



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

PAOLO MARCELLO DA CUNHA FABRO

**EFEITO DO TREINAMENTO COM PESOS EM SÉRIE SIMPLES E  
SÉRIES MÚLTIPLAS SOBRE A FORÇA MUSCULAR,  
COMPOSIÇÃO CORPORAL E BIOMARCADORES SANGUÍNEOS  
EM MULHERES IDOSAS**

PAOLO MARCELLO DA CUNHA FABRO

**EFEITO DO TREINAMENTO COM PESOS EM SÉRIE SIMPLES E  
SÉRIES MÚLTIPLAS SOBRE A FORÇA MUSCULAR,  
COMPOSIÇÃO CORPORAL E BIOMARCADORES SANGUÍNEOS  
EM MULHERES IDOSAS**

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

Orientador: Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino.  
Coorientador: Prof. Dr. Roberto F. Costa.

Londrina  
2017

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

Fabro, Paolo .

EFEITO DO TREINAMENTO COM PESOS EM SÉRIE SIMPLES E SÉRIES MÚLTIPLAS SOBRE A FORÇA MUSCULAR, COMPOSIÇÃO CORPORAL E BIOMARCADORES SANGUÍNEOS EM MULHERES IDOSAS / Paolo Fabro. - Londrina, 2017.  
70 f.

Orientador: Edilson Cyrino.

Coorientador: ROBERTO FERNANDES DA COSTA .

Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Educação Física e Esportes, Programa de Pós-Graduação em Educação Física, 2017.

Inclui bibliografia.

1. treinamento com pesos - Tese. 2. envelhecimento - Tese. 3. força muscular - Tese. I. Cyrino, Edilson . II. , ROBERTO FERNANDES DA COSTA. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Educação Física e Esportes. Programa de Pós-Graduação em Educação Física. IV. Título.

PAOLO MARCELLO DA CUNHA FABRO

**EFEITO DO TREINAMENTO COM PESOS EM SÉRIE SIMPLES E  
SÉRIES MÚLTIPLAS SOBRE A FORÇA MUSCULAR, COMPOSIÇÃO  
CORPORAL E BIOMARCADORES SANGUÍNEOS EM MULHERES  
IDOSAS**

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

**BANCA EXAMINADORA**

---

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

---

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

---

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

Londrina, 07 de março de 2017.

## **AGRADECIMENTOS**

Muitas pessoas fizeram parte da minha formação ate o momento e cada uma delas teve de alguma forma, grande importância para tal conquista.

Inicialmente, minha família teve uma importante participação na minha trajetória ate o momento, principalmente na figura de meu pai e minha mãe. Onde se não fosse o apoio emocional e também financeiro nada disso seria possível.

Além deles, tenho uma enorme gratidão como todo grupo GEPEMENE, pois se não fosse eles eu não teria condições de realizar tal trabalho. Cada integrante do grupo tem uma participação muito importante nessa minha formação e realização deste trabalho. Mas em especial duas pessoas foram fundamentais nessa etapa. Uma delas foi a Prof<sup>o</sup> Crisieli, pois desde a minha chegada ao grupo me acolheu e se dispôs a ajudar em tudo que fosse necessário, onde tenho grande admiração pela profissional e pela pessoa que e. Além dela, outra pessoa que me fez crescer muito academicamente foi o Prof<sup>o</sup> Alex, onde me ajudou e ensinou varias coisas que levo comigo daqui em diante.

Ao Prof<sup>o</sup> Edilson, tenho uma enorme gratidão por ter me aceitado como seu orientando e por ter compartilhado comigo suas experiências e conhecimentos que levarei para o resto da minha vida.

Agradeço também a CAPES e CNPq, pela bolsa de mestrado e pelo financiamento do nosso projeto onde conseguimos colocar em pratica nosso estudo.

Enfim, tem muitas pessoas que não citei seus nomes mas podem ter certeza que cada um de vocês foi fundamental para essa conquista. Muito obrigado a todos.

FABRO, Paolo Marcello da Cunha. **Efeito do treinamento com pesos em série simples e séries múltiplas sobre a força muscular, composição corporal e biomarcadores sanguíneos em mulheres idosas.** 2017. 70 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017.

## RESUMO

O processo de envelhecimento acarreta inúmeras modificações morfológicas, metabólicas, fisiológicas e neuromusculares. Algumas dessas mudanças podem ser atenuadas ou até mesmo revertidas pela prática regular de exercícios com pesos. Entretanto, muitas das respostas associadas ao treinamento com pesos (TP) parecem ser protocolo-dependentes. Assim, o objetivo deste estudo foi comparar o efeito de um programa de TP realizado em séries simples ou séries múltiplas sobre a força muscular, composição corporal e biomarcadores sanguíneos em mulheres idosas não-treinadas. Para tanto, a amostra selecionada foi dividida aleatoriamente em três grupos, a saber: (1) grupo série simples (SS); (2) grupo séries múltiplas (SM); (3) grupo controle (GC). Os grupos SS e SM foram submetidos a 12 semanas de TP, com frequência de três sessões por semana. O protocolo de TP foi composto por oito exercícios que foram executados em séries simples ou séries múltiplas de 10-15 repetições. As variáveis analisadas foram força muscular, composição corporal, qualidade muscular de membros inferiores (QMI) e superiores (QMS), qualidade muscular total (QMT) e biomarcadores sanguíneos (glicose, colesterol total, HDL-c, VLDL-c, LDL-c, triglicerídeos, proteína C-reativa e IGF-1). Ambos os grupos (SS e SM) aumentaram a força muscular, MIGO, MIGO MS, MIGO total e das concentrações de IGF-1 quando comparados ao GC ( $P < 0,05$ ). A gordura corporal e 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, sem diferenças entre eles ( $P > 0,05$ ). A prática do TP resultou em melhoria da QMI, QMS e QMT ( $P < 0,05$ ), contudo, não modificou as concentrações de HDL-c e VLDLc ( $P > 0,05$ ), independente do uso de séries simples ou séries múltiplas. Os resultados sugerem 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.

**Palavras-chave:** Envelhecimento. Treinamento resistido. Força máxima; Gordura corporal. Massa muscular. Metabolismo.

FABRO, Paolo Marcello da Cunha. **Effect of resistance training in single-sets and multiplesets on muscle strength, body composition and blood biomarkers in elderly women.** 2017. 70 p. Dissertation (Masters degree in Physical Education) – University State of Londrina, Londrina, 2017.

## ABSTRACT

The aging process entails numerous morphological, metabolic, physiological and neuromuscular modifications. Some of these changes can be attenuated or even reversed by regular exercise with weights. However, many of the responses associated with resistance training (RT) appear to be protocol-dependent. Thus, the purpose of this study was to compare the effect of a RT program performed in single series or multiple series on muscle strength, body composition and blood biomarkers in untrained elderly women. For this, the selected sample was randomly divided into three groups, namely: (1) simple series group (SS); (2) multiple series group (SM); (3) control group (CG). The SS and SM groups were submitted to 12 weeks of RT, with a frequency of three sessions per week. The RT protocol was composed of eight exercises that were performed in single set or multiple sets of 10-15 repetitions. The variables analyzed were muscle strength, body composition, lower limb quality (IMQ) and superior (SMQ), total muscle quality (TMQ) and blood biomarkers (glucose, total cholesterol, HDL-c, VLDL-c, LDL-c, C reactive protein and IGF-1). Both groups (SS and SM) increased muscle strength, MIGO, MIGO MS, total MIGO and IGF-1 concentrations when compared to GC ( $P < 0.05$ ). Body fat and total cholesterol, triglycerides, LDL-c, glucose and C-reactive protein concentrations were reduced ( $P < 0.05$ ) in both the SS and SM groups, with no differences between them ( $P > 0.05$ ). The RT practice resulted in improvement of QMI, QMS and QMT ( $P < 0.05$ ), however, did not modify HDL-c and VLDLc concentrations ( $P > 0.05$ ), regardless of the use of single set or multiple sets. The results suggest that 12 weeks of RT can improve muscle strength, body composition and metabolic behavior of untrained elderly women, regardless of the use of one or three sets per exercise.

**Keywords:** Aging. Resistance training. Maximum strength. Body fat. Muscle mass. Metabolism.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1-</b> Características físicas e condições clínicas das participantes.....	36
<b>Tabela 2-</b> Carga máxima levantada (1-RM) nos exercícios supino, cadeira extensora e rosca scott nos momentos pre e pós-intervenção .....	38
<b>Tabela 3-</b> Massa insenta de gordura e osso (MIGO) de membros inferiores (MIGO MI), superiores (MIGO MS) e total (MIGO Total), antes e após 12 semanas de intervenção.....	40
<b>Tabela 4-</b> Qualidade muscular de membros inferiores (QMI), superiores (QMS) e total (QMT), antes e após 12 semanas de intervenção .....	41
<b>Tabela 5-</b> Gordura corporal relativa e absoluta e adiposidade androide, antes e após 12 semanas de intervenção, em mulheres idosas .....	42
<b>Tabela 6-</b> Água corporal total (ACT) e suas frações intracelular (AIC) e extracelular (AEC), antes e após 12 semanas de intervenção, mulheres idosas .....	43
<b>Tabela 7-</b> Colesterol total, triglicérides, LDL-c, VLDL-c e HDL-c, antes e após 12 semanas de intervenção em mulheres idosas.....	44
<b>Tabela 8-</b> Glicose, proteína C-reativa e IGF-1 em jejum, antes e após 12 semanas de intervenção em mulheres idosas .....	45

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>14</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo geral</b> .....	<b>14</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos específicos</b> .....	<b>14</b>
<b>3</b>	<b>Hipóteses</b> .....	<b>15</b>
<b>4</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>16</b>
<b>4.1</b>	<b>Envelhecimento</b> .....	<b>16</b>
<b>4.1.1</b>	<b>Força Muscular</b> .....	<b>16</b>
<b>4.1.2</b>	<b>Composição Corporal</b> .....	<b>17</b>
<b>4.1.3</b>	<b>Comportamento metabólico</b> .....	<b>19</b>
<b>4.1.4</b>	<b>Treinamento com pesos e envelhecimento</b> .....	<b>20</b>
<b>5</b>	<b>MÉTODOS</b> .....	<b>30</b>
<b>5.1</b>	<b>Delineamento experimental</b> .....	<b>30</b>
<b>5.2</b>	<b>Participantes</b> .....	<b>30</b>
<b>5.2.1</b>	<b>Cálculo do tamanho amostral</b> .....	<b>31</b>
<b>5.2.2</b>	<b>Aspectos éticos</b> .....	<b>31</b>
<b>5.3</b>	<b>Medidas antropométricas e de composição corporal</b> .....	<b>31</b>
<b>5.3.1</b>	<b>Antropometria</b> .....	<b>31</b>
<b>5.3.2</b>	<b>Composição Corporal</b> .....	<b>32</b>
<b>5.4</b>	<b>Força Muscular</b> .....	<b>32</b>
<b>5.5</b>	<b>Qualidade Muscular</b> .....	<b>33</b>
<b>5.6</b>	<b>Bioquímica sanguínea</b> .....	<b>33</b>
<b>5.7</b>	<b>Programa de treinamento com pesos</b> .....	<b>35</b>
<b>5.8</b>	<b>Tratamento estatístico</b> .....	<b>37</b>
<b>6</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>38</b>
	<b>Discussão</b> .....	<b>46</b>

<b>8</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>53</b>
	<b>Referências</b> .....	<b>54</b>
	<b>ANEXOS – COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS</b> .....	<b>66</b>
	<b>APÊNDICES – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO</b> .....	<b>67</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O envelhecimento está associado a inúmeras modificações importantes, com destaque para a redução acentuada da massa muscular ou sarcopenia (JANSSEN, 2011; ROSENBERG, 1989; WATERS et al., 2010), o declínio acentuado da força muscular ou dinapenia (MANINI; CLARK, 2012) e, ainda, o aumento da gordura corporal visceral e intramuscular (KIM; CHOI, 2013; TOTH et al., 2000) e mudanças no comportamento metabólico (KRITCHEVSKY; CESARI; PAHOR, 2005). Nesse sentido, o aumento de tecido adiposo, sobretudo, na região do tronco contribui para o aumento da inflamação sistêmica, da resistência periférica à insulina, de dislipidemias e, conseqüentemente, para o desenvolvimento de doenças crônicas não-transmissíveis (BASTARD et al., 2006; PEDERSEN et al., 2015).

Este cenário pode provocar declínio acentuado da capacidade funcional e perda de autonomia (BRADY; STRAIGHT; EVANS, 2014; JANSSEN, 2010), com diminuição do tempo despendido em atividades físicas, aumento das dificuldades para locomoção e, conseqüentemente, maior susceptibilidade às quedas e fraturas (MANINI, 2011), maior dependência para realização de tarefas diárias (TINETTI, MARY E.; WILLIAMS, 1997) e, também, com alterações deletérias no quadro metabólico, em particular, no perfil lipídico, glicêmico e inflamatório (TIAINEN et al., 2010).

Portanto, o envelhecimento pode afetar negativamente a saúde e a qualidade de vida, principalmente, em mulheres, uma vez que essas possuem menor quantidade de força e massa muscular muscular, bem como, mais tecido adiposo do que os homens de mesma faixa etária, além de sofrerem alterações adicionais associadas ao processo de menopausa (MALTAIS; DESROCHES; DIONNE, 2009). Na tentativa de atenuar ou reverter parte dos efeitos deletérios do envelhecimento estratégias farmacológicas ou não-farmacológicas têm sido amplamente recomendadas, como a prática regular de programas de exercícios físicos (GREENE; MARTIN; CROUSE, 2012; MARTINS et al., 2010; MAVROS et al., 2014).

