes de séries por exercício na composição corporal de mulheres idosas. Trinta mulheres idosas foram alocadas em dois grupos, a saber: um grupo que realizava uma série (G1S, n = 15), e outro grupo realizava três séries por exercício (G3S, n = 15). O TR foi composto por oito exercícios, que foram executados em séries de 10-15 RM, e teve duração de 12 semanas. Os resultados indicaram que as adaptações na composição corporal (medidas obtidas por DXA) ocorreram independentemente do volume do TR, sendo revelados aumento na MME (G1S = 1,1% vs. G3S = 1,6%) e redução na gordura corporal (G1S = -2,7% vs. G3S = -1,7%) de forma significativa ( $P < 0,05$ ), contudo, sem diferenças entre os grupos.

Em um estudo de meta-análise recentemente publicado, Schoenfeld e Grgic (2017) analisaram diferenças estabelecidas no volume de TR, com base no número de séries realizadas por semana por grupo muscular. Os resultados indicaram que o ganho de MME de maior magnitude foi alcançado a partir da adoção de altos volumes de TR.

Embora faltem evidências científicas que sustentem os ganhos de MME em relação a dose-resposta utilizada no TR, alguns estudos sugerem que um platô de adaptações hipertróficas pode ocorrer ao se atingir um determinado volume. A partir desse ponto é provável que um declínio nas adaptações hipertróficas possa ocorrer com o aumento do volume de treinamento (Figura 1).

**Figura 1.** Modelo de curva em forma de "U" invertido para a relação dose-resposta entre volume de TR e resposta hipertrófica.



Nesse sentido, Amirthalingam et al. (2017), ao compararem dois grupos que realizaram 31 e 21 séries por sessão de treinamento, encontraram maiores aumentos de MME de tronco e braço no grupo que treinou com menor volume. Essas descobertas sugerem um possível efeito teto para o volume de TR no que tange ao alcance de novas adaptações hipertróficas.

Por outro lado, Cavalcante et al. (2018) analisaram o efeito de 12 semanas de TR em diferentes frequências (duas e três vezes por semana) sobre a gordura em mulheres idosas não-treinadas em excesso de peso (sobrepeso/obesidade). Embora o TR tenha contribuído para a redução da adiposidade corporal total e segmentar (andróide ginóide), não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes que pudessem ser atribuídas a uma das frequências analisadas. Os resultados indicaram que um baixo volume semanal de TR parece ser suficiente para reduzir a gordura corporal em idosas. Entretanto, a ausência de controle dos níveis de atividade física e comportamento sedentário podem ter comprometido pelo menos em parte os resultados, embora os hábitos alimentares das participantes tenham si mantidos relativamente similares ao longo do período de intervenção.

Recentemente, Cunha et al. (2018a) reportaram ganhos similares na massa magra apendicular em mulheres não-treinadas submetidas a 12 semanas de TR em uma e três séries ( $G1S = 17,1 \pm 2,7$  kg vs.  $18,1 \pm 2,8$  kg;  $G3S = 14,3 \pm 2,1$  kg vs.  $15,3 \pm 2,0$  kg). Em outro estudo, Cunha et al. (2018b) verificaram o

efeito do TR realizado com séries simples e múltiplas sobre parâmetros da obesidade osteosarcopênica em idosas não-treinadas. Após 12 semanas de intervenção foram identificados ganhos de MME ( $P < 0,05$ ) em ambos os grupos (G1S =  $17,1 \pm 1,3$  kg vs.  $18,0 \pm 1,2$  kg; G3S =  $16,9 \pm 1,5$  kg vs.  $18,0 \pm 1,9$  kg), sem diferença entre eles. Por outro lado, o TR com séries múltiplas promoveu maiores alterações no z-score de risco para obesidade osteosarcopênica (z-score: G3S =  $0,62 \pm 0,40$ ; G1S =  $0,11 \pm 0,48$ ) do que o treinamento em séries simples. Vale destacar que os níveis habituais de atividade física e hábitos alimentares não foram controlados.

Novamente, Cunha et al. (2018c) analisaram o efeito de séries simples e múltiplas durante TR de corpo inteiro sobre indicadores de saúde celular. Ambos os grupos analisados (G1S e G3S) obtiveram melhoras similares em água intracelular, água corporal total, resistência, reactância, ângulo de fase e qualidade muscular total. Portanto, independente do volume de TR realizado, ambos protocolos foram eficientes para promover tais alterações após 12 semanas de TR em idosas não-treinadas. Níveis de atividade física e hábitos alimentares não foram monitorados nesse estudo, sendo considerados importantes limitações já que tais variáveis podem afetar o estado de hidratação e, conseqüentemente, os valores de ângulo de fase.

Uma outra variável relacionada ao volume de TR bastante investigada é a frequência semanal ao TR. Carneiro et al. (2015) analisaram os efeitos de duas frequências semanais (2X vs. 3X) durante 12 semanas de TR sobre a MME de mulheres idosas não-treinadas. Cinquenta e cinco mulheres (> 60 anos) foram alocadas em dois grupos (G2X,  $n = 28$ ; G3X,  $n = 25$ ) e foram submetidas a um programa de TR, de corpo inteiro com oito exercícios executados em uma série de 10-15 RM. Foram observados ganhos significantes de MME, independentemente da frequência semanal (G2X = 7,4% vs. G3X = 4,4%). Os hábitos alimentares não foram controlados nessa investigação.

Recentemente, Amarante do Nascimento et al. (2018) verificaram o efeito de duas e três sessões de TR por semana durante 12 semanas sobre a MME, tecido mole e magro apendicular em mulheres idosas não-treinadas. Os autores também encontraram aumentos similares entre os grupos para a massa muscular e tecido mole e magro apendicular após TR realizado com uma série de 10-15 RM em oito exercícios para os diferentes segmentos corporais. Todavia, a

ausência de monitoramento dos níveis de atividade física habitual e dos hábitos alimentares pode ter influenciado em parte tais resultados.

Na mesma linha, Ribeiro et al. (2018) comparam o efeito de 12 semanas de TR realizado em duas (G2X) ou três (G3X) sessões semanais sobre diferentes componentes da composição corporal em mulheres idosas não-treinadas. O TR foi composto por oito exercícios, que foram realizados em uma série de 10-15 RM, e teve duração de 12 semanas. Os resultados indicaram melhoras similares para a massa muscular (G2X = 2,6% vs. G3X = 3,7%), percentual de gordura (G2X = -7,8% vs. G3X = -3,9%) e água intracelular (G2X = 2,1% vs. G3X = +5.0%), ao passo que não foram observadas alterações na água corporal total e no compartimento intracelular. Vale destacar que não foram apresentadas informações sobre o consumo dietético das participantes.

Apesar do reduzido número de estudos disponíveis na literatura até o momento, na sequência apresentaremos informações relacionando os possíveis efeitos de diferentes volumes de TR sobre alguns biomarcadores sanguíneos.

## 2.4 VOLUME DE TREINAMENTO RESISTIDO E BIOMARCADORES SANGUÍNEOS

Recentemente diversos estudos tem indicado que a prática do TR para além dos ganhos de força e MME (CUNHA et al., 2018b; RIBEIRO et al., 2015b) pode, também, auxiliar na melhoria do perfil lipídico (RIBEIRO et al., 2016; TOMELERI et al., 2016, 2018); redução do estresse oxidativo (PADILHA et al., 2015a; RIBEIRO et al., 2017); melhoria do perfil inflamatório (RIBEIRO et al., 2016; TOMELERI et al., 2016); redução da glicose em jejum (RIBEIRO et al., 2016; TOMELERI et al., 2016, 2018), entre outros tantos benefícios que podem oferecer proteção à saúde e/ou redução de fatores de risco associados ao desenvolvimento de diversas doenças, tais como resistência periférica à insulina, pressão arterial elevada, dislipidemia, obesidade e osteopenia, proporcionando assim melhor qualidade de vida (CONCEIÇÃO et al., 2013; WESTCOTT, 2012).

A manipulação do volume de TR pode refletir numa sessão de maior intensidade, permitindo cargas mais pesadas, se o volume for menor (KRAEMER; RATAMESS, 2004) ou cargas mais leves para um volume maior de TR. Nesse caso, o uso de cargas menores e séries múltiplas tende a aumentar o volume de TR e produzir maior estresse metabólico, contudo, essa abordagem resulta em maior duração das sessões de treinamento (KRAEMER; RATAMESS, 2004; SCHOENFELD, 2013).

Nesse sentido, a literatura indica que pode haver uma importante dose-resposta na relação entre carga e volume de treinamento que mediam as adaptações causadas pelo TR (RIBEIRO et al., 2015d). Nunes et al. (2016), por exemplo, comparou o efeito de três vs. seis séries por exercício sobre variáveis bioquímicas e constatou que o volume de TR foi necessário para melhorar essas variáveis.

Padilha et al. (2015b) investigaram a influência da frequência semanal em um programa de TR de 12 semanas seguido de subsequente destreino pelo mesmo tempo em biomarcadores de estresse oxidativo em mulheres idosas. Vinte e sete mulheres fisicamente independente (> 60 anos) foram aleatoriamente alocadas em dois grupos de acordo com a frequência no TR. Um grupo realizou duas sessões (G2X, n = 13), enquanto outro três sessões semanais (G3X, n = 14). O TR foi composto por oito exercícios, que foram realizados em uma série de 10-15 RM. Nas 12 semanas iniciais de treinamento, ambos grupos melhoraram de

forma similar os valores do marcador antioxidante TRAP (*total radical-trapping antioxidant parameter*) independentemente da frequência de treino (G2X = 8%; G3X = 15%), de modo que 12 semanas de destreino não foram suficientes para promover reduções significativas em comparação com as medidas anteriores. Entretanto, a prática de 12 semanas de TR, bem como as 12 semanas de destreinamento, não foram suficientes para promover alterações significantes no marcador oxidativo AOPP (*advanced oxidized protein products*).

Cunha (2017) investigou o impacto de 12 semanas de TR em três grupos de mulheres idosas não-treinadas, a saber: (1) grupo série simples (SS); (2) grupo séries múltiplas (SM); (3) grupo controle (GC). As concentrações de colesterol total, triglicerídeos, LDL-c, glicose e proteína C-reativa foram reduzidas ( $P < 0,05$ ) tanto no grupo SS quanto no grupo SM quando comparados ao GC, sem diferenças entre eles ( $P > 0,05$ ). Por outro lado, não foram encontradas modificações significantes nas concentrações de HDL-c e VLDLc ( $P > 0,05$ ). Os resultados indicaram que 12 semanas de TP podem melhorar a força muscular, a composição corporal e o comportamento metabólico de idosas não-treinadas, independente do uso de uma ou três séries por exercício.

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GERAL

Analisar os efeitos de diferentes reduções no número de séries em programa de TR sobre a força muscular, composição corporal e biomarcadores sanguíneos, em mulheres idosas treinadas.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Contrastar a evolução das cargas totais de TR entre os grupos;
- Identificar possíveis diferenças induzidas pelo TR na força muscular, nos exercícios supino vertical, cadeira extensora e rosca *scott*, de acordo com o número de séries executadas no período de treinamento;
- Determinar possíveis mudanças na MME e gordura corporal nos diferentes segmentos corporais, água intra e extracelular e ângulo de fase;
- Comparar o comportamento do perfil lipídico, da glicose, de acordo com o número de séries executado no período de treinamento.