Entre os diferentes tipos de exercícios físicos, o treinamento com pesos (TP) vem sendo um dos mais recomendados por pesquisadores e especialistas em saúde, em virtude da segurança e dos diversos benefícios que podem ser produzidos para a saúde do idoso (ACSM, 2009). Entretanto, considerando que grande parte das adaptações provocadas pelo TP podem ser protocolo-dependentes não há até o presente momento um consenso sobre a dose-resposta mais adequada para estimular ganhos de força, hipertrofia muscular, redução da gordura e melhoria do quadro metabólico, particularmente na população idosa, uma vez que muitos resultados das investigações sobre essa temática são inconclusivos (BORDE; HORTOBÁGYI; GRANACHER, 2015; CSAPO; ALEGRE, 2016; STEIB; SCHOENE; PFEIFER, 2010).

Nesse sentido, estudos envolvendo diferentes manipulações das variáveis que compõem os programas de TP (número de exercícios; ordem de execução; número de séries e repetições; velocidade de execução ou tempo sob tensão; intervalos entre séries e exercícios e frequência semanal) são necessários para o estabelecimento de uma relação de dose-resposta mais adequada. Assim, entre as variáveis que podem afetar tanto o volume quanto a intensidade do TP destaca-se o número de séries, uma vez que a utilização de série simples permite a utilização de cargas mais elevadas, proporcionando um treino mais intenso e de menor volume, e requer um menor tempo de duração das sessões de treinamento. Por outro lado, a execução de protocolos de TP em séries múltiplas tende a produzir um maior estresse metabólico, em virtude do aumento do volume do treinamento, contudo, com a utilização de menores cargas, resultando em sessões de treinamento mais prolongadas (KRAEMER; RATAMESS, 2004; SCHOENFELD, 2013).

Até o presente existem poucos estudos disponíveis na literatura que buscaram comparar protocolos de séries simples e múltiplas em idosos e os resultados encontrados são controversos. Embora alguns desses estudos tenham revelado maiores ganhos de força muscular associados a protocolos de TP realizados em séries múltiplas quando comparados a séries simples, sem diferenças na composição corporal em mulheres e homens idosos (GALVÃO; TAAFFE, 2005; RIBEIRO et al., 2015a), outros não encontraram diferenças entre séries simples e séries múltiplas, tanto para força quanto para a massa muscular (RADAELLI et al., 2013a; RADAELLI; WILHELM; BOTTON, 2014). Portanto, as respostas produzidas por protocolos de maior e menor volume em idosos são ainda inconclusivas. Variáveis como nível de aptidão física dos participantes (não-treinados, destreinados ou treinados), tempo de duração do protocolo experimental, medidas utilizadas e procedimentos experimentais adotados (treinamento supervisionado ou não, emprego de sessões de familiarização aos testes e aos exercícios ou não, tratamento estatístico, entre outros) podem ser responsáveis, pelo menos em parte, pelas diferenças encontradas entre esses estudos.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Comparar o efeitos de um protocolo de TP com duração de 12 semanas realizado em série simples ou séries múltiplas sobre a força, composição corporal e biomarcadores sanguíneos em mulheres idosas não-treinadas.

### **2.2 Objetivos específicos**

Comparar o efeito do TP realizado em séries simples e séries múltiplas sobre:

- a força muscular de membros superiores, inferiores e de tronco;
- a massa isenta de gordura e osso de membros superiores, inferiores e total;
- a qualidade muscular de membros inferiores, superiores e total;
- a água corporal total e suas frações intra e extracelular;
- a adiposidade corporal e visceral;
- o perfil lipídico e de lipoproteínas plasmáticas;
- as concentrações de glicose, proteína C-reativa e IGF-1, em repouso.

### **3 Hipóteses**

Com base nas informações disponíveis na literatura até o presente momento nós hipotetizamos que a prática do TP em mulheres idosas, independente do uso de série simples ou séries múltiplas, proporcionará aumento de força e massa muscular, manutenção ou redução da gordura corporal, da glicose, da proteína C-reativa, dos triglicérides, do colesterol total e das lipoproteínas de baixa densidade (LDL-c), com consequente manutenção ou aumento das lipoproteínas de alta densidade (HDL-c) e do IGF-1. Além disso, acreditamos que as respostas acarretadas pelo protocolo de séries múltiplas serão de maior magnitude, em virtude do maior volume total de cargas a serem levantadas ao longo de 12 semanas de intervenção, visto que a intensidade do TP em mulheres idosas não-treinadas deve ser relativamente similar em protocolos de séries simples e séries múltiplas.

## **4 REVISÃO DA LITERATURA**

### **4.1. Envelhecimento**

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) estima-se que em 2050 existirão cerca de 2 bilhões de idosos ( $\geq 60$  anos), com a maioria vivendo em países desenvolvidos (OMS, 2005). No Brasil, 25% ou mais da população será idosa em 2025 (IBGE, 2013).

A maior expectativa de vida populacional tem modificado o perfil epidemiológico do Brasil, com uma população mais envelhecida e menos pessoas jovens, repercutindo no aumento da morbimortalidade por doenças crônicas não-transmissíveis (IBGE, 2012) e impactando sobremaneira os gastos com saúde pública. Segundo projeções do Instituto de Estudos de Saúde Suplementar (2013), os custos com saúde no ano de 2030 deverão ser duas vezes maiores do que os observados em 2010 (R\$ 4,6 bilhões vs. R\$ 9,1 bilhões).

Diante desse quadro, algumas estratégias devem ser incentivadas visando redução na prevalência e incidência de doenças crônicas não-transmissíveis e melhora e/ou manutenção da autonomia nesta população. Considerando que parte dos agravos à saúde do idoso estão associados à sua maior vulnerabilidade em decorrência de modificações morfológicas, neuromusculares, metabólicas, fisiológicas, cognitivas e comportamentais, tais estratégias devem, necessariamente, ser voltadas para a busca de um envelhecimento saudável.

Entre as principais modificações frequentemente observadas com o avançar da idade destaca-se a redução da força muscular (dinapenia), um fenômeno que acomete tanto homens quanto mulheres e que pode comprometer a capacidade funcional e a qualidade de vida, em particular, do idoso.

#### **4.1.1 Força Muscular**

A força muscular é uma capacidade física fundamental tanto para a saúde quanto para o desempenho esportivo (ARTERO et al., 2011; RUIZ et al., 2008). O pico dos níveis de força é atingido entre a segunda e terceira década de vida (MANINI; CLARK, 2012), ao passo que com o avançar da idade a força muscular vai diminuindo gradualmente, de modo que a partir dos 40-50 anos, pode ser observada uma queda anual na ordem de aproximadamente 3% (BAUMGARTNER et al., 1998; CLARK; MANINI, 2008)

Sendo assim, a manutenção de níveis adequados de força muscular é de grande valia para a população idosa, servindo como fator de proteção contra quedas e, conseqüentemente, fraturas, reduzindo sobremaneira o risco de mortalidade por todas as causas (BRIAN C., CLARK E MANINI, 2010; LATHAM et al., 2004)

O declínio de força muscular associado à idade tem sido denominado de dinapenia, um fenômeno que não parece ser dependente da redução da massa muscular, mas sim de uma série de mudanças fisiológicas que ocorrem em conjunto (CLARK; MANINI, 2008; MANINI; CLARK, 2012). Esse fato foi revelado pelo Health ABC Study que identificou que a força muscular diminui muito mais rapidamente do que a massa muscular e que mesmo a manutenção ou ganhos de massa muscular não parece ser suficiente para evitar declínios de força (DELMONICO et al., 2009).

Ao analisarem uma série de estudos, Manini e Clark (2012) encontraram que sujeitos com menores níveis de força muscular apresentavam cerca de duas vezes mais riscos relativos à saúde (95%CI: 1.5–3.1) quando comparados com aqueles que tinham menos massa muscular (95%CI: 0.87–2.0). Portanto, a redução da força muscular e não o declínio da massa muscular, como se acreditava, parece ser determinante para o desenvolvimento de incapacidades físicas e morbimortalidades na população idosa.

Entre os principais mecanismos envolvidos com a redução da força muscular com o envelhecimento se destacam um menor drive supraespinhal, provocando menor recrutamento de unidades motoras e redução das taxas de descargas elétricas para as fibras musculares, além de uma menor excitabilidade da medula espinhal. Adicionalmente, uma possível conversão de fibras tipo II para fibras tipo I, alterações nas estruturas de actina e miosina e suas funções e infiltração de adipócitos são fatores que podem contribuir para uma reduzida capacidade muscular para geração de força (GOODPASTER et al., 2000, 2001; MANINI; CLARK, 2012). Tais mudanças na composição corporal, associadas com o processo de envelhecimento, serão abordadas a seguir.

#### **4.1.2 Composição Corporal**

Durante o processo de envelhecimento diversas mudanças ocorrem na composição corporal tanto de homens quanto mulheres, com destaque para a diminuição da massa muscular, o aumento do tecido adiposo e a redução da hidratação (JANSSEN et al., 2000; ZAMBONI et al., 2014). No que diz respeito a gordura corporal existe uma redistribuição entre os diferentes compartimentos, com redução dos depósitos subcutâneos e aumento da gordura visceral (BRADY; STRAIGHT; EVANS, 2014; ZAMBONI et al., 2014).

A redução da massa muscular com o avançar da idade inicia-se por volta da terceira e quarta décadas de vida, com uma taxa de queda na ordem de 3%-5% por década, com progressão para 5%-10% em pessoas acima de 50 anos (JANSSEN, 2011; WATERS et al., 2010). Vários fatores podem contribuir para a redução da massa muscular, tais como alterações hormonais, menor ingestão protéica, menor capacidade de síntese de proteínas musculares, deservação de unidades motoras, diminuição em número e função das

células satélites, maior apoptose celular, além de maior produção de citocinas pró-inflamatórias (KIM; CHOI, 2013; MILJKOVIC; LIM, 2015).

Em contrapartida, o aumento de massa muscular é influenciado por fatores metabólicos, mecânicos e hormonais. Dentre esses fatores, o aumento de água intracelular é um dos principais mecanismos responsáveis por proporcionar um ambiente favorável para que ocorra síntese protéica e diminuição de degradação de proteínas musculares (SCHOENFELD, 2010, 2013).

Além de representar um mecanismo importante para a hipertrofia muscular, uma adequada hidratação celular pode proporcionar uma melhor condição de saúde celular, dificultando o desenvolvimento de algumas doenças crônicas. No entanto, durante o processo de envelhecimento, é comum a ocorrência da diminuição da água corporal total e de água intracelular, bem como o aumento de água extracelular (M.C. et al., 2016; SILVA et al., 2005). Esse estado de desidratação pode ser favorável para o desenvolvimento de condições clínicas indesejáveis como a perda de massa muscular, comprometimento na qualidade e nas funções celulares levando, em alguns casos, ao surgimento de algumas doenças bem como ao risco aumentando de mortalidade (M.C. et al., 2016; NORMAN et al., 2015; STOBÄUS et al., 2012).

Outra modificação importante na composição corporal associada ao envelhecimento é o aumento da gordura corporal que vem acompanhado de uma maior redistribuição pelo corpo (ZAMBONI et al., 2014). Além do aumento da gordura abdominal visceral, existe uma infiltração do tecido adiposo entre as fibras musculares e em alguns órgãos, tais como fígado, pâncreas e coração (ZAMBONI et al., 2014). A combinação entre a redução da massa muscular e o excesso de gordura corporal é um fenômeno que recebe a denominação de obesidade sarcopênica (JANSSEN, 2010).

Essas alterações morfológicas podem gerar inúmeros problemas à saúde, como a diminuição de força muscular, produção de substâncias que podem agravar a redução de massa muscular, maior risco para quedas e fraturas, maior dificuldade para realização de atividades do cotidiano, favorecendo o estabelecimento de um quadro de hipocinesia (JANSSEN; HEYMSFIELD; ROSS, 2002). A relação entre a força muscular e a massa muscular tem sido utilizada para analisar o que se denomina qualidade muscular (QM), um indicador de funcionalidade muito importante para à saúde e qualidade de vida do idoso, um fenômeno que será discutido a seguir.

O termo qualidade muscular (QM) refere-se à capacidade do tecido muscular realizar diferentes funções tais como: contração muscular, controle metabólico e condutividade elétrica. A QM pode ser definida como a capacidade de um determinado músculo ou grupamento muscular em gerar força (FRAGALA; KENNY; KUCHEL, 2015). Portanto, o declínio da QM pode resultar em redução da capacidade funcional (ESTRADA et al., 2007;

MISIC et al., 2007), dificultando a realização de atividades da vida diária e aumentando o risco para as quedas e, conseqüentemente, fraturas e mortalidade associada, em particular, na população idosa (DE REKENEIRE et al., 2003).

A seguir serão abordados aspectos relevantes relacionados as modificações metabólicas decorrentes do envelhecimento.