## 4 MÉTODOS

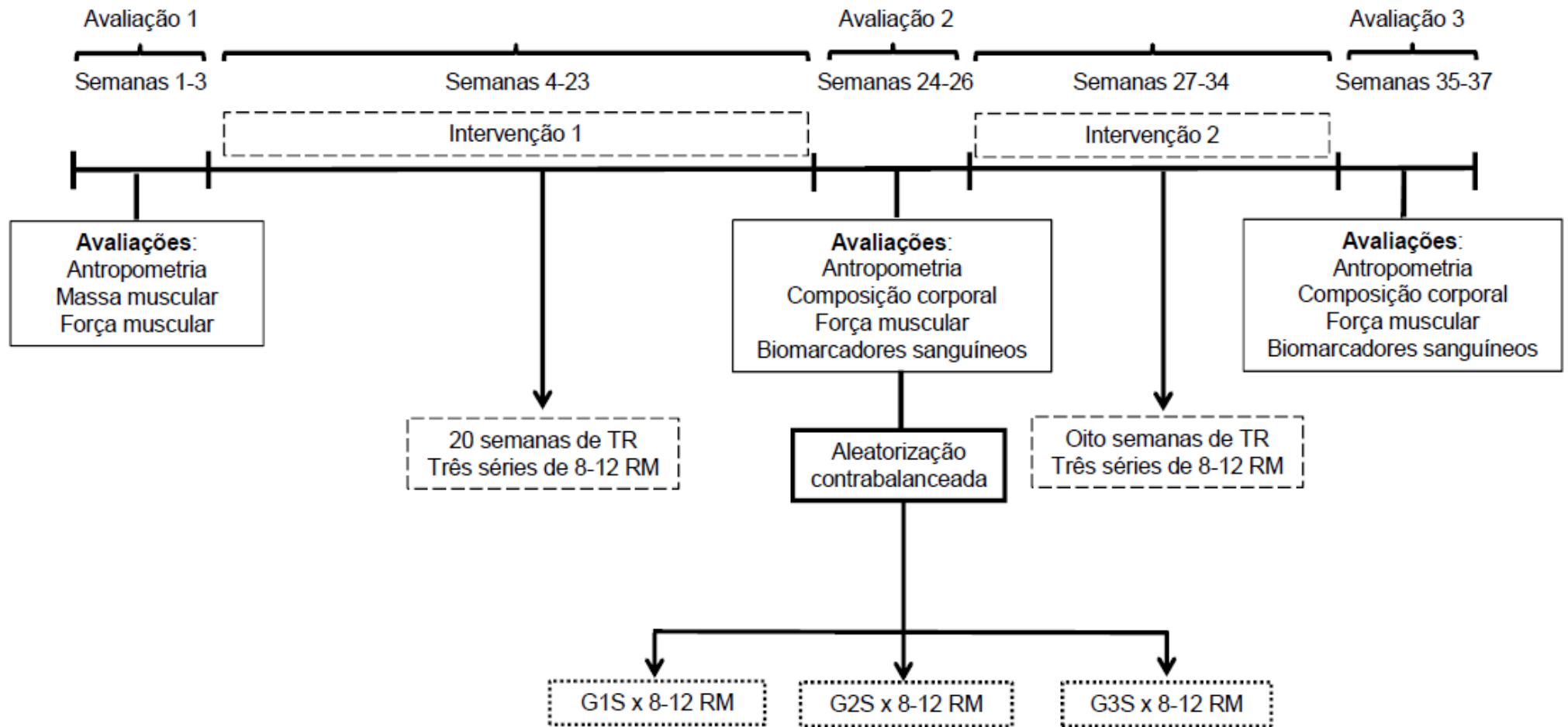
### 4.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

A presente investigação faz parte do Estudo Longitudinal Envelhecimento Ativo que foi parcialmente financiado por meio do projeto denominado “Impacto do treinamento com pesos em diferentes frequências semanais, destreinamento e re-treinamento sobre biomarcadores de saúde, composição corporal, desempenho motor e indicadores de qualidade de vida em mulheres idosas”, pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (processo número 309455/2013-8) (ANEXO A).

Para o presente estudo foi adotado um delineamento longitudinal, aleatorizado e contrabalanceado, com duração total de 37 semanas. Na etapa 1 (semanas 1-3), as participantes selecionadas realizaram um conjunto de testes, medidas e exames (Avaliação 1) para a determinação da força muscular e composição corporal. Após essa avaliação, as idosas participaram de um programa de TR padronizado composto por oito exercícios que foram executados em três séries de 8-12 repetições máximas (RM), por 20 semanas (Intervenção 1 – semanas 4-23), para melhoria da força e hipertrofia muscular.

Após este período as participantes foram reavaliadas (Avaliação 2) ao longo de três semanas (semanas 24-26), com a inclusão de variáveis bioquímicas. A partir daí as participantes foram separadas, aleatoriamente, em três diferentes grupos, a saber: uma única série (G1S), duas séries (G2S) e três séries (G3S). O protocolo de TR foi semelhante ao executado no período anterior com diferença apenas no número de séries executadas por exercício em cada grupo experimental. A aleatorização foi contrabalanceada pela força muscular relativa, ou seja, pela somatória das cargas levantadas em testes de 1-RM nos exercícios supino vertical, cadeira extensora e rosca *scott* dividida pela massa corporal.

Na segunda etapa (Intervenção 2) as participantes foram submetidas a um novo período de TR (semanas 27-34) nas três condições experimentais (G1S, G2S e G3S). No final do período de intervenção três semanas foram destinadas para Avaliação 3 (semanas 35-37). A Figura 2 ilustra o delineamento experimental adotado para o presente estudo.



**Figura 2.** Delineamento experimental. TR = treinamento resistido, RM = repetições máximas, G1S = uma série, G2S = duas séries, G3S = três séries.

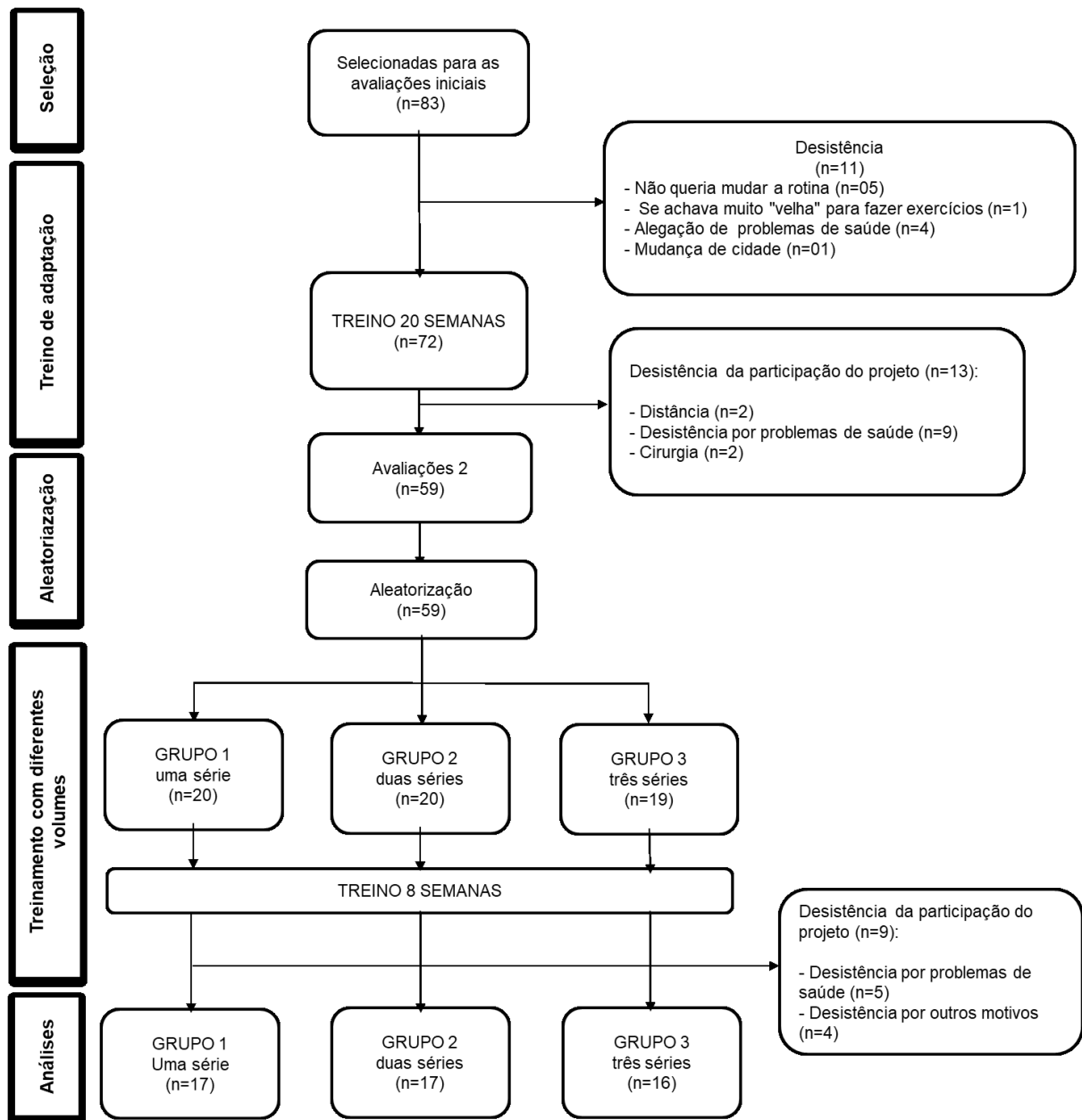
## 4.2 PARTICIPANTES

O recrutamento das participantes foi feito por meio de anúncios em jornais e rádio, com a amostra sendo preliminarmente selecionada por meio de entrevista e anamnese clínica (APÊNDICE A). Os seguintes critérios de inclusão foram adotados para esta investigação: (1) ter idade superior a 60 anos, ser do sexo feminino e fisicamente independente; (2) não ser portadora de cardiopatias e/ou desordens musculoesqueléticas; (3) não ser diabética ou hipertensa não-controlada; (4) não estar praticando TR a pelo menos três meses; e (5) apresentar liberação de médico cardiologista para a prática do TR sem qualquer tipo de restrição. Após a intervenção, aquelas participantes que não atingiram uma frequência mínima de 85% das sessões de treinamento foram excluídas das análises. A Figura 3 apresenta o fluxograma do estudo.

Após receberem informações detalhadas sobre a finalidade do estudo e procedimentos aos quais seriam submetidas, as participantes selecionadas assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE B). O projeto que deu origem a este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Londrina, de acordo com a Declaração de Helsinque (ANEXO B).

## 4.3 CÁLCULO DO TAMANHO AMOSTRAL

O cálculo do tamanho da amostra foi estabelecido adotando-se a força muscular como variável critério e utilizando o tamanho do efeito igual a 0,6, observado em um estudo recente conduzido pelo nosso laboratório (PADILHA et al., 2015b). O cálculo indicou a necessidade de 16 sujeitos por grupo (48 no total) para se atingir a significância de 5% e o poder estatístico de 80%. Considerando as possíveis perdas amostrais ao longo do período de intervenção, 72 idosas foram selecionadas para compor a amostra inicial do presente estudo. Para o cálculo foi adotado um delineamento com análise de covariância para medidas repetidas com interação entre fatores. A análise foi realizada no G\*Power, versão 3.1.9.2 e o protocolo pode ser visualizado no Apêndice A.



**Figura 3** - Fluxograma do estudo

#### 4.4 ANTROPOMETRIA

A massa corporal foi mensurada em uma balança de leitura digital (Balmak, modelo Classe III, Labstore, Curitiba, Paraná, Brasil), com escala de 0,1 kg, ao passo que a estatura foi determinada por meio de um estadiômetro acoplado a mesma, com escala de 0,1 cm, de acordo com os procedimentos descritos na literatura (GORDON; CHUMLEA; ROCHE, 1988). A partir dessas medidas, foi determinado o índice de massa corporal (IMC), por meio da razão entre a massa

corporal e o quadrado da estatura, sendo a massa corporal expressa em quilogramas (kg) e a estatura em metros (m).

#### 4.5 COMPOSIÇÃO CORPORAL

Dados relativos ao tecido gordo, tecido ósseo e tecido magro e mole, para o corpo todo e regiões específicas (tronco, membros superiores e inferiores) foram obtidos por exames de absorptometria radiológica de dupla energia (DEXA) mediante escaneamento de corpo inteiro. As medidas foram realizadas em um equipamento da marca Lunar Prodigy, modelo GE Healthcare, ID 14739 (Madison, WI, USA). 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. As avaliadas permaneceram deitadas em decúbito dorsal e imóveis, com os braços ao lado do corpo na posição supino, sobre a mesa do equipamento até a finalização da medida. Os membros foram demarcados e separados do tronco e da cabeça por linhas padrões gerados pelo software do próprio equipamento. As linhas foram ajustadas manualmente, por meio de pontos anatômicos específicos. A MME foi estimada a partir da quantificação do tecido magro e mole apendicular (braços + pernas), mediante a utilização da equação preditiva proposta por Kim et al. (2004), a saber:

$$\text{MME (kg)} = (1,1896 \times \text{MIGO apendicular}) - 1,6534$$

Para os fins do presente estudo, as medidas de reprodutibilidade resultaram em um erro padrão de medida (EPM) < 1% para MME, com coeficiente de correlação intraclasse (CCI) > 0,99. Para gordura corporal total e MIGO o EPM foi > 3% e o CCI > 0,98.

A resistência, reactância, quantidade de água corporal total (ACT) e suas frações intracelular (AIC) e extracelular (AEC) foram estimadas por bioimpedância espectral, utilizando um analisador multifrequencial (BIS, Xitron Hydra, modelo 4200, Xitron Technologies, San Diego, CA, EUA). As participantes foram posicionadas em decúbito dorsal, em uma maca isolada de condutores elétricos, com as pernas

abduzidas num ângulo de 45°. Após a limpeza da pele com álcool, dois eletrodos foram posicionados na superfície da mão direita e outros dois no pé direito, de acordo com os procedimentos descritos na literatura (SARDINHA et al., 1998). Na tentativa de minimizar possíveis erros de estimativa, as participantes foram orientadas a: (1) urinarem cerca de 30 min antes da realização das medidas, (2) absterem-se da ingestão de alimentos ou bebidas nas últimas quatro horas, (3) evitarem a prática de atividades físicas vigorosas por pelo menos 24 horas, (4) absterem-se do consumo de bebidas alcoólicas e cafeinadas por no mínimo 48 h e (5) evitarem o uso de diuréticos ao longo dos sete dias precedentes a cada avaliação. A coleta foi realizada no período matutino. Adicionalmente, o ângulo de fase foi estimado de acordo com a seguinte equação:

$$\hat{\text{Ângulo de fase}} = [(\text{arco-tangente} (\text{reatância/resistência}) \times 180^\circ/\pi)].$$

Análises de reprodutibilidade resultaram em um EPM de 0,32 L e CCI > 0,98 para AEC; EPE de 0,19 L e CCI > 0,99 para ACI; e EPE de 0,38 L e CCI > 0,98 para ACT.

#### 4.6 FORÇA MUSCULAR

Para a estimativa da força muscular foi utilizado o teste de uma repetição máxima (1-RM) em três exercícios, envolvendo os segmentos do tronco, membros superiores e inferiores. A ordem de execução dos exercícios testados foi a seguinte: supino vertical, cadeira extensora e rosca *scott*, respectivamente. Três sessões de 1-RM foram realizadas para cada exercício, sempre no período da manhã, com intervalo de 48 h entre cada sessão (AMARANTE DO NASCIMENTO et al., 2013). As participantes foram instruídas sobre todos os procedimentos e técnicas a serem exigidas nos testes antes de serem submetidas à primeira sessão de testagem. Em cada sessão de testagem foi realizado um aquecimento anterior ao início da primeira tentativa, para cada exercício, por meio da realização de uma série de 6 a 10 repetições com aproximadamente 50% da carga inicial a ser testada (AMARANTE DO NASCIMENTO et al., 2013). Após um intervalo de dois minutos foi executada a primeira tentativa.

Cada participante foi submetida a três tentativas em cada exercício, com intervalos de três a cinco minutos entre elas, enquanto um intervalo fixo de cinco minutos foi adotado entre os exercícios. Em cada tentativa, as idosas receberam encorajamento verbal para tentarem realizar duas repetições. Quando uma ou duas repetições eram completadas corretamente, a carga era aumentada para a próxima tentativa, ao passo que nas situações onde sequer uma repetição era realizada a carga era reduzida para a próxima tentativa. O aumento ou a redução das cargas empregadas em cada tentativa foi na ordem de 3 a 10%, de acordo com o grau de facilidade ou dificuldade observada para cada participante. A carga registrada como 1-RM foi aquela na qual foi possível a realização de uma única ação voluntária máxima, nas fases concêntrica e excêntrica.

A qualidade das medidas foi analisada no supino vertical (EPM = 0,46 kg e CCI > 0,97), cadeira extensora (EPM = 1,67 kg e CCI > 0,91) e rosca *scott* (EPM = 0,93 kg e CCI > 0,93). A somatória da carga total levantada (CTL) nos três exercícios foi utilizada como indicador de força muscular. Três avaliadores com experiência na aplicação de testes de 1-RM conduziram as testagens nos diferentes momentos do estudo. A forma e a técnica de execução de cada exercício foram padronizadas e continuamente monitoradas, na tentativa de se garantir a qualidade dos testes de 1-RM.

#### 4.7 BIOMARCADORES SANGUÍNEOS

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 veia 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 um tubo de coleta a vácuo e as agulhas foram descartadas de forma segura, assim como todos os outros materiais descartáveis

contaminados, tanto nos procedimentos 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 3000 rpm para separação do soro e plasma. Posteriormente foram determinadas as concentrações de colesterol total, lipoproteína de alta densidade (HDL-c), triglicerídeos e glicose. Para a determinação das lipoproteínas de baixa densidade (LDL-c) foi utilizada a equação de Friedewald ( $LDL-C = CT - HDL-c + \text{triglicerídeos}/5$ ). O perfil lipídico foi determinado em um sistema auto-analisador 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.

#### 4.8 PROGRAMA DE TREINAMENTO RESISTIDO

O programa de TR supervisionado foi conduzido no período da manhã, na academia da Universidade Estadual de Londrina. O programa de TR foi estruturado de acordo com as recomendações da literatura (RATAMESS et al., 2009; GARBER et al., 2011), sendo realizado com frequência de três sessões semanais, em dias alternados (segundas, quartas e sextas-feiras), no período da manhã, durante 28 semanas. Todas as participantes foram supervisionadas individualmente por estudantes de graduação, mestrado e doutorado em Educação Física, ao longo de cada sessão de treinamento, na tentativa de manter a qualidade de execução do protocolo de estudo e para garantir a segurança.

O programa de TR foi executado em máquinas e pesos livres e incluiu oito exercícios para os diferentes segmentos corporais (braços, pernas e tronco) que foram realizados na seguinte ordem: supino vertical, *leg press* horizontal, remada baixa, cadeira extensora, rosca *scott*, mesa flexora, tríceps *pulley* e panturrilha sentada. As participantes foram instruídas a inspirarem durante a ação muscular excêntrica e expirarem durante a ação muscular concêntrica em cada exercício, mantendo a velocidade de movimentos na proporção de 1 : 2 (ação muscular concêntrica e excêntrica, respectivamente). O intervalo de descanso entre as séries foi de 60-120 s e entre os exercícios foi de dois a três minutos. As cargas foram ajustadas individualmente, em cada exercício, durante todo o período de treinamento sempre que o limite superior de repetições programadas (12-RM) for

atingido por duas sessões consecutivas em todas as séries determinadas para cada grupo experimental. Os aumentos de carga foram na ordem de 2% a 5% para os exercícios de membros superiores e 5% a 10% para os exercícios de membros inferiores, conforme as recomendações da literatura (RATAMESS et al., 2009).

#### 4.9 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

O teste de Shapiro-Wilk foi empregado para análise da distribuição dos dados em cada momento do estudo. O teste de Levene foi utilizado para análise da homogeneidade das variâncias. O teste t de Student para amostras dependentes foi utilizado para as comparações entre as médias nos momentos pré- e pós-intervenção 1. O teste de Mauchly foi empregado para análise da esfericidade, enquanto a correção de Greenhouse-Geisser foi adotada para as variáveis cujo princípio da esfericidade foi violado. A análise de variância (ANOVA) para medidas repetidas foi empregada para as comparações entre os grupos (G1S, G2S e G3S) nos momentos pré- e pós-intervenção de oito semanas com TR. O teste *post hoc* de Bonferroni foi aplicado para identificar as diferenças entre as médias.

O tamanho do efeito foi determinado a partir da proposta de Cohen (1998). Para análise da magnitude do tamanho do efeito foi adotada a seguinte classificação: de 0,20 a 0,49 foi considerado pequeno, 0,50-0,79 moderado e  $\geq 0,80$  grande (COHEN, 1988). Para todas as análises estatísticas foi aceita uma significação de  $P < 0,05$ . Os dados foram tabulados e processados por meio do Statistical Package for the Social Sciences (SPSS for Windows Version 22.0).

## 5 RESULTADOS

### 5.1 PERÍODO DE INTERVENÇÃO 1

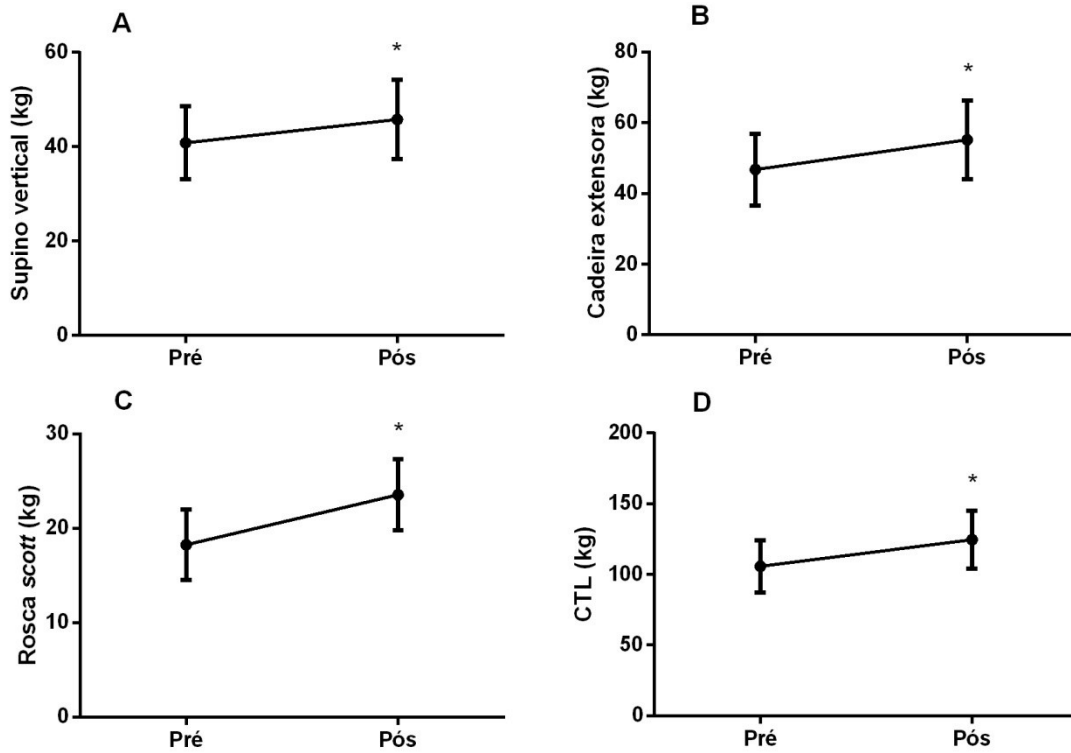
As características gerais das participantes antes e após as primeiras 20 semanas de acompanhamento são apresentadas na tabela 1. Apenas a variável massa corporal foi modificada com ganhos significantes entre os dois momentos analisados ( $P > 0,05$ ).

**Tabela 1.** Características gerais das participantes na linha de base antes e após 20 semanas de intervenção (n = 72).

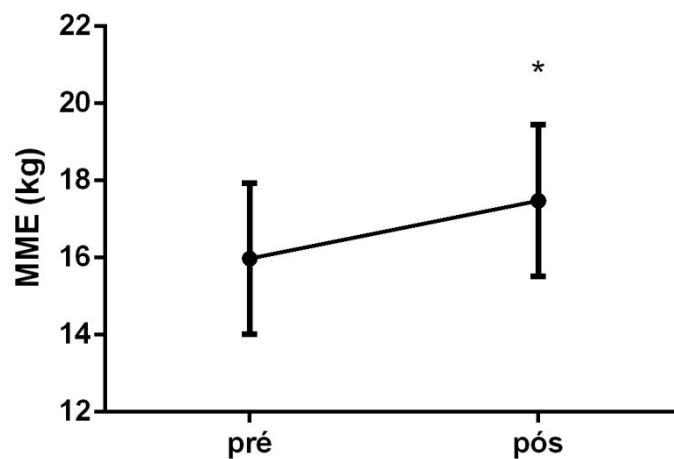
Variáveis	Pré	Pós	P
Idade (anos)	68,4 ± 5,2	68,5 ± 5,3	0,99
Massa corporal (kg)	65,7 ± 9,1	66,8 ± 9,8	< 0,001
Estatura (cm)	155,7 ± 5,4	155,7 ± 5,4	0,99
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	26,7 ± 3,5	27,1 ± 3,4	0,50

**Nota.** IMC = índice de massa corporal. Valores expressos em média ± desvio padrão.

A força muscular em testes de 1-RM nos exercícios supino vertical, cadeira extensora e rosca *scott*, bem como a somatória das cargas levantadas nos três exercícios (CTL) é apresentada na figura 4. Aumentos significantes ( $P < 0,001$ ) foram revelados em todas as variáveis, variando de aproximadamente 12% (supino vertical) a 29% (rosca *scott*), com conseqüente incremento de 18% na CTL. Concomitantemente, um ganho de aproximadamente 9% ( $P < 0,05$ ) na MME foi encontrado ao longo do período de intervenção (figura 5).



**Figura 4.** Força muscular de mulheres idosas não-treinadas, antes e após 20 semanas de treinamento resistido. CTL = carga total levantada. Valores expressos em média  $\pm$  desvio padrão.  $*P < 0,05$  vs. pré-intervenção.



**Figura 5.** Massa muscular esquelética (MME) de mulheres idosas não-treinadas, antes e após 20 semanas de treinamento resistido. Valores expressos em média  $\pm$  desvio padrão.  $*P < 0,05$  vs. pré-intervenção.

## 5.2 PERÍODO DE INTERVENÇÃO 2

As características gerais das participantes no início da intervenção 2, de acordo com os grupos (G1S, G2S e G3S) são apresentadas na tabela 2. Não foram identificadas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos em nenhuma das variáveis analisadas ( $P > 0,05$ ).