#### **4.1.3 Comportamento metabólico**

O comportamento metabólico tende a ser influenciado pelo envelhecimento, com destaque para as alterações na glicose em jejum, triglicerídeos, LDL-c, HDL-c, lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL-c) e colesterol total (CHUNG et al., 2009; MALTAIS; DESROCHES; DIONNE, 2009). Além disso, outros indicadores metabólicos como os hormônios anabólicos testosterona e IGF-1 (fator de crescimento semelhante à insulina) e alguns biomarcadores com ação pró-inflamatória, tais como a proteína C-reativa, uma importante proteína de fase aguda, podem ser modulados pelo processo de envelhecimento (KRITCHEVSKY; CESARI; PAHOR, 2005; MALTAIS; DESROCHES; DIONNE, 2009). Vale destacar que uma elevação nas concentrações sanguíneas de proteína C-reativa está associada ao desenvolvimento de várias doenças não transmissíveis, tais como doenças cardiovasculares, podendo apresentar forte relação com a queda de capacidade física, fenômeno bastante comum na população idosa (FIGARO et al., 2006; KRITCHEVSKY; CESARI; PAHOR, 2005b; SCHAAP et al., 2009).

Alterações no perfil lipídico, ou seja, aumento de LDL-c, VLDL-c e colesterol total e redução nas concentrações de HDL-c podem desencadear o processo de formação de placas de ateroma, resultando no desenvolvimento de doenças cardiovasculares (ALIQUE; LUNA; CARRACEDO, 2015). Associado a esse cenário, a liberação de substâncias pró-inflamatórias na circulação pode, potencialmente, desencadear uma série de reações que favorecerão o desenvolvimento de tais doenças (ALIQUE; LUNA; CARRACEDO, 2015; BENATTI; PEDERSEN, 2014). Nesse sentido, a proteína C-reativa é uma proteína de fase aguda que tem sido utilizada como um marcador de inflamação sistêmica aumentada, visto que é sensível ao aumento de outras substâncias com ação pró-inflamatória denominadas de citocinas (KENGNE et al., 2012; STANCEL et al., 2016).

Alterações no metabolismo da glicose também ocorrem durante o processo de envelhecimento, como o aumento da resistência periférica à insulina e intolerância a glicose, processos que podem causar danos a tecidos e órgãos (HIROSE et al., 2015; MARTYN; KANEKI; YASUHARA, 2014). Adicionalmente, com o envelhecimento, observa-se uma redução nas concentrações de alguns hormônios como a testosterona e o IGF-1, o que

favorece a perda de massa muscular e força, além do aumento de tecido adiposo (TARANTINO; PICCIRILLI; FANTINI, 2015).

Considerando que muitas das mudanças associadas ao processo envelhecimento podem ser atenuadas ou até mesmo revertidas por mudanças no estilo de vida e que a prática do exercício físico pode ser uma importante estratégia a ser implementada na tentativa de melhorar a saúde e a qualidade de vida, em especial, na população idosa, discutiremos na sequência as possíveis implicações do TP nesta população, especificamente.

#### **4.1.4 Treinamento com pesos e envelhecimento**

O impacto de exercício físico para a melhoria da força, composição corporal e comportamento metabólico vem sendo investigado com bastante frequência pela literatura, tanto em exercícios aeróbicos quanto em exercícios resistidos, revelando que embora as adaptações induzidas possam ser bastante distintas, os efeitos acarretados pela prática regular de exercícios físicos de diferentes naturezas podem auxiliar sobremaneira na prevenção e no tratamento de várias enfermidades que se desenvolvem durante o envelhecimento (CADORE et al., 2014):

Diante disso, o TP tem recebido grande atenção da comunidade científica internacional, particularmente, quando aplicado para a melhoria da saúde da população idosa (ACSM et al., 2009; GARBER et al., 2011). Esse fato é plenamente justificável, uma vez que o TP favorece o ganho de força e massa muscular, duas das variáveis que são mais afetadas com o envelhecimento e impactam diretamente na saúde, em particular, de idosos (ARTERO et al., 2011; DOS SANTOS et al., 2016; FIATARONE et al., 1990; MAVROS et al., 2014; RIBEIRO et al., 2015a; TOMELERI et al., 2016).

Entretanto, grande parte dos benefícios associados à prática regular do TP depende da manipulação adequada das variáveis que compõem os programas de treinamento (KRAEMER; RATAMESS, 2004). Considerando a existência de uma interdependência entre volume e intensidade, uma das variáveis que pode afetar a magnitude das respostas ao TP é o número de séries executadas em cada exercício do programa de treinamento.

Diferentes volumes podem gerar adaptações distintas dependendo do nível de treinamento do sujeito, de modo que pessoas que possuem um estado de treinamento mais avançado, necessitam de um maior volume para obterem respostas positivas ao treinamento, enquanto pessoas não-treinadas, destreinadas ou com níveis de treinamento mais baixos podem se beneficiar de um estímulo de volume reduzido para obterem respostas positivas com a realização de TP (RHEA et al., 2003):

Entretanto, informações sobre o impacto da aplicação de diferentes volumes de TP na população idosa são bastante limitadas, principalmente no que tange a manipulação do número de séries, o que dificulta uma análise mais consistente das possíveis respostas adaptativas associadas à diferentes manipulações desta variável, em específico. O Quadro 1 apresenta uma descrição sintética dos estudos disponíveis na literatura, até o presente momento, que buscaram analisar comparativamente os efeitos de programas de TP estruturados em séries simples vs. séries múltiplas sobre diferentes desfechos, em diversas populações..

**Quadro 1.** Estudos comparativos entre séries simples e séries múltiplas.

<b>Autores</b>	<b>Amostra</b>	<b>n</b>	<b>Séries (Repetições)</b>	<b>Frequência</b>	<b>Duração</b>	<b>Variáveis</b>	<b>Resultados</b>
Borst et al. (2001)	Homens e Mulheres (25-50 anos)	31	1 vs. 3 séries (8-12 repetições)	3x semana	25 semanas	1-RM IGF-I IGFBP-1 IGFBP-3	↑IGF-1 foi mais acentuado no grupo 3 séries
Bottaro et al. (2011)	Homens (~20 anos)	30	1 vs. 3 séries (8-12 RM)	2x semana	12 semanas	Pico de torque Espessura muscular	↑ Pico de torque dos flexores do cotovelo ↑Pico de torque dos extensores do joelho, somente no grupo 3 séries (Sem diferença entre os grupos)
Cannon; Marino (2010)	Mulheres jovens (20-30 anos) e idosas (60-78 anos)	31	1 vs. 3 séries (10 repetições)	3x semana	10 semanas	Massa magra de extensores do joelho Torque isométrico Máximo	↑Massa magra dos extensores do joelho ↑torque isométrico máximo Sem diferença entre os grupos

**Nota.** 1-RM = uma repetição máxima; IGF-I = fator de crescimento semelhante a insulina; IGFBP-1 = fator de crescimento semelhante a insulina com proteína ligante 1; IGFBP-3 = fator de crescimento semelhante a insulina com proteína ligante 3.

**Quadro 1.** Estudos comparativos entre séries simples e séries múltiplas (*continuação*).

<b>Autores</b>	<b>Amostra</b>	<b>N</b>	<b>Séries (Repetições)</b>	<b>Frequência</b>	<b>Duração</b>	<b>Variáveis</b>	<b>Resultados</b>
Galvão & Taaffe (2005)	Homens e mulheres idosos (65-78 anos)	32	1 vs. 3 séries (8 RM)	2x semana	20 semanas	1-RM Composição corporal Testes funcionais	↑1-RM foi maior no grupo 3 séries  Sem diferença na composição corporal
Hass et al. (2000)	Adultos (~39 anos)	42	1 vs. 3 séries (8-12 repetições)	3x semana	13 semanas	1-RM Composição corporal	↑1-RM foi similar em ambos os grupos  ↑Massa corporal similar em ambos os grupos
Kemmler et al. (2004)	Mulheres (~56 anos)	71	1 vs. 2-4 séries	2x semana	29 semanas	1-RM Composição corporal	↑1-RM foi maior para os grupos séries múltiplas  Sem diferença na composição corporal

**Nota.** 1-RM = uma repetição máxima.

**Quadro 1.** Estudos comparativos entre séries simples e séries múltiplas (*continuação*).

<b>Autores</b>	<b>Amostra</b>	<b>N</b>	<b>Séries (Repetições)</b>	<b>Frequência</b>	<b>Duração</b>	<b>Variáveis</b>	<b>Resultados</b>
Munn et al. (2005)	Homens e mulheres jovens (~20 anos)	115	1 vs. 3 séries (6-8 RM)	3x semana	6 semanas	1RM EDC Perímetros	↑1-RM foi maior para o grupo 3 séries
Paulsen; Myklestad; Raastad (2003)	Homens (20-30 anos)	18	1 vs. 3 séries (7 repetições)	3x semana	6 semanas	1RM Isometria máxima	↑1-RM foi maior para o grupo 3 séries  ↑1-RM para membros superiores, sem diferença entre os grupos

**Nota.** 1-RM = uma repetição máxima, EDC = espessura de dobras cutâneas.

**Quadro 1.** Estudos comparativos entre séries simples e séries múltiplas (*continuação*).

<b>Autores</b>	<b>Amostra</b>	<b>N</b>	<b>Séries (Repetições)</b>	<b>Frequência</b>	<b>Duração</b>	<b>Variáveis</b>	<b>Resultados</b>
Radaelli et al. (2013a)	Mulheres (60-74 anos)	20	1 vs. 3 séries (15-20/6-8 RM)	2x semana	13 semanas	1-RM FIM EM QM EMG	↑1-RM extensão de joelho e flexão de cotovelo, sem diferença entre os grupos  ↑FIM, sem diferenças entre os grupos  ↑ Qualidade muscular, sem diferença entre os grupos
Radaelli et al. (2014b)	Mulheres (60-74 anos)	24	1 vs. 3 séries (15-20/6-8 RM)	2x semana	20 semanas	1-RM FIM EM QM EMG	↑1-RM extensão de joelho maior no grupo 3 séries e  ↑1RM flexão de cotovelo, sem diferença entre os grupos  ↑FIM sem diferenças entre os grupos  ↑ Qualidade muscular maior no grupo 3 séries

**Nota.** 1-RM = uma repetição máxima, 5-RM = cinco repetições máximas, 20-RM = 20 repetições máximas, FIM = força isométrica máxima, EM = espessura muscular, QM = qualidade muscular, EMG = ativação eletromiográfica.

**Quadro 1.** Estudos comparativos entre séries simples e séries múltiplas (continuação).

<b>Autores</b>	<b>Amostra</b>	<b>n</b>	<b>Séries (Repetições)</b>	<b>Frequência</b>	<b>Duração</b>	<b>Variáveis</b>	<b>Resultados</b>
Radaelli et al. (2014a)	Homens (~24,4anos)	48	1 vs. 3 vs. 5 (8-12 RM)	3x semana	6 meses	5-RM 20-RM EM Salto contramovimento	↑5-RM= 5 sets>3sets>1 set ↑20-RM foi superior no grupo 5 sets, grupo 3 sets foi superior ao grupo 1 set ↑EM foi superior nos grupos 5 e 3 sets, sendo maior no 5 sets ↑Salto, sem diferença entre os grupos
Radaelli et al. (2014b)	Mulheres (60-74anos)	27	1 vs. 3 séries (15-20RM)	2x semana	6 semanas	1-RM FIM EM EMG QM	↑1-RM sem diferença entre os grupos FIM e EMG sem alterações ↑EM sem diferença entre os grupos ↑QM sem diferença entre os grupos

**Nota.** 1-RM = uma repetição máxima, 5-RM = cinco repetições máximas, 20-RM = 20 repetições máximas, FIM = força isométrica máxima, EM = espessura muscular, QM = qualidade muscular, EMG = ativação eletromiográfica.

**Quadro 1.** Estudos comparativos entre séries simples e séries múltiplas (continuação).

<b>Autores</b>	<b>Amostra</b>	<b>N</b>	<b>Séries (Repetições)</b>	<b>Frequência</b>	<b>Duração</b>	<b>Variáveis</b>	<b>Resultados</b>
Ribeiro et al. (2015)	Mulheres (≥ 60 anos)	30	1 vs. 3 séries (10-15 repetições)	3x semana	12 semanas	1-RM % Gordura MLG	↑1-RM foi maior no grupo 3 séries  Sem diferenças nos componentes da composição corporal
Rønnestad et al. (2007)	Homens (~25 anos)	24	1 vs. 3 séries (10-8-7 RM)	3x semana	11 semanas	AST  1-RM (MS e MI)	↑AST em ambos os grupos, sem diferenças entre eles  ↑1-RM foi maior no grupo 3 séries somente em MS  ↑1-RM em MI, em ambos os grupos, sem diferenças entre eles
Schlumberger et al. (2001)	Mulheres (20-40 anos)	27	1 vs. 3 séries (6-9 repetições)	2x semana	6 semanas	1RM	↑1-RM foi maior no grupo 3 séries

**Nota.** 1-RM = uma repetição máxima, % Gordura = gordura corporal relativa, MLG = massa livre de gordura, AST = área de secção transversa, MS = membros superiores, MI = membros inferiores.

**Quadro 1.** Estudos comparativos entre séries simples e séries múltiplas (continuação).

<b>Autores</b>	<b>Amostra</b>	<b>n</b>	<b>Séries (Repetições)</b>	<b>Frequência</b>	<b>Duração</b>	<b>Variáveis</b>	<b>Resultados</b>
Sooneste et al. (2013)	Adultos jovens (~25 anos)	8	1 vs. 3 séries (10 repetições)	2x semana	12 semanas	1-RM  AST  Lactato sanguíneo	↑1-RM foi similar em ambos os grupos  ↑AST foi superior no grupo 3 séries  ↑lactato teve concentração maior no grupo 3 séries
Starkey et al. (1996)	Homens e mulheres (18-50 anos)	48	1 vs. 3 séries (8-12 repetições)	3x semana	14 semanas	Força muscular  EM	↑ força e EM, sem diferença entre os grupos

**Nota.** 1-RM = uma repetição máxima, AST = área de secção transversa, EM = espessura muscular, MS = membros superiores, MI = membros inferiores.

Ao analisar os estudos, observa-se que dentre os 17 estudos descritos, apenas seis foram realizados com sujeitos idosos, sendo que o estudo conduzido por Cannon e Marino (2010) incluiu, também, adultos jovens. Com relação aos estudos realizados exclusivamente com idosos não foram encontradas diferenças estatísticas no comportamento da massa muscular e gordura corporal entre o TP com baixo ou alto volume, sugerindo que alterações nessas variáveis são relativamente similares nas fases iniciais de TP em sujeitos idosos sem experiência com esse tipo de exercício. Em contrapartida, com relação à força muscular, os resultados são bastante contraditórios.

Nesse sentido, se por um lado três desses estudos mostraram que a execução de três séries por exercício parece ser melhor para ganhos de força muscular (GALVÃO; TAAFFE, 2005; RADAELLI et al., 2014; RIBEIRO et al., 2015a), outros dois estudos não encontraram diferenças entre os protocolos de séries simples vs. séries múltiplas, com ambos produzindo ganhos similares de força (RADAELLI et al., 2013a; RADAELLI; WILHELM; BOTTON, 2014). Vale ressaltar que nos estudos supracitados, ocorreram manipulações de outras variáveis de TP, o que pode, pelo menos em parte, explicar os resultados divergentes.

Além das diferenças no tempo de duração das intervenções, a frequência semanal e o número de repetições realizadas são variáveis que podem afetar os resultados encontrados com o TP (NICHOLSON; ISPOGLOU; BISSAS, 2016; NORRIS et al., 2015; ONLINE et al., 2015; WENDELN et al., 2002). Por exemplo, no trabalho conduzido por Ribeiro et al. (2015) foram realizadas três sessões semanais de treinamento com 10-15 RM por exercício, enquanto Radaelli et al. (2013b) utilizou duas sessões semanais e 15-20 RM. Diante do exposto anteriormente, não se tem estabelecido na literatura até este momento qual seria o número de séries que provocaria melhores respostas adaptativas em idosos.

## **5 MÉTODOS**

### **5.1 Delineamento experimental**

A duração total do estudo foi de 16 semanas, das quais as duas primeiras semanas (semanas 1-2) foram utilizadas para familiarização com os exercícios do programa de treinamento, testes, medidas e avaliações iniciais, enquanto as duas últimas (semanas 15-16) foram destinadas para testes, medidas e avaliações pós-intervenção. O período de intervenção com treinamento teve duração de 12 semanas (semanas 3-14).

As participantes selecionadas para este estudo foram divididas, aleatoriamente a partir dos valores de força muscular total, em três grupos, a saber: grupo séries simples (SS), grupo séries múltiplas (SM) e grupo controle (GC). As participantes foram avaliadas na linha de base e após o período de intervenção, por meio de medidas de força muscular, antropometria, composição corporal e análises sanguíneas. Os grupos SS e SM foram submetidos a um programa similar de TP durante 12 semanas, ao passo que o GC foi orientado para manter a sua rotina de atividades cotidianas e não participar de nenhum programa de exercícios físicos durante o período experimental.

### **5.2 Participantes**

Para participação no estudo foram selecionadas 85 mulheres idosas ( $\geq 60$  anos), fisicamente independentes e não-treinadas e sem experiência com a prática desse tipo de exercício, na região metropolitana de Londrina/PR. O recrutamento das participantes ocorreu por meio de anúncios em rádios e jornais locais, divulgação com cartazes e panfletos na comunidade universitária e na região central da cidade. A amostra foi selecionada preliminarmente por meio de entrevista e anamnese clínica. A partir daí as candidatas preencheram questionários sobre histórico de saúde e atividade física habitual. Como critérios iniciais de inclusão, as participantes deveriam ter idade igual ou superior a 60 anos, serem do sexo feminino e fisicamente independentes, não serem portadoras de cardiopatias e/ou desordens musculoesqueléticas que impedisse a prática de exercícios físicos e não estarem envolvidas com a prática de atividade física regular sistematizada mais do que uma vez por semana, ao longo dos últimos seis meses anteriores ao início do estudo. Além disso, as participantes não poderiam ser diabéticas ou hipertensas não-controladas. Por fim, somente foram incluídas as participantes que após serem avaliadas por um médico cardiologista foram liberadas para a prática do TP sem qualquer tipo de restrição. As participantes sob tratamento de terapia hormonal ou que não participaram em algum momento das coletas ou, ainda, aquelas submetidas ao TP que não alcançaram uma frequência  $\geq 85\%$  as sessões de treinamento foram excluídas das análises..

### **5.2.1 Cálculo do tamanho amostral**

O cálculo do tamanho da amostra foi estabelecido por meio do programa GPower. Para tanto, considerou-se a probabilidade de erro  $\alpha$  de 0,05 e poder estatístico de 80%, com a utilização da massa muscular esquelética como variável critério, com base em informações disponíveis na literatura. O cálculo indicou a necessidade da presença de no mínimo 20 sujeitos para cada grupo (erro alfa de 5% e um poder estatístico de 80%) para a identificação das possíveis diferenças entre os tratamentos. Considerando possíveis perdas e desistências em um estudo longitudinal, um adicional de 25% de participantes por grupo foi recrutado previamente ao início do estudo.

### **5.2.2 Aspectos éticos**

Todas as participantes, após serem convenientemente esclarecidas sobre a proposta do estudo e procedimentos aos quais seriam submetidas, assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido – TCLE (Anexo 1). Este estudo faz parte de um Projeto de Pesquisa Longitudinal de Treinamento com Pesos em Mulheres Idosas, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Londrina, de acordo com as normas da Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde para pesquisas envolvendo seres humanos.

## **5.3 Medidas antropométricas e de composição corporal**

### **5.3.1 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 à mesma, com escala de 0,1 cm, de acordo com os procedimentos descritos na literatura (GORDON; CHUNLEA; ROCHE, 1988). A partir dessas medidas, foi calculado o índice de massa corporal (IMC), por meio da razão entre a massa corporal e o quadrado da estatura, sendo a massa corporal expressa em quilogramas (kg) e a estatura em metros (m).

### 5.3.2 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 exame de absorptometria radiológica de dupla energia (DEXA) mediante escaneamento de corpo inteiro. Diante disso, foram utilizadas as massas isentas de gordura e osso (MIGO) de membros superiores, inferiores e tronco, e somado a isso foram utilizadas a gordura absoluta, o percentual de gordura e gordura visceral. 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 supinada, 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.

Análises de reprodutibilidade resultaram em um erro padrão de estimativa (EPE) de EPE de 0,9 kg e CCI > 0,99 para gordura corporal.

A 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 serão colocados 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 urinarem cerca de 30 min antes da realização das medidas, absterem-se da ingestão de alimentos ou bebidas nas últimas quatro horas, evitarem a prática de exercícios físicos vigorosos por pelo menos 24 h, absterem-se do consumo de bebidas alcoólicas e cafeinadas por no mínimo 48 h e evitarem o uso de diuréticos ao longo dos sete dias precedentes a cada avaliação. Análises de reprodutibilidade resultaram em um EPE de 0,32 L e CCI > 0,98 para AEC, EPE de 0,19 L e CCI > 0,99 para AIC e EPE de 0,38 L e CCI > 0,98 para ACT.

### 5.4 Força Muscular

Para a estimativa da força muscular foi utilizado o teste de uma repetição máxima (1-RM) em três exercícios, que foram executados na seguinte ordem: supino vertical, cadeira extensora e rosca *scott*. As participantes foram instruídas previamente sobre todos os procedimentos e técnicas a serem exigidas nos testes. Em cada sessão de testagem foi executado 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, seguido por três tentativas com intervalos de três a cinco minutos entre elas, em todos os exercícios. O intervalo de transição entre os exercícios foi de cinco minutos. 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 a ser registrada como 1-RM foi aquela na qual for possível a realização de uma única ação muscular voluntária máxima, nas fases concêntrica e excêntrica. Três sessões de familiarização aos testes foram empregadas previamente ao início do estudo, separadas por intervalos de 48 h, até que se configure a estabilização das cargas de 1-RM em todos os exercícios (AMARANTE, 2013). A somatória da carga total levantada (CTL) nos três exercícios foi utilizada como indicador de força muscular geral. A forma e a técnica de execução de cada exercício foi padronizada e continuamente monitorada, na tentativa de se garantir a eficiência dos testes de 1-RM. Medidas de reprodutibilidade revelaram EPE e CCI para os exercícios de: supino (EPE = 0,46 kg e CCI > 0,97), cadeira extensora (EPE = 1,67 kg e CCI > 0,91) e rosca *scott* (EPE = 0,93 kg e CCI > 0,93).

## 5.5 Qualidade Muscular

O índice de qualidade muscular total (QMT) foi determinado pela divisão da força total (somatório da carga dos três exercícios) pela massa muscular esquelética total. A qualidade muscular de membros superiores (QMS) foi determinada a partir divisão da carga mobilizada no exercício rosca *Scott* pela massa isenta de gordura e osso de membros superiores, enquanto a qualidade muscular de membros inferiores (QMI) foi determinada a partir da divisão da carga mobilizada no exercício cadeira extensora pela massa isenta de gordura e osso de membros inferiores (FRAGALA; KENNY; KUCHEL, 2015).

## 5.6 Bioquímica sanguínea

Coletas de sangue foram realizadas em jejum de 12 h, em sala adaptada para este fim, para a determinação dos biomarcadores: glicose, triglicerídeos, colesterol total, HDL-c, LDL-c, VLDL-c, proteína C-reativa ultrasensível e IGF1. As dosagens foram determinadas em laboratório especializado no Hospital Universitário da Universidade Estadual de

Londrina. Para tanto, um experiente técnico de laboratório coletou amostras de 14 ml de sangue venoso na porção antecubital, no período matutino.

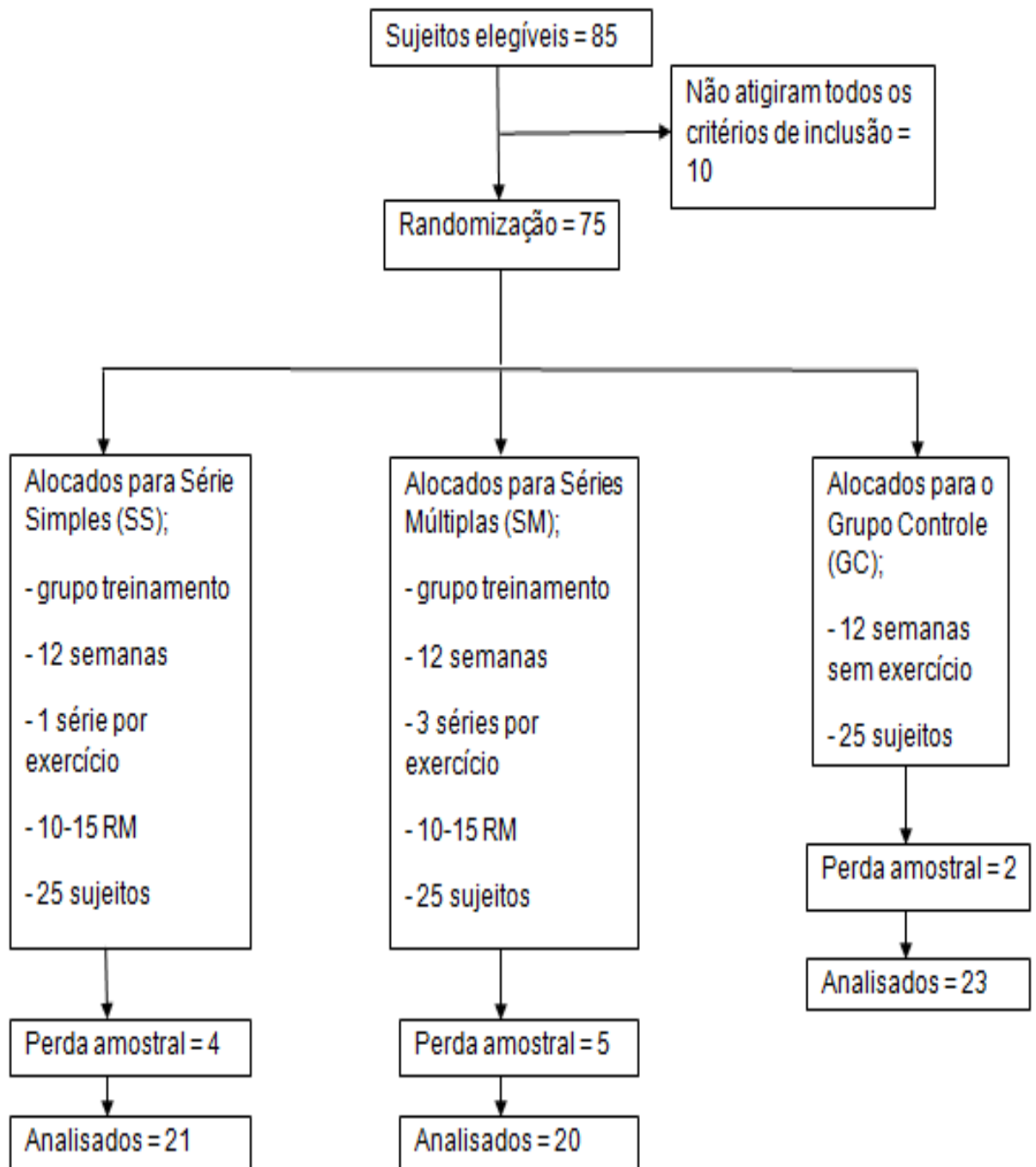
Para a coleta de sangue as participantes foram mantidas sentadas em uma cadeira, com o antebraço apoiado sobre um suporte localizado aproximadamente na altura dos ombros. Após o braço ser garroteado no ponto médio do úmero foi realizada assepsia com algodão embebido em álcool 70%. A punção foi realizada com agulha descartável de 25 X 8 mm no referido local. O sangue venoso foi aspirado em dois tubos de coleta a vácuo, um com capacidade para 10 ml e outro para 4 ml e as agulhas foram descartadas de forma segura, assim como todos os outros materiais descartáveis contaminados, tanto no procedimento de coleta, quanto nas análises sanguíneas conforme procedimento padrão do laboratório. As amostras foram depositadas em tubos a vácuo, com gel separador sem anticoagulante, e centrifugadas por 10 min a 3.000 rpm para separação do soro. O plasma e o soro foram aliquotados e armazenados em freezer a -80°C (Indrel<sup>®</sup>) até a realização das análises. Posteriormente foram determinadas as concentrações de triglicerídeos, colesterol total (CT) e frações de lipoproteínas de alta densidade (HDL-c), proteína C-reativa e glicemia. Para a determinação de LDL-c foi utilizada a equação de Friedewald et al. (1972) [ $LDL-c = CT - HDL-c + (triglicerídeos/5)$ ], enquanto o VLDL-c foi estimado por meio da divisão do valor dos triglicerídeos por cinco, obtendo-se o resultado em mg/dL.