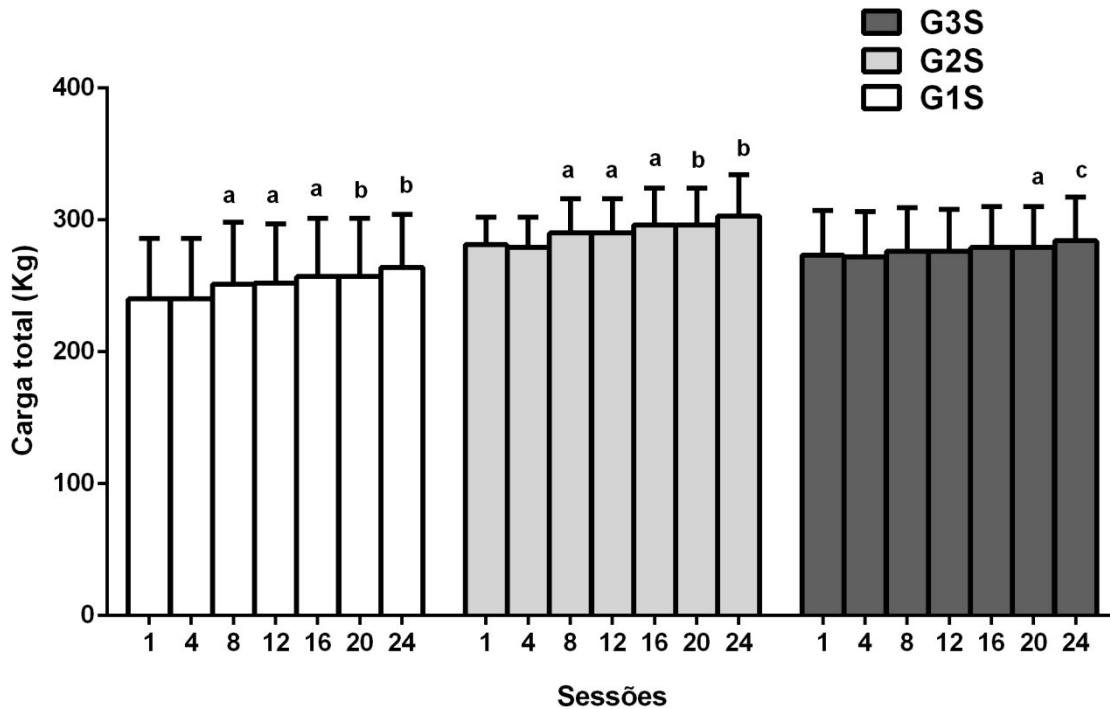
**Tabela 2.** Características gerais das participantes, de acordo com o grupo experimental, no momento inicial da intervenção 2 (n = 59)

Variáveis	G1S (n = 17)	G2S (n = 17)	G3S (n = 16)	P
Idade (anos)	70,1 ± 5,0	68,5 ± 6,3	66,9 ± 3,8	0,20
Massa corporal (kg)	65,8 ± 9,4	64,5 ± 11,1	67,2 ± 8,7	0,88
Estatura (cm)	157,1 ± 6,0	154,0 ± 5,2	156,2 ± 4,8	0,36
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	26,6 ± 3,1	27,1 ± 4,1	27,5 ± 3,2	0,90

**Nota.** G1S = grupo uma série, G2S = grupo duas séries, G3S = grupo três séries, IMC = índice de massa corporal. Valores expressos em média ± desvio padrão.

### 5.2.1 CARGAS DE TREINAMENTO

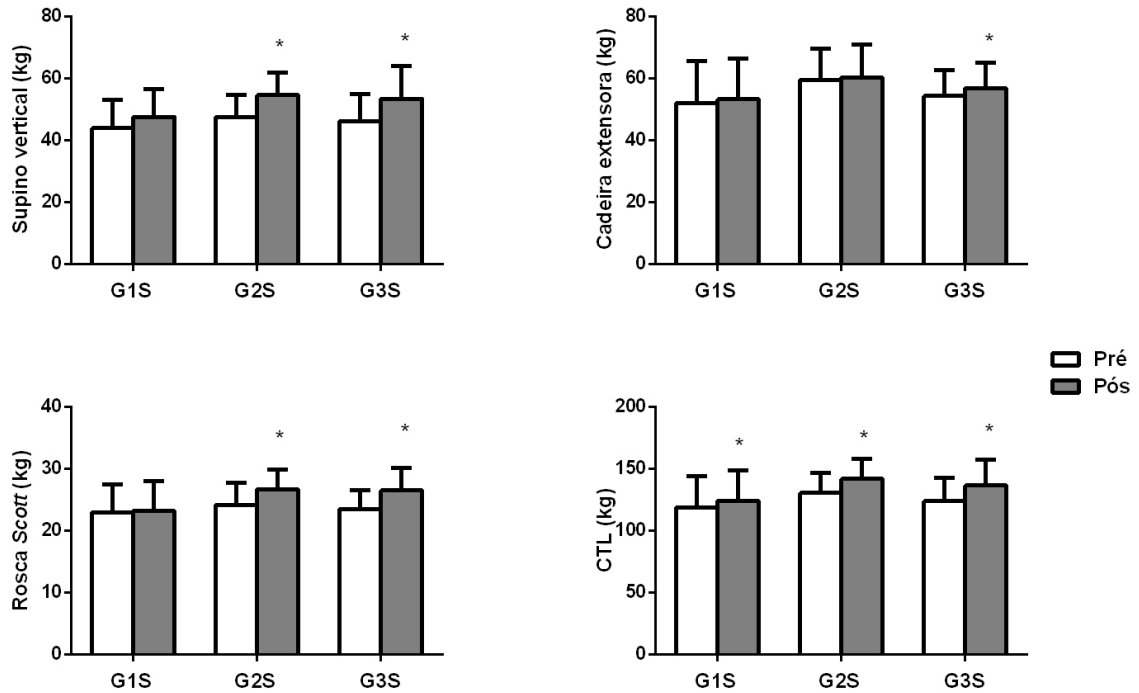
A evolução das cargas levantadas (somatória dos oito exercícios do programa) durante as 24 sessões de TR é apresentada na figura 6. Um incremento significativo foi verificado nos grupos G1S e G2S ( $P < 0,05$ ), a partir da oitava sessão de TR. Por outro lado, o grupo G3S apresentou progressão significativa nas cargas levantadas somente a partir da vigésima sessão de TR ( $P < 0,05$ ). Assim, interação grupo vs. tempo ( $P < 0,001$ ) revelou menor progressão das cargas ao longo do tempo no grupo G3S.



**Figura 6.** Carga total ao longo de 24 sessões de treinamento resistido em mulheres idosas treinadas. Carga total = somatória das cargas utilizadas nos oito exercícios do programa. G1S = grupo uma série, G2S = grupo duas séries, G3S = grupo três séries. Valores expressos em média  $\pm$  desvio padrão. Interação grupo  $\times$  tempo ( $P < 0,001$ ). <sup>a</sup> $P < 0,001$  vs. sessão 1 e 4; <sup>b</sup> $P < 0,05$  vs. sessão 1, 4, 8, 12; <sup>c</sup> $P < 0,001$  vs. sessão 1, 4, 12.

### 5.2.2 FORÇA MUSCULAR

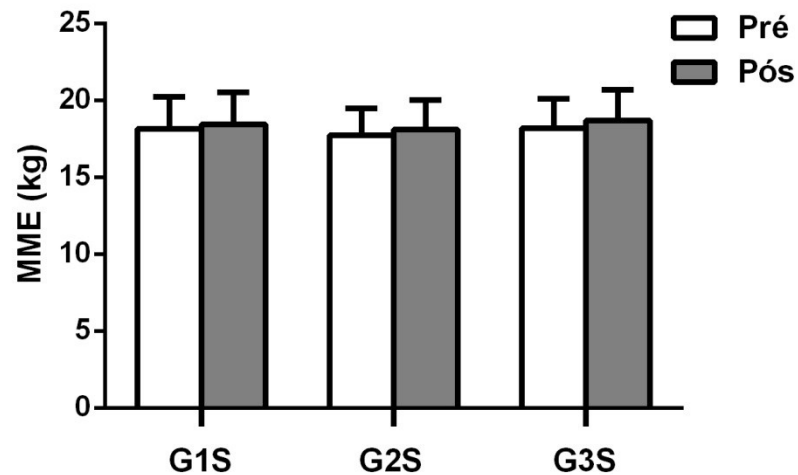
Na figura 7 são apresentadas as informações referentes aos testes de 1-RM nos três exercícios para todos os grupos estudados antes e após oito semanas de intervenção. Aumentos de força muscular nos três exercícios analisados, bem como na CTL foram encontrados somente no grupo G3S ( $P < 0,05$ ). No grupo G2S incrementos de força não foram identificados apenas no exercício cadeira extensora ( $P > 0,05$ ). Por outro lado, no grupo G1S a única diferença estatisticamente significativa foi revelada na CTL que, também, aumentou após oito semanas de intervenção ( $P < 0,05$ ). Efeito principal do tempo foi revelado para todas as variáveis analisadas ( $P < 0,01$ ).



**Figura 7.** Força muscular de mulheres idosas treinadas, antes e após oito semanas de treinamento resistido, de acordo com o grupo experimental. G1S = grupo uma série, G2S = grupo duas séries, G3S = grupo três séries, CTL = carga total levantada. Valores expressos em média  $\pm$  desvio padrão. Efeito principal do tempo para CTL ( $P < 0,01$ ) e para os exercícios supino vertical ( $P < 0,001$ ), cadeira extensora ( $P < 0,01$ ) e rosca scott ( $P < 0,001$ ). \* $P < 0,05$  vs. pré-treinamento.

### 5.2.3 COMPOSIÇÃO CORPORAL

O comportamento da MME antes e após oito semanas de treinamento resistido é ilustrado na figura 8, de acordo com os grupos experimentais. Não foram encontrados efeito principal do tempo ou interação grupo vs. tempo ( $P > 0,05$ ), com os valores se mantendo relativamente estáveis em todos os grupos analisados.



**Figura 8.** Massa muscular esquelética de mulheres idosas treinadas, antes e após oito semanas de treinamento resistido, de acordo com o grupo experimental. G1S = grupo uma série, G2S = grupo duas séries, G3S = grupo três séries. Valores expressos em média  $\pm$  desvio padrão. Não foram encontrados efeito principal do tempo ou interação grupo vs. tempo ( $P > 0,05$ ).

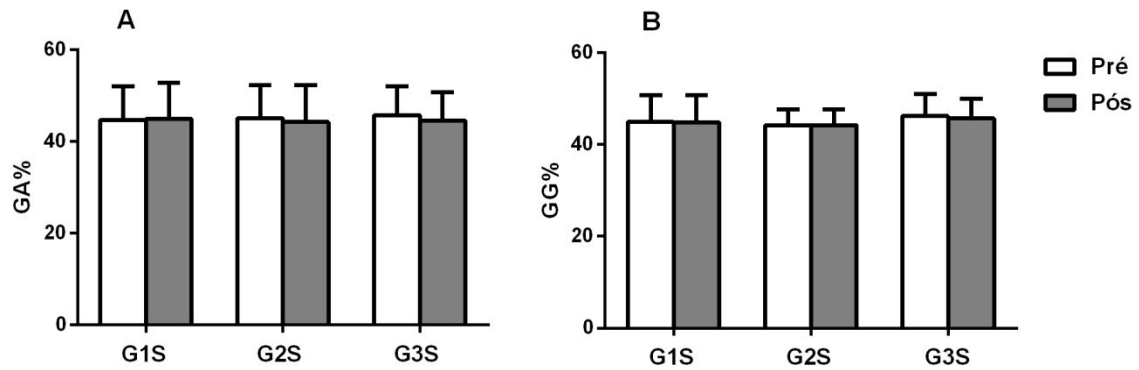
Na tabela 3 são apresentadas informações sobre a gordura corporal relativa e de membros inferiores (MI), superiores (MS) e tronco (TC). Não foram encontradas modificações significantes para nenhuma das variáveis analisadas após oito semanas de intervenção, em nenhum dos grupos experimentais ( $P > 0,05$ ). Entretanto, um efeito principal do tempo ( $P < 0,05$ ) indicou aumento na gordura de membros inferiores e redução na gordura de tronco, embora com tamanhos de efeito desprezíveis ( $TE < 0,20$ ).

**Tabela 3.** Gordura corporal relativa e nos diferentes segmentos corporais de mulheres idosas treinadas, antes e após oito semanas de treinamento resistido, de acordo com o grupo experimental.