O perfil lipídico foi determinado em um sistema autoanalisador bioquímico Dade Behring Dimension RXL (Dade Behring Inc., Newark, DE, USA), de acordo com métodos consagrados na literatura especializada, seguindo os protocolos recomendados pelos fabricantes. As concentrações de proteína C-reativa ultrassensível (PCR-us) foram determinadas em um auto-analisador bioquímico Siemens, utilizando-se kits Siemens. A determinação de IGF-1 foi realizada por meio do método de quimiluminescência, por meio de um analisador Liaison XL (DiaSorin S.p.A, Saluggia, Italy). Para fins de análise, a classificação de risco da glicemia, dos diferentes lipídeos e marcador inflamatório foi realizada de acordo com os pontos de corte propostos pela literatura (DE MATOS et al., 2011; PEARSON et al., 2003).

## 5.7 Programa de treinamento com pesos

O treinamento com pesos (TP) foi realizado ao longo de 12 semanas, no período da manhã, baseado nas recomendações para a TP para melhorar a força e da resistência muscular em idosos (GARBER et al., 2011). Todas as participantes foram supervisionadas por profissionais com experiência em TP, 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 TP 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 de cada grupo realizaram de 10 a 15 repetições máximas (RM) em série simples (SS) ou em séries múltiplas (SM). 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 no grupo SM foi de 60-120 s, ao passo que o intervalo de transição entre os exercícios foi de dois a três minutos para ambos os grupos submetidos ao TP. As cargas foram ajustadas individualmente, em cada exercício, durante todo o período de treinamento sempre que o limite superior de repetições programadas (15-RM) for atingido por duas sessões consecutivas em uma única série no grupo SS ou nas três séries no grupo SM. 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 (ACSM, 2009).



**Figura 1** - Fluxograma do estudo.

## 5.8 Tratamento estatístico

Os dados foram tabulados e processados por meio do *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS for Windows Version 22.0). O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para análise da distribuição dos dados. O teste de Levene foi utilizado para análise da homogeneidade das variâncias. Nas variáveis nas quais a esfericidade for violada como indicado pelo teste de Mauchly, as análises foram ajustadas pela correção de Greenhouse-Geisser. Diferenças na linha de base foram exploradas pela ANOVA one way. Análise de variância (ANOVA 3 x 2) para medidas repetidas foi utilizada para as comparações intragrupos e intergrupos. O teste *post hoc* de Bonferroni foi utilizado quando uma razão F significativa for identificada para efeito isolado dos fatores analisados ou para interação entre eles. O teste do qui-quadrado foi utilizado para verificar se havia diferença nas variáveis categóricas (doenças). A magnitude do tamanho das diferenças foi calculada pelo tamanho do efeito (TE). Um tamanho do efeito de 0,20-0,49 foi considerado pequeno, 0,50-0,79 como moderado e  $\geq 0,80$  como grande (COHEN, 1988). O cálculo do poder estatístico para este estudo foi de 0,80. Para todas as análises estatísticas foi aceito um nível de significância de 5%.

## 6 RESULTADOS

As características gerais e as condições clínicas dos grupos na linha de base, de acordo com os diferentes grupos, são apresentadas na Tabela 1. Não foram observadas diferenças significantes ( $P > 0,05$ ) entre os grupos em nenhuma das variáveis analisadas.

**Tabela 1-** Características físicas e condições clínicas das participantes na linha de base.

	GC	SS	SM	P
	(n = 23)	(n = 21)	(n = 20)	
<b>Características gerais <sup>a</sup></b>				
Idade (anos)	67,3 ± 3,6	66,6 ± 5,1	68,3 ± 4,2	0,60
Massa corporal (kg)	64,9 ± 12,4	68,4 ± 13,8	62,6 ± 12,4	0,35
Estatua (m)	1,56 ± 0,06	1,59 ± 0,07	1,55 ± 0,05	0,14
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	26,7 ± 4,6	27,1 ± 4,3	26,7 ± 4,8	0,96
<b>Histórico médico <sup>b</sup></b>				
Hipertensão (%)	43	33	25	0,33
Diabetes tipo 2 (%)	5	5	5	0,97
Dislipidemia (%)	19	19	20	0,93
Osteoartrite (%)	15	10	19	0,72
<b>Tratamento médico <sup>b</sup></b>				
Estatinas (%)	19	19	20	0,93
Beta bloqueadores (%)	10	10	5	0,86
ECA (%)	24	14	20	0,98
Agentes antibiabéticos (%)	5	5	5	0,97
Alendronato de sódio (%)	10	5	0	0,32
Cloridrato de duloxetine (%)	14	10	5	0,33

**Nota.** GC = grupo controle; SS = grupo série simples; SM = grupo séries múltiplas; ECA = enzima conversora de angiotensina. As características gerais das participantes são apresentadas em valores de média ± desvio-padrão. As condições clínicas (histórico médico e tratamento) estão apresentadas em porcentagem. <sup>a</sup>ANOVA *one-way*; <sup>b</sup>Qui-quadrado;

As mudanças na força muscular são apresentadas na tabela 2. Interações grupo x tempo ( $P < 0,001$ ) foram identificadas nos três exercícios analisados (supino, cadeira extensora e rosca *scott*), bem como na CTL, com ambos os grupos submetidos ao TP (SS e SM) apresentando aumentos superiores ao grupo CON, contudo, sem diferenças entre eles ( $P > 0,05$ ). Entretanto, a análise do TE revelou ganhos de moderada a grande magnitude para o grupo SM (supino: TE = +1,96; cadeira extensora: TE = +0,61; rosca *scott*: TE = +1,41; CTL: TE = +1,38) e de grande magnitude para o grupo SS (supino: TE = +0,82; cadeira extensora: TE = +0,96; rosca *scott*: TE = +1,89; CTL: TE = +1,18).

**Tabela 2-** Carga máxima levantada (1-RM) nos exercícios supino, cadeira extensora e rosca scott nos momentos pré e pós-intervenção.

Variáveis	GC (n = 23)	SS (n = 21)	SM (n = 20)	ANOVA	F	P	Potência
<b>Supino (kg)</b>							
Pré	39,6 ± 7,4	36,4 ± 7,8	36,7 ± 5,1	Grupo	0,93	0,39	0,20
Pós	38,8 ± 7,9	43,0 ± 8,2*	47,4 ± 5,8*	Tempo	372,53	< 0,001	1,00
TE	-0,10	+0,82	+1,96	Interação	141,67	< 0,001	1,00
Δ%	-2,0	+18,1	+29,2				
<b>Cadeira extensora (kg)</b>							
Pré	47,9 ± 8,4	47,2 ± 10,9	47,4 ± 16,0	Grupo	0,97	0,38	0,21
Pós	47,6 ± 8,6	55,0 ± 11,5*	56,6 ± 14,2*	Tempo	17,34	< 0,001	0,98
TE	-0,04	+0,96	+0,61	Interação	5,17	< 0,001	0,80
Δ%	-0,7	+16,5	+19,4				
<b>Rosca scott (kg)</b>							
Pré	18,9 ± 2,5	17,5 ± 2,8	17,9 ± 3,2	Grupo	2,26	0,11	0,44
Pós	18,6 ± 3,1	24,0 ± 4,0*	22,8 ± 3,7*	Tempo	279,06	< 0,005	1,00
TE	-0,10	+1,89	+1,41	Interação	89,60	< 0,001	1,00
Δ%	-1,6	+37,1	+27,4				
<b>CTL (kg)</b>							
Pré	106,9 ± 16,1	101,7 ± 15,9	100,3 ± 17,1	Grupo	1,18	0,31	0,24
Pós	105,0 ± 16,6	120,5 ± 16,1*	125,8 ± 19,8*	Tempo	72,59	< 0,001	1,00
TE	-0,11	+1,18	+1,38	Interação	25,14	< 0,001	0,99
Δ%	-1,7	+18,5	+25,4				

**Nota.** GC = grupo controle; SS = grupo série simples; SM = grupo séries múltiplas; TE = tamanho do efeito; CTL = somatório da carga total levantada nos três exercícios. \* $P < 0,05$  vs. pré. Dados estão expressos em média ± desvio padrão.

A tabela 3 apresenta os valores de MIGO MI, MIGO MS e MIGO total, pré e pós-intervenção. Interações grupo x tempo ( $P < 0,001$ ) foram encontradas para todas as variáveis analisadas, com ambos os grupos submetidos ao TP (SS e SM) apresentando incrementos significantes ao longo do tempo ( $P < 0,05$ ) e superiores aqueles verificados no grupo GC.

Na tabela 4 são apresentadas informações sobre qualidade muscular. Uma melhoria na qualidade muscular total, de membros superiores e inferiores foi encontrada nos grupos SS e SM, com diferenças significantes do SM para o GC (interação grupo vs. tempo,  $P < 0,05$ ), após 12 semanas de intervenção. Os tamanhos de efeito encontrados foram de moderada a grande magnitude (+0,54 a +1,18). Ganhos de maior magnitude foram revelados no grupo SM na qualidade muscular de membros inferiores (SM = +18,4% e TE = +0,96 vs. SS = +10,0% e TE = +0,54) e na qualidade muscular total (SM = +16,7% e TE = +0,89 vs. SS = +10,7% e TE = +0,59).

Informações sobre a gordura corporal são apresentadas na tabela 5. Uma redução significativa ( $P < 0,05$ ) na gordura corporal relativa e absoluta foi encontrada nos grupos SS e SM após 12 semanas de intervenção, sem diferenças entre eles ( $P < 0,05$ ). Quando comparados ao GC, interação grupo vs. tempo foi identificada (SS e SM) para a gordura relativa, e quanto para gordura absoluta interação grupo vs. tempo foi observada apenas no SM ( $P < 0,05$ ). Um efeito principal do tempo ( $P = 0,02$ ) foi revelado para a gordura andróide, embora redução significativa da adiposidade tenha sido verificada somente no grupo SM ( $P < 0,05$ ).

Na tabela 6 são encontradas informações sobre a água corporal total e suas frações AIC e AEC. Nenhum efeito principal do tempo ou interação foi encontrado para essas variáveis, embora um aumento significativo na AIC ao longo do período de intervenção tenha sido identificado nos grupos SS (5,3%) e SM (2,5%).

O comportamento do colesterol total, triglicerídeos, LDL-c, VLDL-c e HDL-c, antes e após 12 semanas de intervenção em mulheres idosas é apresentado na Tabela 7. Uma interação grupo x tempo ( $P < 0,05$ ) foi revelada somente para as variáveis colesterol total, triglicerídeos, LDL-c com reduções significantes sendo encontradas nos grupos SS e SM, ao contrário do verificado no GC, cujos valores se elevaram ao longo do período analisado. Por outro lado, nenhuma modificação significativa foi identificada para VLDL-c e HDL-c.

Os valores em jejum de glicose, proteína C-reativa e IGF-1 são encontrados na Tabela 8. Os grupos SS e SM apresentaram um comportamento relativamente similar com redução nos valores de glicose e proteína C-reativa e aumento nas concentrações de IGF-1. Tais mudanças resultaram em uma interação significativa grupo vs. tempo ( $P < 0,05$ ) quando comparados os valores dos grupos submetidos ao TP com aqueles do GC.

**Tabela 3-** Massa insenta de gordura e osso (MIGO) de membros inferiores (MIGO MI), superiores (MIGO MS) e total (MIGO Total), antes e após 12 semanas de intervenção.