	<b>G1S (n = 17)</b>	<b>G2S (n = 17)</b>	<b>G3S (n = 16)</b>	<b>Efeito</b>	<b>P</b>
<b>GR (%)</b>					
Pré	38,69 ± 6,70	38,23 ± 5,97	40,04 ± 4,81	Grupo	0,61
Pós	39,19 ± 6,90	38,44 ± 5,89	39,82 ± 4,62	Tempo	0,26
Δ%	+1,3	+0,5	-0,5	Interação	0,23
TE	+0,07	+0,03	-0,04		
<b>Gordura MI (kg)</b>					
Pré	8,14 ± 2,38	7,60 ± 2,00	8,49 ± 1,87	Grupo	0,45
Pós	8,32 ± 2,38	7,89 ± 2,09	8,71 ± 2,13	Tempo	< 0,01
Δ%	+2,2	+3,8	+2,6	Interação	0,78
ES	+0,07	+0,14	+0,11		
<b>Gordura MS (kg)</b>					
Pré	2,51 ± 0,71	2,45 ± 1,11	2,63 ± 0,74	Grupo	0,79
Pós	2,46 ± 0,73	2,51 ± 1,12	2,64 ± 0,77	Tempo	0,88
Δ%	-2,0	+2,4	+0,4	Interação	0,47
TE	-0,06	+0,05	+0,01		
<b>Gordura TC (kg)</b>					
Pré	13,51 ± 4,13	13,41 ± 4,79	14,35 ± 3,74	Grupo	0,85
Pós	13,49 ± 4,25	13,23 ± 4,78	13,78 ± 3,40	Tempo	< 0,05
Δ%	-0,1	-1,3	-4,0	Interação	0,18
TE	-0,01	-0,03	-0,15		

**Nota.** G1S = grupo uma série, G2S = grupo duas séries, G3S = grupo três séries, GR = gordura corporal relativa, MI = membros inferiores, MS = membros superiores, TC = tronco, Δ% = variação entre os momentos pré e pós, TE = tamanho do efeito entre os momentos pré e pós. Valores expressos em média ± desvio padrão.

A figura 9 apresenta os dados do percentual de gordura andróide e ginóide nos três grupos analisados. Não foram reveladas modificações significantes para nenhuma das variáveis analisadas após oito semanas de intervenção, em nenhum dos grupos experimentais ( $P > 0,05$ ). Adicionalmente, não foram encontrados efeito principal do tempo ou interação grupo vs. tempo ( $P > 0,05$ ).



**Figura 9.** Gordura corporal andróide (GA) e ginóide (GG) de mulheres idosas treinadas, antes e após oito semanas de treinamento resistido, de acordo com o grupo experimental. G1S = grupo uma série, G2S = grupo duas séries, G3S = grupo três séries. Valores expressos em média  $\pm$  desvio padrão. Não foram encontrados efeito principal do tempo ou interação grupo vs. tempo ( $P > 0,05$ ).

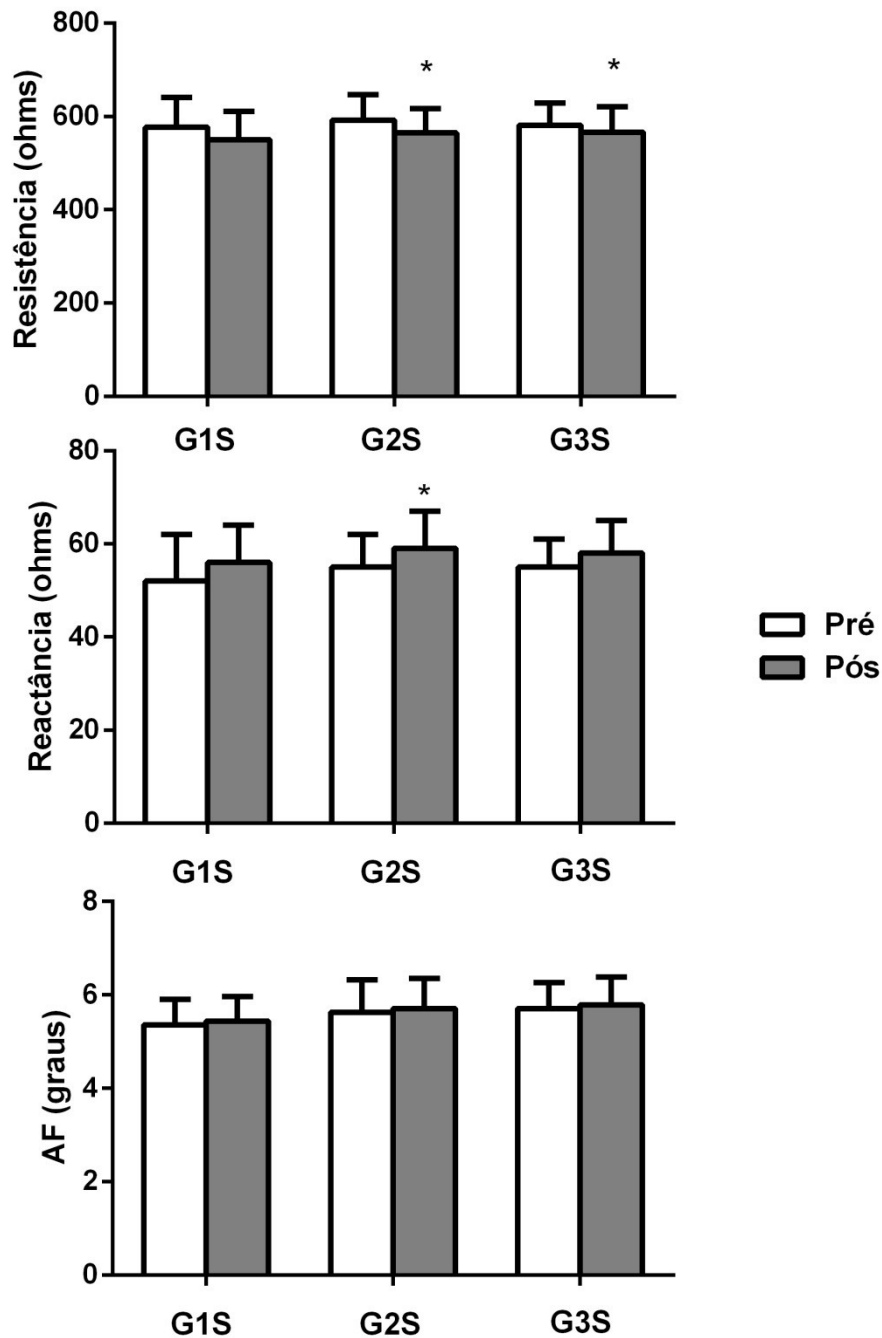
Na tabela 4 são apresentadas informações sobre ACT e suas frações (AIC e AEC). Incrementos na ACT e AIC foram identificados após oito semanas de TR somente no grupo G3S ( $P < 0,05$ ), revelando interação significativa grupo vs. tempo para essas variáveis ( $P < 0,05$ ). Por outro lado, um efeito principal do tempo ( $P < 0,05$ ) foi encontrado para a AEC, embora os incrementos verificados nos três grupos analisados não tenham sido estatisticamente significantes ( $P < 0,05$ ), com tamanhos de efeito variando de +0,08 à +0,22.

**Tabela 4.** Água corporal total (ACT) e suas frações intracelular (AIC) e extracelular (AEC) de mulheres idosas treinadas, antes e após oito semanas de treinamento resistido, de acordo com o grupo experimental.

	<b>G1S (n = 17)</b>	<b>G2S (n = 17)</b>	<b>G3S (n = 16)</b>	<b>Efeito</b>	<b>P</b>
<b>ACT (L)</b>					
Pré	27,2 ± 2,7	26,7 ± 2,7	28,2 ± 3,8	Grupo	0,27
Pós	27,5 ± 3,2	27,3 ± 3,1	29,6 ± 3,9*	Tempo	< 0,001
Δ%	+1,1	+2,4	+4,8	Interação	< 0,05
ES	+0,09	+0,21	+0,35		
<b>AIC (L)</b>					
Pré	14,0 ± 1,6	14,1 ± 1,8	14,9 ± 2,4	Grupo	0,24
Pós	14,2 ± 2,0	14,4 ± 2,1	16,0 ± 2,7*	Tempo	< 0,001
Δ%	+1,2	+2,3	+6,8	Interação	< 0,01
ES	+0,09	+0,16	+0,39		
<b>AEC (L)</b>					
Pré	13,2 ± 1,3	12,6 ± 1,3	13,3 ± 1,6	Grupo	0,29
Pós	13,3 ± 1,4	12,9 ± 1,4	13,6 ± 1,5	Tempo	< 0,01
Δ%	+0,9	+2,5	+2,6	Interação	0,47
ES	+0,08	+0,22	+0,22		

**Nota.** G1S = grupo uma série, G2S = grupo duas séries, G3S = grupo três séries, Δ% = variação entre os momentos pré e pós, TE = tamanho do efeito entre os momentos pré e pós. Valores expressos em média ± desvio padrão. \* $P < 0,05$  vs. pré-treinamento.

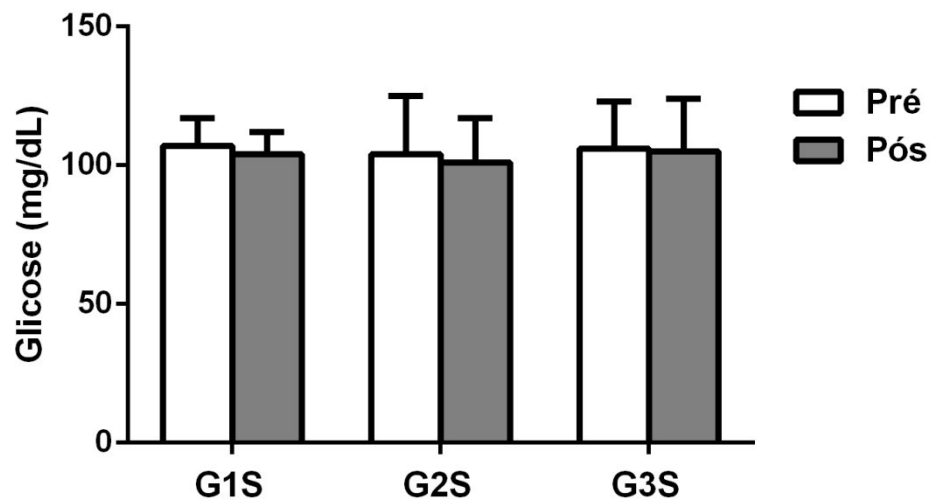
Os valores de resistência, reactância e AF, antes e após oito semanas de TR, são ilustrados na figura 10. Interações grupos vs. tempo ( $P > 0,05$ ) não foram reveladas para nenhuma das variáveis analisadas. Um efeito principal do tempo ( $P < 0,001$ ) foi encontrado para a resistência com redução significativa nos grupos G2S e G3S ( $P < 0,05$ ). De forma similar, um efeito principal do tempo foi revelado para a reactância, contudo, com aumento significativo somente no grupo G2S ( $P < 0,05$ ).



**Figura 10.** Valores de resistência, reactância e ângulo de fase encontrados em mulheres idosas treinadas, antes e após oito semanas de treinamento resistido, de acordo com o grupo experimental. G1S = grupo uma série, G2S = grupo duas séries, G3S = grupo três séries, AF = ângulo de fase. Valores expressos em média  $\pm$  desvio padrão. Efeito principal do tempo para resistência e reactância ( $P < 0,001$ ). \* $P < 0,05$  vs. pré-treinamento.

#### 5.2.4 BIOMARCADORES SANGUÍNEOS

O comportamento da glicose, antes e após oito semanas de intervenção em mulheres idosas treinadas é apresentado na figura 11. Um efeito principal do tempo ( $P < 0,05$ ) indicou redução nas concentrações iniciais, contudo, com tamanhos de efeito de baixa magnitude ou desprezíveis (G1S = -0,33; G2S = -0,15 e G3S = -0,06).



**Figura 11.** Concentrações de glicose em mulheres idosas treinadas, antes e após oito semanas de treinamento resistido, de acordo com o grupo experimental. G1S = grupo uma série, G2S = grupo duas séries, G3S = grupo três séries. Efeito principal do tempo ( $P < 0,05$ ). Valores expressos em média  $\pm$  desvio padrão.

O comportamento do CT, triglicerídeos, LDL-c, e HDL-c, antes e após oito semanas de intervenção em mulheres idosas treinadas é apresentado na tabela 5. Interações grupo vs. tempo não foram encontradas para nenhuma das variáveis ( $P > 0,05$ ). Um efeito principal do tempo ( $P < 0,01$ ) foi revelado para os triglicerídeos, com redução significativa somente no grupo G2S ( $P < 0,05$ ). De forma similar, um efeito principal do tempo ( $P < 0,001$ ) indicou aumento do HDL-c, sem diferenças significantes.

**Tabela 5.** Perfil lipídico de mulheres idosas treinadas, antes e após oito semanas de treinamento resistido, de acordo com o grupo experimental.