Variáveis	GC (n = 23)	SS (n = 21)	SM (n = 20)	ANOVA	F	P	Power
<b>MIGO MI (kg)</b>							
Pré	10,5 ± 1,57	11,8 ± 0,9	10,81 ± 1,51	Grupo	7,81	0,001	0,94
Pós	10,7 ± 1,43	12,5 ± 0,8*	11,52 ± 1,50*	Tempo	93,91	0,001	1,00
TE	+0,16	+0,77	+0,47	Interação	7,68	0,001	0,93
Δ%	+2,3	+6,0	+6,6				
<b>MIGO MS (kg)</b>							
Pré	3,59 ± 0,63	3,97 ± 0,69	3,51 ± 0,64	Grupo	4,03	0,02	0,69
Pós	3,55 ± 0,62	4,25 ± 0,68*	3,82 ± 0,64*	Tempo	58,64	0,001	1,00
TE	-0,06	+0,41	+0,50	Interação	24,94	0,001	0,93
Δ%	-1,1	+7,1	+8,8				
<b>MIGO Total (kg)</b>							
Pré	14,98 ± 1,56	15,49 ± 1,08	15,26 ± 1,32	Grupo	2,60	0,08	0,50
Pós	15,11 ± 1,51	16,31 ± 1,02*	16,30 ± 1,64*	Tempo	76,36	0,001	1,00
TE	+0,08	+0,77	+0,70	Interação	13,42	0,001	0,99
Δ%	+0,9	+5,2	+6,8				

**Nota.** GC = grupo controle; SS = grupo série simples; SM = grupo séries múltiplas; TE = tamanho do efeito. \* $P < 0,05$  vs. pré. Dados estão expressos em média ± desvio padrão.

**Tabela 4-** Qualidade muscular de membros inferiores (QMI), superiores (QMS) e total (QMT), antes e após 12 semanas de intervenção.

Variáveis	GC (n = 23)	SS (n = 21)	SM (n = 20)	ANOVA	F	P	Potência
<b>QMI</b>							
Pré	4,0 ± 0,53	3,7 ± 0,6	3,8 ± 0,7	Grupo	0,78	0,46	0,17
Pós	4,1 ± 0,55	4,0 ± 0,7*	4,5 ± 0,8*	Tempo	68,54	< 0,001	1,00
TE	+0,04	+0,54	+0,96	Interação	20,55	< 0,001	0,99
Δ%	+2,5	+10,0	+18,4				

<b>QMS</b>								
Pré	4,9 ± 0,5	4,3 ± 0,8	4,8 ± 0,7	Grupo	3,80	0,02	0,67	
Pós	4,8 ± 0,7	5,0 ± 0,5*	5,7 ± 0,8*	Tempo	40,91	< 0,001	0,99	
TE	-0,15	+1,16	+1,18	Interação	15,41	< 0,001	0,99	
Δ%	-2,0	+17,6	+18,8					
<b>QMT</b>								
Pré	6,2 ± 0,7	5,7 ± 1,0	6,0 ± 1,1	Grupo	0,98	0,37	0,21	
Pós	6,3 ± 1,1	6,3 ± 1,0*	7,0 ± 1,3*	Tempo	66,11	< 0,001	1,00	
TE	+0,03	+0,59	+0,89	Interação	17,23	< 0,001	0,99	
Δ%	+1,6	+10,7	+16,7					

**Nota.** GC = grupo controle; SS = grupo série simples; SM = grupo séries múltiplas; TE = tamanho do efeito. \* $P < 0,05$  vs. pré. Dados estão expressos em média ± desvio padrão.

**Tabela 5-** Gordura corporal relativa e absoluta e adiposidade andróide, antes e após 12 semanas de intervenção, em mulheres idosas.

Variáveis	GC (n = 23)	SS (n = 21)	SM (n = 20)	ANOVA	F	P	Power
<b>Gordura relativa (%)</b>							
Pré	40,7 ± 7,2	37,4 ± 6,5	40,0 ± 7,0	Grupo	1,86	0,16	0,37
Pós	41,2 ± 6,8*	36,4 ± 7,5*	37,5 ± 7,5*	Tempo	15,13	< 0,001	0,96
TE	+0,08	-0,14	-0,34	Interação	13,24	< 0,001	0,99
Δ%	+1,2	-2,7	-6,3				
<b>Massa gorda (kg)</b>							
Pré	25,7 ± 8,3	26,6 ± 10,4	26,4 ± 8,5	Grupo	0,01	0,98	0,05
Pós	26,4 ± 8,4*	26,0 ± 10,6*	25,2 ± 8,5*	Tempo	5,10	< 0,05	0,60
TE	+0,08	-0,06	-0,14	Interação	10,08	< 0,001	0,98
Δ%	+2,7	-2,3	-4,5				
<b>Gordura Andróide (kg)</b>							
Pré	2,47 ± 0,94	2,97 ± 1,74	2,38 ± 0,89	Grupo	1,65	0,19	0,33
Pós	2,45 ± 0,91	2,91 ± 1,56	2,19 ± 0,87*	Time	5,54	0,02	0,63

TE	-0,02	-0,04	-0,22	Interação	1,65	0,19	0,33
$\Delta\%$	-0,8	-2,0	-8,0				

**Nota.** GC = grupo controle; SS = grupo série simples; SM = grupo séries múltiplas; TE = tamanho do efeito. \* $P < 0,05$  vs. pré. Dados estão expressos em média  $\pm$  desvio padrão.

**Tabela 6-** Água corporal total (ACT) e suas frações intracelular (AIC) e extracelular (AEC), antes e após 12 semanas de intervenção, mulheres idosas.

Variáveis	GC (n = 23)	SS (n = 21)	SM (n = 20)	ANOVA	F	P	Potência
<b>ACT (L)</b>							
Pré	28,8 $\pm$ 4,4	31,0 $\pm$ 5,7	29,5 $\pm$ 6,3	Grupo	1,34	0,26	0,27
Pós	29,4 $\pm$ 5,9	32,0 $\pm$ 5,4	29,4 $\pm$ 4,4	Tempo	1,05	0,30	0,17
TE	+0,11	+0,19	-0,03	Interação	0,51	0,60	0,12
$\Delta\%$	+2,1	+3,2	-0,3				
<b>AIC (L)</b>							
Pré	16,0 $\pm$ 2,6	17,6 $\pm$ 3,8	16,3 $\pm$ 4,8	Grupo	1,83	0,16	0,36
Pós	16,3 $\pm$ 4,5	18,5 $\pm$ 3,5	16,7 $\pm$ 3,0	Tempo	1,87	0,17	0,27
TE	+0,06	+0,26	+0,10	Interação	0,34	0,71	0,10
$\Delta\%$	+1,9	+5,3	+2,5				
<b>AEC (L)</b>							
Pré	12,7 $\pm$ 2,2	13,4 $\pm$ 2,1	13,2 $\pm$ 2,5	Grupo	0,46	0,63	0,12
Pós	13,1 $\pm$ 2,3	13,5 $\pm$ 2,1	12,7 $\pm$ 1,8	Tempo	0,001	0,98	0,05
TE	+0,20	+0,03	-0,25	Interação	1,10	0,33	0,23
$\Delta\%$	+3,1	+0,4	-3,8				

**Nota.** GC = grupo controle; SS = grupo série simples; SM = grupo séries múltiplas; TE = tamanho do efeito. \* $P < 0,05$  vs. pré. Dados estão expressos em média  $\pm$  desvio padrão.

**Tabela 7-** Colesterol total, triglicerídeos, LDL-c, VLDL-c e HDL-c, antes e após 12 semanas de intervenção em mulheres idosas.

Variáveis	GC (n = 23)	SS (n = 21)	SM (n = 20)	ANOVA	F	P	Power
<b>Colesterol total (mg/dL)</b>							
Pré	205 ± 26	216 ± 46	221 ± 28	Grupo	0,45	0,63	0,12
Pós	221 ± 24	198 ± 39*	188 ± 27*	Tempo	9,30	0,003	0,85
TE	+0,65	-0,44	-1,17	Interação	14,58	0,001	0,99
Δ%	+7,9	-8,7	-14,7				
<b>Triglicerídeos (mg/dL)</b>							
Pré	107 ± 34	130 ± 55	114 ± 41	Grupo	1,19	0,31	0,25
Pós	125 ± 38*	116 ± 44*	94 ± 31*	Tempo	2,31	0,13	0,32
TE	+0,49	-0,28	-0,54	Interação	11,33	0,001	0,99
Δ%	+16,5	-10,9	-17,3				
<b>LDL-c (mg/dL)</b>							
Pré	123 ± 24	127 ± 39	143 ± 25	Grupo	2,61	0,08	0,50
Pós	142 ± 27*	106 ± 32*	116 ± 22*	Tempo	5,83	0,01	0,66
TE	+0,76	-0,61	-1,10	Interação	14,51	0,001	0,99
Δ%	+15,9	-16,9	-18,3				
<b>VLDL-c (mg/dL)</b>							
Pré	22 ± 8	25 ± 10	21 ± 9	Grupo	1,06	0,34	0,22
Pós	23 ± 8	23 ± 9	20 ± 6	Tempo	0,84	0,36	0,14
TE	+0,14	-0,21	-0,15	Interação	1,77	0,17	0,35
Δ%	+5,2	-7,8	-5,5				
<b>HDL-c (mg/dL)</b>							
Pré	57 ± 14	57 ± 16	56 ± 18	Grupo	1,06	0,34	0,05
Pós	55 ± 14	56 ± 13	59 ± 18	Tempo	0,84	0,36	0,05
TE	-0,09	-0,04	+0,13	Interação	1,77	0,17	0,31
Δ%	-2,2	-1,1	+4,1				

**Nota.** GC = grupo controle; SS = grupo série simples; SM = grupo séries múltiplas; TE = tamanho do efeito. \* $P < 0,05$  vs. pré. Dados estão expressos em média ± desvio padrão.

**Tabela 8-** Glicose, proteína C-reativa e IGF-1 em jejum, antes e após 12 semanas de intervenção em mulheres idosas.

Variáveis	GC (n = 23)	SS (n = 21)	SM (n = 20)	ANOVA	F	P	Power
<b>Glicose (mg/dL)</b>							
Pré	90 ± 10	99 ± 10	100 ± 11	Grupo	0,44	0,64	0,31
Pós	99 ± 10*	95 ± 10*	89 ± 11*	Tempo	5,15	0,02	0,65
TE	+0,90	-0,43	-0,94	Interação	54,26	0,001	1,00
Δ%	+10,5	-4,4	-10,7				
<b>Proteína C-reativa (mg/dL)</b>							
Pré	3,0 ± 2,5	3,9 ± 1,9	3,9 ± 1,8	Grupo	0,07	0,92	0,06
Pós	4,2 ± 2,9*	3,2 ± 1,6*	2,8 ± 1,4*	Tempo	0,49	0,48	0,10
TE	+0,32	-0,38	-0,71	Interação	5,93	0,004	0,86
Δ%	+38,3	-17,0	-28,3				
<b>IGF-1 (mg/dL)</b>							
Pré	110 ± 29	107 ± 29	100 ± 26	Grupo	0,20	0,81	0,08
Pós	107 ± 29	114 ± 26*	110 ± 28*	Tempo	7,82	< 0,01	0,78
TE	-0,06	+0,29	+0,38	Interação	3,73	< 0,05	0,66
Δ%	-2,8	+6,5	+10,0				

**Nota.** GC = grupo controle; SS = grupo série simples; SM = grupo séries múltiplas; IGF-1 = fator de crescimento semelhante à insulina; TE = tamanho do efeito.  $P < 0,05$  vs. pré. Valores apresentados em média ± desvio-padrão.

## Discussão

Os principais achados desse estudo com mulheres idosas não treinadas foram: 1) TP em séries múltiplas, em 12 semanas, não foi mais eficiente do que TP em séries simples para a melhoria da força muscular, composição corporal e comportamento metabólico; 2) TP em diferentes volumes (uma e três séries) foi eficaz para o aumento da força muscular, MIGO, MIGO MS, MIGO total e das concentrações de IGF-1; 3) A gordura corporal e as concentrações de colesterol total, triglicerídeos, LDL-c, glicose e proteína C-reativa podem ser reduzidas com o TP em série simples e em séries múltiplas; 4) A prática do TP foi eficaz para a melhoria da QMI, QMS e QMT, contudo, não foi eficaz para o aumento de HDL-c e redução da VLDLc, independente do uso de séries simples ou séries múltiplas. Nossos achados confirmaram a efetividade de 12 semanas de TP para a saúde de mulheres idosas não treinadas. Por outro lado, a nossa hipótese de que o TP em séries múltiplas pudesse ser mais eficiente do que o mesmo protocolo de treinamento em séries simples foi refutada.

As adaptações mais frequentemente observadas com a prática do TP são melhoria da força e da massa muscular. Tais modificações além de ocuparem papel importante para a melhoria da saúde e da qualidade de vida podem contribuir para a manutenção ou melhoria da capacidade funcional e controle metabólico. No presente estudo tais modificações foram encontradas com 12 semanas de intervenção em mulheres idosas, fisicamente independentes, mas não treinadas, independente da utilização de uma ou três séries por exercício, reforçando informações produzidas anteriormente de que nas fases iniciais do TP estímulos relativamente pequenos podem ser suficientes para se alcançar valiosos benefícios.

Os aumentos de força muscular revelados pelo presente estudo ocorreram em todos os exercícios analisados (supino vertical, cadeira extensora e rosca scott), representativos dos diferentes segmentos corporais (tronco, membros superiores e inferiores). Tais modificações foram encontradas tanto no grupo SS quanto no grupo SM. Nossos resultados corroboram informações disponíveis na literatura de que os aumentos de força muscular nas fases iniciais de TP, provavelmente, independam do volume de treino realizado (CANNON; MARINO, 2010; HASS et al., 2000; KEMMLER et al., 2004; RADAELLI et al., 2013a; RADAELLI et al., 2014a; SOONESTE et al., 2013). Por outro lado, alguns estudos encontraram melhores respostas em programas de TP de maior volume (BOTTARO et al., 2011; GALVÃO; TAAFFE, 2005; McBRIDE; BLAAK; TRIPLETT-McBRIDE, 2003; MUNN et al., 2005; PAULSEN; MYKLESTAD; RAASTAD, 2003; RADAELLI et al., 2014; RIBEIRO et al., 2015a).