	<b>G1S (n = 17)</b>	<b>G2S (n = 17)</b>	<b>G3S (n = 16)</b>	<b>Efeito</b>	<b>P</b>
<b>CT (mg/dL)</b>					
Pré	162 ± 26	192 ± 29	213 ± 34	Grupo	0,10
Pós	188 ± 31	192 ± 36	211 ± 37	Tempo	0,39
Δ%	+16,0	0	-0,9	Interação	0,68
TE	+0,91	< 0,01	-0,05		
<b>TG (mg/dL)</b>					
Pré	119 ± 49	124 ± 43	146 ± 50	Grupo	0,11
Pós	115 ± 42	103 ± 31*	141 ± 42	Tempo	< 0,01
Δ%	-3,4	-17,0	-3,4	Interação	0,17
TE	-0,08	-0,56	-0,10		
<b>LDL-c (mg/dL)</b>					
Pré	121 ± 28	120 ± 27	134 ± 34	Grupo	0,19
Pós	110 ± 34	117 ± 26	133 ± 34	Tempo	0,13
Δ%	-9,1	-2,5	-0,7	Interação	0,40
TE	-0,35	-0,11	-0,02		
<b>HDL-c (mg/dL)</b>					
Pré	52 ± 13	51 ± 15	50 ± 12	Grupo	0,94
Pós	54 ± 13	55 ± 12	53 ± 12	Tempo	< 0,001
Δ%	+3,8	+7,8	+6,0	Interação	0,73
TE	+0,15	+0,29	+0,25		

**Nota.** G1S = grupo uma série, G2S = grupo duas séries, G3S = grupo três séries, TG = triglicerídeos, TE = tamanho do efeito entre os momentos pré e pós, Δ% = variação entre os momentos pré e pós. Valores expressos em média ± desvio padrão. \* $P < 0,05$  vs. pré-treinamento.

## 6 DISCUSSÃO

O principal achado deste estudo foi que uma dose de exercício de menor volume (uma ou duas séries), ao longo de oito semanas de intervenção, foi suficiente para pelo menos manter as adaptações adquiridas por mulheres idosas treinadas submetidas previamente a um protocolo de TR de maior volume (três séries) durante 20 semanas. Adicionalmente, nenhuma das variáveis analisadas em nosso estudo sofreu um processo de destreino com a redução do número de séries, indicando que uma única série por exercício, em programa de TR de corpo inteiro, executado em uma frequência de três vezes por semana, pode contribuir para atenuar os efeitos deletérios do envelhecimento, diferente do observado com a interrupção da prática por algumas semanas, que pode resultar em modificações negativas sobre parâmetros morfológicos, neuromusculares, metabólicos e fisiológicos (AMARANTE DO NASCIMENTO et al., 2018; DOS SANTOS et al., 2016; PADILHA et al., 2015a, 2015b; TAAFFE et al., 2009). Entretanto, a utilização de três séries parece proporcionar ganhos de maior magnitude no que tange ao aumento da força muscular e da hidratação intracelular, concomitantemente com a redução da gordura de tronco, em comparação com séries simples.

Neste estudo, a eficácia do protocolo de TR adotado foi confirmada na final da primeira etapa de intervenção com a melhoria significativa do desempenho motor em testes de 1-RM, indicando ganhos de força para os diferentes segmentos corporais de até 29%, acompanhados de aumento na MME na ordem de 9%. Na segunda etapa da investigação, a redução do número de séries resultou em uma maior progressão das cargas de treinamento nos grupos G1S e G2S quando comparados ao grupo G3S, confirmando a nossa hipótese de que uma diminuição do volume de séries executadas por exercício resultaria em aumento da intensidade. Apesar disso, o maior aumento da intensidade de treino dos grupos G1S e G2S não foi suficiente para compensar o maior volume do grupo G3S no que tange aos ganhos de força muscular estimados por testes de 1-RM, visto que o conjunto de ganhos verificados nos três exercícios analisados, bem como na somatória da CTL, foi maior no grupo G3S, sugerindo que um maior volume de séries pode resultar em maiores ganhos de força muscular, em particular, em mulheres idosas treinadas.

Nossos resultados foram relativamente similares aos encontrados recentemente por Fernández-Lezaun et al. (2017), em um estudo sobre frequência

semanal de TR conduzido com idosos de ambos os sexos. O protocolo de TR durante os três primeiros meses de intervenção foi semelhante para os três grupos experimentais, assim como adotado na primeira etapa do presente estudo. A partir daí um grupo manteve o volume de treino, ao passo que os demais grupos passaram a treinar com volume reduzido (1/3 ou 2/3) por seis meses. Com relação a força muscular, analisada por testes de 1-RM somente no *leg press*, tanto homens quanto mulheres obtiveram aumentos significantes no protocolo inicial, de modo similar aos nossos achados na intervenção 1. Posteriormente, durante seis meses de treinamento, os resultados das mulheres, especificamente, foram semelhantes aos revelados pelo nosso estudo, com incrementos de maior magnitude associados ao maior volume de TR.

Em relação a população analisada, poucos estudos investigaram o efeito da redução do volume de TR. Embora alguns estudos sustentem a efetividade de protocolos de TR com volume reduzidos em pessoas treinadas (BENTON et al., 2011; DIFRANCISCO-DONOGHUE et al., 2007; GOMES et al., 2018), nenhum estudo similar ao nosso foi encontrado na literatura. No estudo conduzido por Bickel et al. (2011), a amostra foi composta por homens jovens e idosos treinados, enquanto Taaffe et al. (1999) combinaram homens e mulheres na amostra investigada.

De forma relativamente similar ao estudo de Trappe et al. (2002) que reportou manutenção dos níveis de força muscular após redução de dois terços no volume de TR em homens, nosso estudo foi o primeiro a revelar que um volume reduzido de séries no TR parece ser suficiente para manter os níveis de força muscular e outras respostas adaptativas em mulheres idosas treinadas. Os achados podem ser considerados de grande relevância considerando que mulheres geralmente apresentam respostas adaptativas diferentes dos homens (FRONTERA et al., 2000b), particularmente, em indicadores morfológicos e de desempenho muscular analisados nesta investigação. Entretanto, as informações produzidas não corroboram os resultados reportados por Bickel et al. (2011) que indicaram que indivíduos mais velhos precisam de um maior volume de treino para manutenção da hipertrofia. Em nosso estudo a realização de uma única série por exercício foi suficiente para manter a massa muscular adquirida em 20 semanas de TR prévio.

Embora existam recomendações sobre a necessidade de progressão do TR para adultos jovens (RATAMESS et al., 2009), até o presente momento não

existem tais recomendações para idosos. Embora o simples reajuste periódico nas cargas de treinamento ao longo do tempo não pareça ser suficiente para promover novas respostas adaptativas (PETERSON et al., 2010), os resultados do nosso estudo demonstraram, com base nas informações do grupo G3S, que é possível continuar ganhando força muscular, mesmo em períodos tempo mais prolongados (pelo menos até 28 semanas) sem manipulação das demais variáveis do TR. Entretanto, um efeito platô foi encontrado nesse grupo para as outras variáveis analisadas, sugerindo que a aplicação de diferentes formas de manipulação das variáveis que compõem os programas de TR, provavelmente, seja necessária, em particular, quando o treinamento é realizado de forma contínua por meses ou anos. O desafio passa a ser desvendar o espaço temporal no qual tais modificações devem ser realizadas.

No nosso estudo, analisamos a progressão das cargas de TR nos três grupos investigados ao longo das 24 sessões de treinamento realizadas nas oito semanas de intervenção. A redução do número de séries permitiu aos grupos G1S e G2S uma maior progressão nas cargas de treinamento (9,9% e 7,9%, respectivamente) do que o grupo G3S (4%). Entretanto, o maior volume de treinamento do grupo G3S aparentemente foi determinante para maiores ganhos de força muscular nos diferentes segmentos corporais. Nesse sentido, faz-se necessárias novas investigações que possam elucidar os possíveis mecanismos envolvidos.

Os resultados do nosso estudo são promissores, uma vez que apontam que mesmo em idosas treinadas uma única série por exercício parece ser suficiente não só para atenuar efeitos deletérios associados ao envelhecimento como gerar adaptações favoráveis relacionadas a indicadores de capacidade funcional (desempenho em testes de 1-RM), componentes da composição corporal e biomarcadores sanguíneos. Em investigações anteriores do nosso laboratório acompanhando mulheres em período de destreinamento, após 12 semanas de interrupção do TR, verificamos: (1) reduções na ordem de 15% na força muscular (PADILHA et al., 2015a); (2) diminuição na MME (1,5%) e no tecido mole e magro apendicular (1,5%) (AMARANTE DO NASCIMENTO et al., 2018); (3) aumento na gordura corporal (2 a 3,6%), declínio da qualidade muscular total (1,6 a 3,2%), aumento da glicose em jejum, do LDL-c e da proteína C-reativa, concomitantemente, a diminuição de HDL-c (RIBEIRO et al., 2016). Esse resultados demonstram a

importância da prática contínua do TR, em particular, para mulheres idosas.

Com relação as adaptações morfológicas, a análise da composição corporal é de suma importância, visto que está estreitamente relacionada a fatores de proteção à saúde e ao risco para desenvolvimento de doenças (CAVALCANTE et al., 2018). As diferentes doses de TR aplicadas em nosso protocolo (uma a três séries por exercício) foram capazes de promover a manutenção da MME e da gordura corporal, além de preservar ou melhorar a hidratação e a saúde celular. Esses achados são consistentes com estudos anteriores do nosso laboratório (CAVALCANTE et al., 2018; RIBEIRO et al., 2015a, 2015b; SOUZA et al., 2017), bem como investigações conduzidas por outros pesquisadores (PETERSON et al., 2010). Alguns estudos anteriores com mulheres idosas não-treinadas (CUNHA et al., 2018b; RIBEIRO, 2015b) apresentaram melhoria em componentes da composição corporal, em especial gordura corporal absoluta e relativa, além de promover diminuição da gordura regional (androide) em mulheres idosas não-treinadas e com excesso de peso (CAVALCANTE et al., 2018).

Devido ao delineamento adotado para este estudo, nenhuma comparação direta pode ser feita com a literatura atual. Entretanto, alguns estudos que investigaram o efeito do volume de TR observaram mudanças na gordura corporal (HADDOCK; WILKIN, 2006; HEDEN et al., 2011; MOOKERJEE; WELIKONICH; RATAMESS, 2016), defendendo que sessões de TR com três séries podem gerar um maior gasto energético quando comparadas a uma série. NUNES et al. (2016) acreditam que além do maior volume de treinamento, provavelmente, causar maior gasto energético durante a sessão de TR (NUNES et al., 2016), tal condição pode favorecer a redução gordura corporal e, conseqüentemente, auxiliar na melhoria do perfil metabólico. Infelizmente, essa hipótese não pode ser investigada no presente estudo pela ausência de medidas da taxa metabólica de repouso. De fato, a manutenção do tecido adiposo ou discreta redução ocorreu sem mudanças nos biomarcadores sanguíneos analisados.

De acordo com o nosso conhecimento, este é o primeiro estudo que investigou o impacto da redução do número de séries em programa de TR sobre indicadores de força muscular, composição corporal e biomarcadores sanguíneos em mulheres idosas. A grande maioria das pesquisas anteriores que se propuseram a analisar os efeitos da variação do volume de TR, se limitaram a avaliar adaptações neuromusculares, em indivíduos do sexo masculino, sem experiência prévia em TR

(IZQUIERDO et al., 2004; TAAFFE et al., 1999; TURPELA et al., 2017). Portanto, os resultados encontrados podem ser considerados interessantes a medida que protocolos em séries múltiplas exigem maior tempo de disponibilidade, proporcionam uma maior demanda energética, aumentam a sobrecarga articular, expondo articulações mais fragilizadas a um maior risco de lesões ao longo do tempo, particularmente, nessa população.

Nosso estudo apresenta algumas importantes limitações que não devem ser desprezadas. O tempo de intervenção no período de redução das séries pode não ter sido suficiente para análise, sobretudo, do comportamento dos biomarcadores metabólicos. Mudanças na composição podem ser influenciadas pelos hábitos alimentares e níveis de atividade física habitual que não foram controlados nessa investigação. Adicionalmente, medidas do gasto energético poderiam auxiliar na interpretação das respostas adaptativas encontradas em componentes da composição corporal. As informações encontradas na presente investigação foram obtidas em amostra de mulheres idosas previamente treinadas e fisicamente independentes, não devendo ser extrapoladas para outras populações. A ausência de variação na manipulação da maioria das variáveis que compuseram o programa de TR (número de exercícios, ordem de execução, número de repetições, velocidade de execução, frequência semanal e sistema de treinamento) ao longo das 28 semanas de acompanhamento pode ter favorecido o estabelecimento de um suposto platô adaptativo em algumas das variáveis analisadas, apesar das cargas serem ajustadas frequentemente. Além disso, no geral, as mulheres investigadas apresentavam um perfil metabólico adequado para saúde, o que pode ter impactado nas respostas relativamente estáveis encontradas para a glicose e para o perfil lipídico.