Um dos motivos para essas discrepâncias pode ser o tempo de duração da intervenção. Nesse sentido, Galvão e Taaffe (2005) e Radaelli et al. (2014b) mostraram que

somente após 20 semanas de intervenção um maior volume de TP resultou em aumentos de maior magnitude na força muscular, sugerindo que nas fases iniciais de treinamento a utilização de baixos volumes parece ser suficiente para ganhos de força muscular. Portanto, a preocupação com o aumento do volume de treinamento para o aumento da força muscular deve ocorrer em fases mais avançadas do treinamento e não nas primeiras semanas de intervenção (ACSM, 2009). Todavia, o momento mais adequado para que essa mudança seja implementada, ainda, não está bem estabelecido pela literatura.

Acreditamos que o ganho de força muscular observado nesse trabalho se deva ao aumento de massa muscular e, principalmente, por adaptações neurais provenientes da prática do TP, visto que uma das principais adaptações que tem sido relatadas pela literatura nessa situação é a melhoria do drive neural, fenômeno identificado em outros estudos por meio do aumento na amplitude dos sinais eletromiográficos dos músculos esqueléticos, demonstrando uma melhora na atividade elétrica do músculo, mesmo antes do aumento da massa muscular (GABRIEL; KAMEN; FROST, 2006). Outros mecanismos neurais que podem contribuir para os ganhos de força muscular nas fases iniciais do treinamento são: aumento da ativação de unidades motoras; melhoria na coordenação intra e inter-muscular, bem como entre músculos agonistas e antagonistas; melhor sincronização no recrutamento de unidades motoras (CREWETHER; CRONIN; KEOGH, 2005; GABRIEL; KAMEN; FROST, 2006; GRANACHER; GRUBER; GOLLHOFER, 2009; MILNER-BROWN; STEIN; LEE, 1975). Infelizmente, tais mecanismos não foram analisados nesta investigação.

Com relação ao aumento da massa muscular, nossos resultados estão de acordo com os resultados apresentados por alguns estudos que compararam o efeito de diferentes volumes de TP e que também observaram respostas semelhantes em programas de treinamento realizados com baixo volume (uma série) vs. alto volume (três séries) (CANNON; MARINO, 2010; GALVÃO; TAAFFE, 2005; KEMMLER et al., 2004; RIBEIRO et al., 2015a), embora a nossa análise seja baseada na análise do comportamento da MIGO, MIGO MS e MI. Portanto, os resultados desta investigação indicam que a utilização de séries múltiplas não parece ser mais eficiente do que série simples para o aumento da massa muscular nas fases iniciais do TP, diferente do que foi reportado em duas metanálises conduzidas por Krieger (2010) e Rhea et al. (2003). Vale destacar que a inclusão de estudos com amostras compostas por participantes treinados e não-treinados, além da desconsideração do fator idade como covariável nas análises de regressão podem ter influenciado, pelo menos em parte, os resultados dessas duas investigações, uma vez que ambas as variáveis podem atenuar ou acentuar as respostas adaptativas acarretadas por este tipo de treinamento (ACSM et al., 2009; KRAEMER; RATAMESS, 2004).

Não se pode desprezar que os resultados conflitantes encontrados na literatura em estudos que comparam série simples vs. séries múltiplas podem, também, estar associados

com diferenças no período de intervenção, frequência semanal, número de exercícios utilizados, entre outros fatores. Adicionalmente, a combinação entre jovens e idosos (CANNON; MARINO, 2010) ou, até mesmo, entre homens e mulheres (GALVÃO; TAAFFE, 2005) na composição das amostras investigadas pode gerar interpretações muitas vezes, no mínimo, duvidosas.

Existem vários mecanismos que podem explicar o aumento da massa muscular a partir do TP. Considerando que uma das principais vias responsáveis pela hipertrofia muscular é a mTOR/PI3K/AKT, uma via de sinalização para o aumento na síntese protéica muscular, o TP pode estimular a ativação desta via por meio do estresse metabólico e/ou da tensão mecânica (SCHOENFELD, 2010). O estresse metabólico é caracterizado pelo acúmulo de metabolitos celulares como lactato, íons H<sup>+</sup>, citocinas, água intracelular, hormônios, entre outros, que por sua vez vão ativar a via mTOR/PI3K/AKT, gerando assim um estímulo anabólico e proporcionando aumento de síntese protéica (SCHOENFELD, 2010, 2013).

De fato, quando analisamos o comportamento do IGF-1 no presente estudo, encontramos aumentos em ambos os grupos submetidos ao treinamento (SS e SM), sem diferença entre eles. Logo, é possível que esse aumento nas concentrações de IGF-1 possa ter contribuído para o aumento da MIGO que encontramos em nosso estudo, visto que a elevação das concentrações deste importante hormônio anabólico é um dos estímulos necessários para ativação da via mTOR/PI3K/AKT (SCHOENFELD, 2013). Portanto, acreditamos que o aumento do IGF-1 possa estar relacionado ao fato de que o TP tenha sido capaz de estimular a sua produção hepática o que, por sua vez, pode ter estimulado o aumento de receptores nas células musculares, favorecendo o aumento da síntese protéica (COLLETT-SOLBERG; COHEN, 1996; SPAGNOLI; ROSENFELD, 1996).

Outro estímulo produzido pelo TP é o estresse mecânico que, também, possui grande relevância para ganhos de massa muscular (SCHOENFELD, 2010). Tal estímulo pode causar um distúrbio na integridade da célula muscular provocando respostas celulares em miofibras e células satélites (TOIGO; BOUTELLIER, 2006). Diante desse estímulo, uma cascata de eventos sucessivos resultarão na ativação da AKT e PI3K e, conseqüentemente, da mTOR, estimulando o aumento da síntese protéica no músculo esquelético (SCHOENFELD, 2010; TOIGO; BOUTELLIER, 2006).

Além dos estímulos tensionais e metabólicos, o TP provoca um dano muscular, que é um terceiro fator que pode estimular a hipertrofia muscular (SCHOENFELD, 2010). Como resposta a esses danos musculares ocorre uma resposta do sistema imune, gerando uma inflamação aguda que vai estimular a migração de neutrófilos para a região da microlesão. Este por sua vez, lançam agentes que irão atrair macrófagos e linfócitos os quais retirarão os detritos celulares, ajudando a manter a estrutura dessa célula muscular. Além disso

ocorrerá uma produção de citocinas que ativará os mioblastos. Por fim, se observa a liberação de fatores de crescimento que regulam a proliferação das células satélites, assim promovendo hipertrofia (VIERCK et al., 2000; TOIGO; BOUTELLIER, 2006). Embora esse conjunto de fatores possa ter contribuído para a hipertrofia muscular encontrada na presente investigação em mulheres idosas, tais mecanismos não foram alvo de análise e merecem ser mais bem elucidados em futuras investigações com essa população, em específico.

Além de proporcionar ganhos de massa e força muscular, o TP pode também proporcionar aumentos da função muscular, aqui representada pela qualidade muscular que pode ser definida como a capacidade de um músculo ou grupo muscular de produzir força ou potência muscular (FRAGALA; KENNY; KUCHEL, 2015; PINTO et al., 2014; RIBEIRO et al., 2016). A melhoria na qualidade muscular pode ser acarretada pelo aumento de força muscular e de mecanismos associados, bem como por alterações da arquitetura muscular como o próprio aumento e comprimento muscular (FRAGALA; KENNY; KUCHEL, 2015). Um aumento da qualidade muscular foi revelado em ambos os grupos submetidos ao TP (SS e SM). Esse fato é bastante relevante em virtude, principalmente, da qualidade muscular ser considerada um preditor mais importante de desempenho físico e/ou função do que força e composição corporal isoladamente (ESTRADA et al., 2007; MISIC et al., 2007). Nesse sentido nossos resultados indicaram que o TP foi eficiente para melhorar a função muscular em mulheres idosas, independente do número de séries realizado por exercício.

Um outro aspecto que merece destaque neste estudo foi a eficácia demonstrada pelo TP para a redução da gordura corporal, confirmando informações produzidas anteriormente por alguns estudos (CAMPBELL et al., 1994; CONCEIÇÃO et al., 2013; RIBEIRO et al., 2015). Embora um maior volume de treinamento no grupo SM pudesse causar maior dispêndio energético durante a sessão de TP, a redução da gordura corporal foi relativamente semelhante nos grupos SS e SM. Esse fato parece guardar relação com os incrementos verificados na MIGO, em ambos os grupos. Assim, é possível especular que o TP tenha resultado em aumentos similares na taxa metabólica de repouso, favorecendo a redução de gordura corporal em ambos os grupos (CAMPBELL et al., 1994; HUNTER et al., 2000; PRATLEY et al., 1994). Em virtude da ausência de medidas da taxa metabólica de repouso, tal hipótese não pôde ser confirmada em nosso estudo.

Um fato que está bem documentado na literatura é a estreita relação entre gordura visceral e o desenvolvimento de doenças crônico-degenerativas como diabetes tipo 2, hipertensão e cardiopatias e o importante papel que a prática de exercícios físicos nesses processos (GARBER et al., 2011; TCHERNOF; DESPRÉS, 2013; ZAMBONI et al., 2014). Diante disso, a gordura andróide (abdominal) diminuiu apenas no SM, mostrando que o TP em séries múltiplas parece ser mais eficiente do que aquele realizado em uma única série por exercício, especificamente para esta variável. Diante dos resultados do nosso estudo,

podemos acreditar que o TP possa ser recomendado para o emagrecimento e que o treinamento em séries múltiplas possa ser mais eficiente para a redução da gordura abdominal do que o treinamento em série simples. Entretanto, recentemente, Keating et al. (2016) não encontraram modificação na gordura visceral induzida pelo TP, contudo, em amostra composta por adultos jovens. Não se pode descartar que os hábitos alimentares dos participantes podem afetar as respostas do TP sobre os diferentes componentes da composição corporal.

Tanto o tecido muscular quanto o adiposo podem exercer várias funções importantes com destaque para a função endócrina, cujo impacto pode influenciar o metabolismo de tecidos e órgãos (KIM; CHOI, 2013; TCHERNOF; DESPRÉS, 2013). Portanto, tanto o aumento da massa muscular quanto a redução da gordura corporal revelados neste estudo podem ter influenciado a redução nas concentrações de glicose, proteína C-reativa, LDL-c, triglicerídeos e colesterol total. Embora não tenham sido encontradas diferenças significantes entre os grupos SS e SM, o TP em séries múltiplas resultou em reduções de maior magnitude sobre as variáveis glicose, proteína C-reativa e colesterol total, enquanto que para LDL-c e triglicerídeos a eficiência do treinamento em SS e SM foi similar.

A redução nas concentrações de glicose em jejum e proteína C-reativa já haviam sido reportadas em estudos recentes do nosso laboratório conduzidos com protocolos de TP executados em três séries por exercício, em mulheres idosas (RIBEIRO et al., 2016; TOMELERI et al., 2016). Com relação a glicose o efeito já era esperado uma vez que a via glicolítica é predominantemente utilizada nos programas de TP voltados para hipertrofia e fortalecimento muscular (LAMBERT; FLYNN, 2002). Além disso, outro possível mecanismo que poderia explicar a redução das concentrações de glicose em jejum seria a melhoria da sensibilidade à insulina provocada pelo TP (PHILLIPS; WINETT, 2010). Entretanto, a ausência de informações sobre o comportamento da insulina e da hemoglobina glicada no presente estudo não permitiu este tipo de análise.

No que diz respeito a proteína C-reativa, uma proteína de fase aguda que possui características pró-inflamatórias, a redução verificada em ambos os grupos submetidos ao TP (SS e SM) pode ser considerada uma adaptação bastante importante encontrada em nosso estudo, visto que essa variável é considerada um fator independente para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares. Um dos possíveis mecanismos responsáveis pela redução observada está relacionado com o aumento das contrações musculares provocado pelos treinos periódicos, uma vez que a contração muscular produz substâncias anti-inflamatórias (miocinas) que podem agir como antagonistas à proteína C-reativa, ajudando a reduzir as suas concentrações (PEDERSEN; FEBBRAIO, 2008). Vale destacar, que o GC em nosso estudo teve seus níveis de proteína C-reativa elevados 12

semanas, indicando que a falta de exercícios pode aumentar o risco para o desenvolvimento de doenças crônicas.

Embora alguns estudos tenham encontrado melhoria no perfil lipídico com o TP em idosos (CONCEIÇÃO et al., 2013; RIBEIRO et al., 2015b, 2016b; TOMELERI et al., 2016), não existe consenso na literatura, visto que outros estudos nada encontraram a este respeito (KEATING et al., 2016; MARQUES et al., 2009). As modificações positivas reveladas no presente estudo ocorreram no colesterol total, LDL-c e triglicerídeos, enquanto que nenhuma alteração foi identificada para VLDL-c e HDL-c. A redução da gordura corporal encontrada em nosso estudo pode ter influenciado em parte dessas modificações, visto que favorece a redução à LDL-c e aumento de ácidos graxos livres, processos que resultam em formação de partículas de triglicerídeos ricas em VLDL-c o que, por sua vez, pode reduzir a expressão da lipoproteína lípase, contribuindo para o remodelamento de LDL-c, diminuindo a utilização das lipoproteínas (WANG; ECKEL, 2009). Podemos especular também que o TP pode ter melhorado a habilidade do tecido muscular em utilizar os lipídios como fonte de energia (MANN; BEEDIE; JIMENEZ, 2014; WOLFE, 2006).