Os resultados encontrados no presente estudo favorecem a tomada de decisão para a precisão do TR para mulheres idosas treinadas, em diversas situações, tais como: restrição de tempo, uso de dietas restritivas e articulações fragilizadas, cuja redução no número de séries por exercício ou a execução de séries simples pode ser uma boa alternativa. Por outro lado, quando o objetivo for aumentar o gasto energético da sessão ou maximizar os ganhos de força a adoção de séries múltiplas pode favorecer melhores respostas adaptativas.

## 7 CONCLUSÃO

A redução do número de séries por exercício proporcionou uma maior evolução nas cargas de treinamento, embora três séries tenham sido mais eficientes, no geral, para a melhoria do desempenho em testes de 1-RM do que uma ou duas séries. Entretanto, o comportamento da massa muscular e da gordura corporal não parece ser afetado pela redução no número de séries. Adicionalmente, a utilização de três séries pode proporcionar ganhos de força muscular de maior magnitude e maiores incrementos de água intracelular, concomitantemente com maior redução da gordura de tronco do que o uso de séries simples. Portanto, os resultados do presente estudo sugerem que a redução do volume de TR de três séries para uma ou duas séries, durante oito semanas de intervenção, parece ser suficiente para pelo menos manter os benefícios adquiridos ao longo de 20 semanas de treinamento, com relação a força muscular, composição corporal e biomarcadores sanguíneos, em mulheres idosas treinadas.

**REFERÊNCIAS**

- AHN, N.; KIM, K. Effects of 12-week exercise training on osteocalcin, high-sensitivity C-reactive protein concentrations, and insulin resistance in elderly females with osteoporosis. **Journal of Physical Therapy Science**, v. 28, n. 8, p. 2227–2231, ago. 2016.
- AMARANTE DO NASCIMENTO, M. et al. Familiarization and reliability of one repetition maximum strength testing in older women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 20, n. 6, p. 1636–1642, jun. 2013.
- AMARANTE DO NASCIMENTO, M. et al. Effect of resistance training with different frequencies and subsequent detraining on muscle mass and appendicular lean soft tissue, IGF-1, and testosterone in older women. **European Journal of Sport Science**, 2018 [Epub ahead of print].
- AMIRTHALINGAM, T. et al. Effects of a modified German Volume Training program on muscular hypertrophy and strength. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n. 11, p. 3109–3119, nov. 2017.
- ARAÚJO, M. R.; OKANO, A. H.; MARSON, R. A. Série simples versus séries múltiplas: efeitos sobre o treinamento e destreinamento da força máxima em mulheres jovens. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**, v. 5, n. 1, p. 34–41, jan/dez. 2006.
- ARAZI, H.; ASADI, A. Effects of 8 weeks equal-volume resistance training with different workout frequency on maximal strength, endurance and body composition. **International Journal of Sports Science and Engineering**, v. 05, n. 02, p. 112–118, maio 2011.
- BARQUILHA, G. et al. Efeito de diferentes intervalos de recuperação sobre a resistência de força em indivíduos de ambos os sexos. **Revista da Educação Física**, v. 24, n. 2, p. 261–268, abr. 2013.
- BAZ-VALLE, E.; FONTES-VILLALBA, M.; SANTOS-CONCEJERO, J. Total number of sets as a training volume quantification method for muscle hypertrophy: a systematic review. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 2018 [Epub ahead of print].
- BENTON, M. J. et al. Short-term effects of resistance training frequency on body composition and strength in middle-aged women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 25, n. 11, p. 3142–3149, nov. 2011.
- BICKEL, C. S.; CROSS, J. M.; BAMMAN, M. M. Exercise dosing to retain resistance training adaptations in young and older adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 43, n. 7, p. 1177–1187, jul. 2011.
- BORDE, R.; HORTOBÁGYI, T.; GRANACHER, U. Dose–response relationships of resistance training in healthy old adults: a systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 45, n. 12, p. 1693–1720, dez. 2015.

CARNEIRO, N. H. et al. Effects of different resistance training frequencies on flexibility in older women. **Clinical Interventions in Aging**, v. 10, p. 531-538, mar. 2015.

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

CINTINEO, H. P. et al. Acute physiological responses to an intensity-and time-under-tension-equated single- vs. multiple-set resistance training bout in trained men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 2018 [Epub ahead of print].

COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associate, 1988. 474 p.

CONCEIÇÃO, M. S. et al. Sixteen weeks of resistance training can decrease the risk of metabolic syndrome in healthy postmenopausal women. **Clinical Interventions in Aging**, v. 8, n. 1, p. 1221–1228, set. 2013.

CORREA, C. S. et al. Effects of strength training, detraining and retraining in muscle strength, hypertrophy and functional tasks in older female adults. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 36, n. 4, p. 306–310, jul. 2016.

CUNHA, P. M. **Efeito do treinamento com pesos em série simples e séries múltiplas sobre a força muscular, composição corporal e biomarcadores sanguíneos em mulheres idosas**. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Centro de Educação Física e Esporte, Universidade Estadual de Londrina. Londrina, p. 70. 2017.

CUNHA, P. M. et al. Resistance training performed with single and multiple sets induces similar improvements in muscular strength, muscle mass, muscle quality, and IGF-1 in older women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 2018a [Epub ahead of print].

CUNHA, P. M. et al. The effects of resistance training volume on osteosarcopenic obesity in older women. **Journal of Sports Sciences**, v. 36, n. 14, p. 1564–1571, jul. 2018b.

CUNHA, P. M.; TOMELERI, C. M.; NASCIMENTO, M. A. Improvement of cellular health indicators and muscle quality in older women with different resistance training volumes. **Journal of Sports Sciences**, 2018c [Epub ahead of print].

CYRINO, E. S. et al. Perfil morfológico de culturistas Brasileiros de elite em período competitivo. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 14, n. 5, p. 460–465, jul. 2008.

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

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

- FARAH, B. Q. et al. Effects of rest interval length on rating of perceived exertion during a multiple-set resistance exercise. **Perceptual and Motor Skills**, v. 115, n. 1, p. 273–282, 2012.
- FERNÁNDEZ-LEZAUN, E. et al. Effects of resistance training frequency on cardiorespiratory fitness in older men and women during intervention and follow-up. **Experimental Gerontology**, v. 95, p. 44–53, set. 2017.
- FISHER, J. et al. Evidence-based resistance training recommendations. **Medicina Sportiva**, v. 15, n. 3, p. 147–162, set. 2011.
- FORTALEZA, A. C. S. et al. Gordura corporal total e do tronco e o desempenho da marcha em mulheres na menopausa. **Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia**, v. 36, n. 4, p. 176–181, mar. 2014.
- FRONTERA, W. R. et al. Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study. **Journal of Applied Physiology**, v. 88, n. 4, p. 1321–1326, abr. 2000a.
- FRONTERA, W. R. et al. Skeletal muscle fiber quality in older men and women. **American Journal of Physiology. Cell physiology**, v. 279, n. 3, p. 611-618, set. 2000b.
- GALVÃO, D. A.; TAAFFE, D. R. Resistance exercise dosage in older adults: single-versus multiset effects on physical performance and body composition. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 53, n. 12, p. 2090–2097, dez. 2005.
- GARBER, C. E. et al. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 43, n. 7, p. 1334–1359, jul. 2011.
- GENTIL, P. et al. Effects of equal-volume resistance training performed one or two times a week in upper body muscle size and strength of untrained young men. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 55, n. 3, p. 144–149, mar. 2015.
- GERAGE, A. M. et al. Cardiovascular adaptations to resistance training in elderly postmenopausal women. **International Journal of Sports Medicine**, v. 34, n. 9, p. 806–813, set. 2013.
- GOMES, G. K. et al. High-frequency resistance training is not more effective than low-frequency resistance training in increasing muscle mass and strength in well-trained men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 2018 [Epub ahead of print].
- 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. The effects of short versus long inter-set rest intervals in resistance training on measures of muscle hypertrophy: A systematic review. **European Journal of Sport Science**, v. 17, n. 8, p. 983–993, set. 2017.

GRGIC, J. et al. Effect of resistance training frequency on gains in muscular strength: a systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 48, n. 5, p. 1207–1220, mai. 2018a.

GRGIC, J. et al. Effects of rest interval duration in resistance training on measures of muscular strength: a systematic review. **Sports Medicine**, v. 48, n. 1, p. 137–151, set. 2018b.

GURJÃO, A. L. D. et al. Effect of strength training on rate of force development in older women. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v. 83, p. 268-275, jun. 2012.

HADDOCK, B. L.; WILKIN, L. D. Resistance training volume and post exercise energy expenditure. **International Journal of Sports Medicine**, v. 27, n. 2, p. 143–148, fev. 2006.

HEDEN, T. et al. One-set resistance training elevates energy expenditure for 72 h similar to three sets. **European Journal of Applied Physiology**, v. 111, n. 3, p. 477–484, 2011.

HUOVINEN, V. et al. Bone mineral density is increased after a 16-week resistance training intervention in elderly women with decreased muscle strength. **European Journal of Endocrinology**, v. 175, n. 6, p. 571–582, dez. 2016.

IVEY, F. M. et al. Effect of two different weekly resistance training frequencies on muscle strength and blood pressure in normotensive older women. **The Journals of Gerontology: Biological Sciences**, v. 55, n. 3, p. 152-157, mar. 2000.

IZQUIERDO, M. et al. Once weekly combined resistance and cardiovascular training in healthy older men. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 36, n. 3, p. 435–443, 2004.

KEMMLER, W. K. et al. Effects of single- vs. multiple-set resistance training on maximum strength and body composition in trained postmenopausal women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 18, n. 4, p. 689–694, nov. 2004.

KIM, J. et al. Intermuscular adipose tissue-free skeletal muscle mass: estimation by dual-energy X-ray absorptiometry in adults. **Journal of Applied Physiology**, v. 97, n. 2, p. 655–660, ago. 2004.

KOSEK, D. J. et al. Efficacy of 3 days/wk resistance training on myofiber hypertrophy and myogenic mechanisms in young vs. older adults. **Journal of Applied Physiology**, v. 101, n. 2, p. 531–544, ago. 2006.

KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 36, n. 4, p. 674–688, abr. 2004.

KRIEGER, J. W. Single vs. multiple sets of resistance exercise for muscle hypertrophy: a meta-analysis. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 4, p. 1150–1159, abr. 2010.

KUMAR, V. et al. Age-related differences in the dose-response relationship of muscle protein synthesis to resistance exercise in young and old men. **Journal of Physiology**, v. 587, n. 1, p. 211–217, jan. 2009.

LINS-FILHO, O. L.; ROBERTSON, R. J.; FARAH, B. Q. Effects of exercise intensity on rating of perceived exertion during a multiple-set resistance exercise session. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 26, n. 2, p. 466–472, fev. 2012.

MALTAIS, M. L.; DESROCHES, J.; DIONNE, I. J. Changes in muscle mass and strength after menopause. **Journal of Musculoskeletal & Neuronal Interactions**, v. 9, n. 4, p. 186–197, out/dez. 2009.

MARSHALL, P. W. M.; MCEWEN, M.; ROBBINS, D. W. Strength and neuromuscular adaptation following one, four, and eight sets of high intensity resistance exercise in trained males. **European Journal of Applied Physiology**, v. 111, n. 12, p. 3007–3016, dez. 2011.

MILLER, A. E.; MACDOUGALL, J. D.; TARNOPOLSKY, M. A. Gender differences in strength and muscle fiber characteristics. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 66, n. 3, p. 254-262, mar. 1993.

MITCHELL, C. J. et al. Resistance exercise load does not determine training-mediated hypertrophic gains in young men. **Journal of Applied Physiology**, v. 113, n. 1, p. 71–77, jul. 2012.

MOOKERJEE, S.; WELIKONICH, M. J.; RATAMESS, N. R. Comparison of energy expenditure during single-set vs. multiple-set resistance exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 5, p. 1447–1452, maio 2016.

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

NGUYEN, L. T. et al. Contribution of bone turnover markers to the variation in bone mineral density: a study in vietnamese men and women. **Osteoporosis International**, 2018 [Epub ahead of print].

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

NUNES, J. P. et al. Creatine supplementation elicits greater muscle hypertrophy in upper than lower limbs and trunk in resistance-trained men. **Nutrition and Health**, v. 23, n. 4, p. 223–229, dez. 2017a.

NUNES, P. R. P. et al. Muscular strength adaptations and hormonal responses after two different multiple-set protocols of resistance training in postmenopausal women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 2017b [Epub ahead of print].

- OSTROWSKI, K. The effect of weight training volume on hormonal output and muscular size and function. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 11, n. 1, p. 148–154, ago. 1997.
- PADILHA, C. S. et al. Effect of resistance training and detraining on the oxidative stress in obese older women. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v. 17, n. 5, p. 517–526, 2015a.
- PADILHA, C. S. et al. Effect of resistance training with different frequencies and detraining on muscular strength and oxidative stress biomarkers in older women. **Age**, v. 37, n. 5, p. 104, out. 2015b.
- PETERSON, M. D. et al. Resistance exercise for muscular strength in older adults: a meta-analysis. **Ageing Research Reviews**, v. 9, n. 3, p. 226–237, jul. 2010.
- PINTO, R. S. et al. Short-term strength training improves muscle quality and functional capacity of elderly women. **Age**, v. 36, n. 1, p. 365–372, fev. 2014.
- RADAELLI, R. et al. Low- and high-volume strength training induces similar neuromuscular improvements in muscle quality in elderly women. **Experimental Gerontology**, v. 48, n. 8, p. 710–716, ago. 2013.
- RALSTON, G. W. et al. The effect of weekly set volume on strength gain: a meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 47, n. 12, p. 2585–2601, dez. 2017.
- RATAMESS, A. et al. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 41, n. 3, p. 687–708, mar. 2009.
- RHEA, M. R.; ALVAR, B. A.; BURKETT, L. N. Single versus multiple sets for strength: a meta-analysis to address the controversy. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v. 73, n. 4, p. 485–488, dez. 2002.
- RHEA, M. R.; ALVAR, B. A.; BURKETT, L. N. A meta-analysis to determine the dose response for strength development. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 35, n. 3, p. 456–464, mar. 2003.
- RIBEIRO, A. S. et al. Resistance training promotes increase in intracellular hydration in men and women. **European Journal of Sport Science**, v. 14, n. 6, p. 578–585, 2014.
- RIBEIRO, A. S. et al. Analysis of the training load during a hypertrophy-type resistance training programme in men and women. **European Journal of Sport Science**, v. 15, n. 4, p. 256–264, jul. 2015a.
- RIBEIRO, A. S. et al. Resistance training in older women: comparison of single vs. multiple sets on muscle strength and body composition. **Isokinetics and Exercise Science**, v. 23, n. 1, p. 53–60, 2015b.
- RIBEIRO, A. S. et al. Effect of two- versus three-way split resistance training routines on body composition and muscular strength in bodybuilders: a pilot study. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 25, n. 6, p. 559–565, dez. 2015c.

- RIBEIRO, A. S. et al. Effect of resistance training on C-reactive protein, blood glucose and lipid profile in older women with differing levels of RT experience. **Age**, v. 37, n. 6, p. 109, dez. 2015d.
- RIBEIRO, A. S. et al. Traditional and pyramidal resistance training systems improve muscle quality and metabolic biomarkers in older women: a randomized crossover study. **Experimental Gerontology**, v. 79, n. 15, p. 8–15, mar. 2016.
- RIBEIRO, A. S. et al. Effect of resistance training systems on oxidative stress in older women. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 27, n. 5, p. 439–447, out. 2017.
- RIBEIRO, A. S. et al. Effects of single set resistance training with different frequencies on a cellular health indicator in older women. **Journal of Aging and Physical Activity**, v. 26, p. 537-543, out. 2018.
- ROETERS, J. E. et al. Risk factors for coronary heart disease: implications of gender. **Cardiovascular Research**, v. 53, p. 538–549, fev. 2002.
- SARDINHA, L. B. et al. Comparison of air displacement plethysmography with dual-energy X-ray absorptiometry and 3 field methods for estimating body composition in middle-aged men. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 68, n. 4, p. 786–93, out. 1998.
- SCHANTZ, P. et al. Muscle fibre type distribution, muscle cross-sectional area and maximal voluntary strength in humans. **Acta Physiologica Scandinavica**, v. 117, n. 2, p. 219-226, fev. 1983.
- SCHIAVONI, D. et al. Efeito hipotensivo de duas diferentes sessões de treinamento com pesos em indivíduos normotensos. **Revista de Educação Física/UEM Maringá**, v. 18, p. 98–101, set. 2007.
- SCHOENFELD, B. J. Does Exercise-induced muscle damage play a role in skeletal muscle hypertrophy? **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 26, n. 5, p. 1441–1453, mai. 2012.
- SCHOENFELD, B. S. et al. Effects of different volume-equated resistance training loading strategies on muscular adaptations in well-trained men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 28, n. 10, p. 2909–2918, out. 2014.
- SCHOENFELD, B. J. et al. Effects of low- vs. high-load resistance training on muscle strength and hypertrophy in well-trained men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 10, p. 2954–2963, out. 2015a.
- SCHOENFELD, B. J. et al. Influence of resistance training frequency on muscular adaptations in well-trained men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 7, p. 1821–1829, 2015b.
- SCHOENFELD, B. J. et al. Differential effects of heavy versus moderate loads on measures of strength and hypertrophy in resistance-trained men. **Journal of Sports Sciences and Medicine**, v. 15, n. 4, p. 715–722, 2016.

SCHOENFELD, B. J.; GRGIC, J. Evidence-based guidelines for resistance training volume to maximize muscle hypertrophy. **Strength and Conditioning Journal**, 2017 [Epub ahead of print].

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

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

SILVA, R. G. et al. Effect of two different weekly resistance training frequencies on muscle strength and blood pressure in normotensive older women. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 19, n. 1, p. 118–127, mai. 2017.

SOUZA, M. F. et al. Effect of resistance training on phase angle in older women: a randomized controlled trial. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 27, n. 11, p. 1308–1316, nov. 2017.

TAAFFE, D. R. et al. Once-weekly resistance exercise improves muscle strength and neuromuscular performance in older adults. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 47, n. 10, p. 1208–1214, out. 1999.

TAAFFE, D. R. et al. Alterations in muscle attenuation following detraining and retraining in resistance-trained older adults. **Gerontology**, v. 55, n. 2, p. 217–223, dez. 2009.

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

TOMELERI, C. M. et al. Resistance exercise order does not affect the magnitude and duration of post-exercise blood pressure in older women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 2017 [Epub ahead of print].

TOMELERI, C. M. et al. Resistance training reduces metabolic syndrome and inflammatory markers in older women: a randomized controlled trial. **Journal of Diabetes**, v. 10, n. 4, p. 328–337, out. 2018.

TRAPPE, S.; WILLIAMSON, D.; GODARD, M. Maintenance of whole muscle strength and size following resistance training in older men. **The Journals of Gerontology: Biological Sciences and Medical Science**, v. 57, n. 4, p. 138–143, abr. 2002.

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

WANNAMETHEE, S. G. et al. Decreased muscle mass and increased central adiposity are independently related to mortality in older men. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 86, n. 5, p. 1339–1346, nov. 2007.

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

WITARD, O. C.; JACKMAN, S. R.; BREEN, L. et al. Myofibrillar muscle protein synthesis rates subsequent to a meal in response to increasing doses of whey protein at rest and after resistance exercise. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 99, n. 1, p. 86–95, abr. 2014.

## **APÊNDICES**

APÊNDICE A  
Entrevista – Projeto idosas

**NOME:** \_\_\_\_\_

**TELEFONE:**()\_\_\_\_\_ **IDADE:** \_\_\_\_\_anos **NASCIMENTO** \_\_/\_\_/\_\_

**ENDEREÇO:** \_\_\_\_\_

**ANAMNESE**

1) Você possui algum problema cardiovascular ou metabólico?

()Sim ()Não

()Hipertensão ()Diabetes ()Colesterol/Triglicérides Elevado  
()Hipoglicemia

2) Você está acima ou abaixo do seu peso desejado?

()Sim ()Não Caso positivo, quanto? \_\_\_\_\_

3) Você possui algum problema osteomuscular?

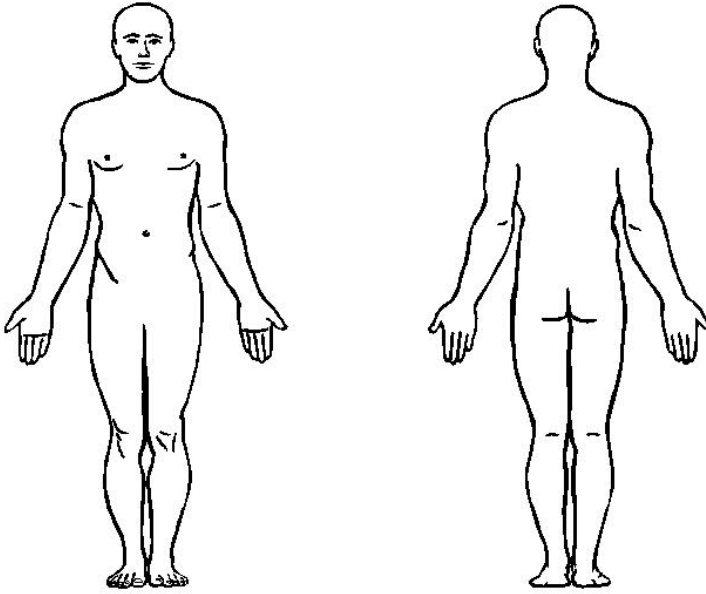
()Sim ()Não

()Fibromialgia ()Artrite ()Artrose ()Bico de papagaio ()Hérnia de disco ()Lesão Muscular ()Desgaste Ósseo

4) Você vai com frequência (pelo menos uma vez ao ano) ao médico?

()Sim ()Não Caso positivo, qual? \_\_\_\_\_

- 5) Alguma vez o médico disse que você não pode fazer exercícios físicos?  
()Sim ()Não Caso positivo, porque? \_\_\_\_\_
- 6) Você faz uso diário de algum medicamento?  
()Sim ()Não Caso positivo, qual e porquê? \_\_\_\_\_
- 7) Você é fumante?  
()Sim ()Não Caso positivo, quantos cigarros por dia? \_\_\_\_\_
- 8) Você faz uso de bebida alcoólica com frequência (mais que duas vezes por semana)?  
()Sim ()Não Caso positivo, quanto? \_\_\_\_\_
- 9) Você tem realizado exercício físico regularmente nos últimos seis meses?  
()Sim ()Não Caso positivo, qual? \_\_\_\_\_
- 10) Utilizando o corpo desenhado logo abaixo, em qual parte você sente dor?  
Sinalize com uma seta o local e coloque o motivo.



11) Você tem alguma viagem/cirurgia marcada para os próximos 12 meses?  
() Sim () Não Caso positivo, qual? \_\_\_\_\_

12) Qual horário de treinamento a senhora pode participar?  
() 8:30 hs () 9:30 hs () 10:30 hs

## APÊNDICE B

## 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 a participar da pesquisa **“Impacto de diferentes frequências semanais ao treinamento com pesos em mulheres idosas”** (CADASTRO PROPPG N° 07815), a ser realizada no município de Londrina/PR. O objetivo desta pesquisa será analisar o efeito de um programa de treinamento com pesos sobre parâmetros morfológicos, metabólicos e de desempenho de 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 32 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;

(7) Avaliação da aptidão neuromuscular pelos testes de uma repetição máxima (teste realizado em três exercícios para os segmentos de MS, MI e TC, 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. O 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 do participante. Lembramos que não será cobrada taxa alguma por estas avaliações. Da mesma forma, não será paga quantia alguma aos participantes.

Ao final do estudo, comprometemo-nos a retornar com os resultados de todas as avaliações, que serão entregues aos participantes. Espera-se, com essa pesquisa, proporcionar informações que possam 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. 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 Rodovia Celso Garcia Cid, km 380 – Campus Universitário, telefone (43) 3371-4000. 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.

---

**Edilson Serpeloni Cyrino**

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

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

Data: \_\_/\_\_/2015

**ANEXO**

## ANEXO A

## Carta de aprovação do projeto pelo comitê de ética

 <b>UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA</b>		 <b>PARANÁ</b> GOVERNO DO ESTADO
<b>COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS</b> Universidade Estadual de Londrina Registro CONEP 5231		
Parecer CEP/UEL:	048/2012	
CAAE:	01893712.5.0000.5231	
Processo:	10656/2012	
Pesquisador(a):	Edilson Serpeloni Cyrino	
Unidade/Órgão:	CEFE – Departamento de Educação Física	
Prezado(a) Senhor(a):  O "Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina" (Registro CONEP 5231) – de acordo com as orientações da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS e Resoluções Complementares, avaliou o projeto:  <b>"IMPACTO DE DIFERENTES FREQUÊNCIAS SEMANAIS AO TREINAMENTO COM PESOS EM MULHERES IDOSAS"</b>		
Situação do Projeto: <b>Aprovado</b>  Informamos que deverá ser comunicada, por escrito, qualquer modificação que ocorra no desenvolvimento da pesquisa, bem como deverá ser encaminhado ao CEP/UEL relatório final da pesquisa, conforme prevê a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS e Resoluções Complementares.		
Londrina, 23 de agosto de 2012.   <b>Prof. Dra. Alexandrina Aparecida Maciel Cardelli</b> Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos Universidade Estadual de Londrina		