Este estudo possui algumas limitações que não devem ser desprezadas. A utilização de participantes não-treinados dificulta a extrapolação dos nossos achados para outras populações (treinados e atletas). Logo, não é possível afirmar que programas de TP realizados em série simples serão efetivos para gerar respostas adaptativas positivas em médio ou longo prazo. As informações produzidas devem ser analisadas com cautela, uma vez que foram obtidas em mulheres idosas, o que não garante que pelo menos parte das respostas encontradas não seja sexo-dependente ou idade-dependente. Embora todas as participantes tenham sido orientadas para tentarem manter os seus hábitos alimentares e de atividade física habitual, a ausência dessas informações pode ter comprometido em parte as informações, sobretudo, dos componentes da composição corporal, do perfil lipídico e da glicose. Entretanto, a presença de um grupo controle parece ter atenuado tais limitações. Adicionalmente, a inclusão de medidas das concentrações de insulina e hemoglobina glicada auxiliariam uma análise mais consistente do controle glicêmico e dos efeitos do exercício.

Por outro lado, o estudo também possui pontos fortes que merecem ser destacados. De acordo com o nosso conhecimento este é o primeiro estudo em mulheres idosas que comparou protocolos de TP em série simples e séries múltiplas e que: 1) utilizou procedimentos de familiarização para as medidas de força muscular; 2) analisou a força muscular nos diferentes segmentos corporais (tronco, membros superiores e inferiores); 3) avaliou a gordura visceral; 4) monitorou as modificações na ACT e suas frações intra e extracelular; 5) avaliou a MIGO por segmentos (membros superiores e inferiores); 6) analisou a qualidade muscular por segmentos (membros superiores e inferiores); 7) analisou

alterações no perfil lipídico, IGF-1, glicose e proteína C-reativa. Adicionalmente, a presença de um grupo controle possibilitou a análise da eficácia do TP, ao passo que os grupos SS e SM permitiram a avaliação da eficiência do TP em série simples vs. séries múltiplas.

Diante dos resultados apresentados, podemos elencar algumas aplicações práticas para os profissionais que atuam na prescrição de TP para mulheres idosas:

- As primeiras 12 semanas de TP realizadas em uma única série por exercício podem resultar em benefícios similares aos encontrados em programas de três séries;
- Programas de TP em uma única série consomem menor tempo de execução e, portanto, podem favorecer a aderência ao treinamento;
- O uso de um menor número de séries pode oferecer maior proteção contra lesões, por reduzir o número de esforços repetitivos em diferentes articulações e grupos musculares;
- 12 semanas de TP em série simples são suficientes para melhorar a força muscular, a composição corporal e o quadro metabólico.

## 8. CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo sugerem que 12 semanas de TP em mulheres idosas não-treinadas pode resultar em melhoria da força muscular, da composição corporal e do quadro metabólico, independente da utilização de uma ou três séries por exercício. Portanto, 12 semanas de TP foram suficientes para produzir os seguintes benefícios:

- Aumento de força muscular de membros superiores, inferiores e de tronco;
- Incremento da massa isenta de gordura e osso de membros superiores, inferiores e total;
- Melhoria da qualidade muscular de membros inferiores, superiores e total;
- Manutenção da hidratação;
- Redução da adiposidade corporal;
- Redução das concentrações de glicose, proteína C-reativa, triglicerídeos, colesterol total e LDL-c;
- Aumento das concentrações de IGF-1.

## Referências

ALIQUE, M.; LUNA, C.; CARRACEDO, J. LDL biochemical modifications: a link between atherosclerosis and aging. **Food & Nutrition Research**, v. 59, p. 29240, dez 2015.

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

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

AMERICAN JOURNAL OF SPORTS MEDICINE et al. Exercise and physical activity for older adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 41, n. 7, p. 1510-1530, jul. 2009.

ARTERO, E. G. et al. A prospective study of muscular strength and all-cause mortality in men with hypertension. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 57, n. 18, p. 1831-1837, maio 2011.

BASTARD, J. P. et al. Recent advances in the relationship between obesity, inflammation, and insulin resistance. **European Cytokine Network**, v. 17, n. 1, p. 4–12, mar. 2006.

BENATTI, F. B.; PEDERSEN, B. K. Exercise as an anti-inflammatory therapy for rheumatic diseases-myokine regulation. **Nature Reviews Rheumatology**, v. 11, n. 2, p. 86–97, fev. 2015.

BOTTARO, M. et al. Resistance training for strength and muscle thickness: Effect of number of sets and muscle group trained. **Science & Sports**, v. 26, n. 5, p. 259–264, nov. 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.

BRADY, A. O.; STRAIGHT, C. R.; EVANS, E. M. Body composition, muscle capacity, and physical function in older adults: an integrated conceptual model. **Journal of Aging and Health**, v. 23, n. 10, p. 1303–1317, oct. 2011.

**Physical Activity**, v. 22, n. 3, p. 441-452, jul. 2014.

CADORE, E. L. et al. Strength and endurance training prescription in healthy and frail elderly. **Aging and Disease**, v. 5, n. 3, p. 183-195, jun. 2014.

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

CAMPBELL, W. W. et al. Increased energy requirements and changes in body composition with resistance training in older adults. **The American Journal Of Clinical Nutrition**, v. 60, n. 2, p. 167–175, ago. 1994.

CAMPOS, G. E. et al. Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones. **European Journal of Applied Physiology**, v. 88, n. 1-2, p. 50-60, nov. 2002.

CANNON, J.; MARINO, F. E. Early-phase neuromuscular adaptations to high- and low-volume resistance training in untrained young and older women. **Journal of Sports Sciences**, v. 28, n. 14, p. 1505–1514, dez. 2010.

CHUNG, H. Y. et al. Molecular inflammation: underpinnings of aging and age-related diseases. **Ageing Research Reviews**, v. 8, n. 1, p. 18–30, jan. 2009.

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

CLARK, B. C.; MANINI, T. M. Sarcopenia  $\neq$  dynapenia. **Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 63, n. 8, p. 829–834, ago. 2008.

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

COLLETT-SOLBERG, P. F.; COHEN, P. The role of the insulin-like growth factor binding proteins and the IGFBP proteases in modulating IGF action. **Endocrinology Metabolism Clinics of North America**, v. 25, n. 3, p. 591-614, set. 1996.

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, p. 1221-1228, set. 2013.

CREWETHER, B.; CRONIN, J.; KEOGH, J. Possible stimuli for strength and power adaptation: acute mechanical responses. **Sports Medicine**, v. 35, n. 11, p. 967–989, nov. 2005.

CSAPO, R.; ALEGRE, L. M. Effects of resistance training with moderate vs heavy loads on muscle mass and strength in the elderly: a meta-analysis. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 26, n. 9, p. 995-1006, set. 2016.

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

DE REKENEIRE, N. et al. Is a fall just a fall: correlates of falling in healthy older persons. The Health, Aging And Body Composition Study. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 51, n. 6, p. 841–846, jun. 2003.

DELMONICO, M. J. et al. Longitudinal study of muscle strength, quality, and adipose tissue. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 90, n. 6, p. 1579-1585, dez. 2009.

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.

ESTRADA, M. et al. Functional impact of relative versus absolute sarcopenia in healthy older women. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 55, n. 11, p. 1712-1719, nov. 2007.

FIATARONE, M. A. et al. High-Intensity strength training in nonagenarians. Effects on skeletal muscle. **JAMA**, v. 263, n. 22, p. 3029-3034, jun. 1990.

FIGARO, M. K. et al. Diabetes, inflammation, and functional decline in older adults: findings from the Health, Aging and Body Composition (ABC) Study. **Diabetes Care**, v. 29, n. 9, p. 2039-2045, set. 2006.

FRAGALA, M. S.; KENNY, A. M.; KUCHEL, G. A. Muscle quality in aging: a multi-dimensional approach to muscle functioning with applications for treatment. **Sports Medicine**, v. 45, n. 5, p. 641-658, maio 2015.

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

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

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. American College of Sports Medicine position stand. 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.

GONZALES, M. C. et al. Phase angle and its determinants in healthy subjects: influence of body composition. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 103, n. 3, p. 712-716, mar. 2016.

GOODPASTER, B. H. et al. Skeletal muscle attenuation determined by computed tomography is associated with skeletal muscle lipid content. **Journal of Applied Physiology**, v. 89, n. 1, p. 104-110, jul. 2000.

GOODPASTER, B. H. et al. Attenuation of skeletal muscle and strength in the elderly: The Health ABC Study. **Journal of Applied Physiology**, v. 90, n. 6, p. 2157-2165, jun. 2001.

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

GRANACHER, U.; GRUBER, M.; GOLLHOFER, A. Resistance training and neuromuscular performance in seniors. **International Journal of Sport Medicine**, v. 30, n. 9, p. 652-657, set. 2009.

GREENE, N. P.; MARTIN, S. E.; CROUSE, S. F. Acute exercise and training alter blood lipid and lipoprotein profiles differently in overweight and obese men and women. **Obesity**, v. 20, n. 8, p. 1618-1627, ago. 2012.

HASS, C. J. et al. Single versus multiple sets in long-term recreational weightlifters. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 32, n. 1, p. 235-242, jan. 2000.

HIROSE, H. et al. Effects of aging on visceral and subcutaneous fat areas and on homeostasis model assessment of insulin resistance and insulin secretion capacity in a comprehensive health checkup. **Journal of Atherosclerosis and Thrombosis**, v. 23, n. 2, p. 207-215, fev. 2016.

HUNTER, G. R. et al. Resistance training increases total energy expenditure and free-living physical activity in older adults. **Journal of Applied Physiology**, v. 89, n. 3, p. 977-984, set. 2000.

JANSSEN, I. Evolution of sarcopenia research. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 35, n. 5, p. 707-712, out. 2010.

JANSSEN, I. The epidemiology of sarcopenia. **Clinics in Geriatric Medicine**, v. 27, n. 3, p. 355-363, ago. 2011.

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

JANSSEN, I.; HEYMSFIELD, S. B.; ROSS, R. Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 50, n. 5, p. 889-896, maio 2002.

KEATING, S. E. et al. Effect of resistance training on liver fat and visceral adiposity in adults with obesity: a randomized controlled trial. **Hepatology Research**, ago. 2016 [Epub ahead of print].

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

KENGNE, A. P. et al. Association of C-reactive protein with cardiovascular disease mortality according to diabetes status: pooled analyses of 25,979 participants from four U.K. prospective cohort studies. **Diabetes Care**, v. 35, n. 2, p. 396-403, fev. 2012.

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

KIM, T. N.; CHOI, K. M. Sarcopenia: definition, epidemiology, and pathophysiology. **Journal of Bone Metabolism**, v. 20, n. 1, p. 1-10, maio 2013.

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. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 4, p. 1150-1159, abr. 2010.

KRITCHEVSKY, S. B.; CESARI, M.; PAHOR, M. Inflammatory markers and cardiovascular health in older adults. **Cardiovascular Research**, v. 66, n. 2, p. 265-275, maio 2005.

KWON, H.; PESSIN, J. E. Adipokines mediate inflammation and insulin resistance. **Frontiers in Endocrinology**, v. 4, p. 71, jun. 2013.

LAMBERT, C. P.; FLYNN, M. G. Fatigue during high-intensity intermittent exercise application to bodybuilding. **Sports Medicine**. v. 32, n. 8, p. 511-522, ago. 2002.

LATHAM, N. K. et al. Systematic review of progressive resistance strength training in older adults. **The Journals of Gerontology Series A Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 59, n. 1, p. 48-61, jan. 2004.

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

MANINI, T. Development of physical disability in older adults. **Current Aging Science**, v. 4, n. 3, p. 184-191, dez. 2011.

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

MANN, S.; BEEDIE, C.; JIMENEZ, A. Differential effects of aerobic exercise, resistance training and combined exercise modalities on cholesterol and the lipid profile: review, synthesis and recommendations. **Sports Medicine**, v. 44, n. 2, p. 211-221, fev. 2014.

MARQUES, E. et al. Effects of resistance and multicomponent exercise on lipid profiles of older women. **Maturitas**, v. 63, n. 1, p. 84-88, maio 2009.

MARTINS, R. A et al. Effects of aerobic and strength-based training on metabolic health indicators in older adults. **Lipids in Health and Disease**, v. 9, p. 76, jul. 2010.

MARTYN, J. A.; KANEKI, M.; YASUHARA, S. Obesity-induced insulin resistance and hyperglycemia: etiologic factors and molecular mechanisms. **Anesthesiology**, v. 109, n. 1, p. 137-148, jul. 2014.

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

McBRIDE, J. M.; BLAAK, J. B.; TRIPLETT-McBRIDE, T. Effect of resistance exercise volume and complexity on emg, strength, and regional body composition. **European Journal of Applied Physiology**, v. 90, n. 5-6, p. 626-632, nov. 2003.

MILJKOVIC, N. et al. Aging of skeletal muscle fibers. **Ann Rehabil Med** v. 39, n. 2, p. 155-162, abr. 2015.

MILNER-BROWN, H. S.; STEIN, R. B.; LEE, R. G. Synchronization of human motor units: possible roles of exercise and supra spinal reflexes. **Electroencephalography and Clinical Neurophysiology**, v. 38, n. 3, p. 245-254, mar. 1975.

MISIC, M. M. et al. Muscle quality, aerobic fitness and fat mass predict lower-extremity physical function in community-dwelling older adults. **Gerontology**. v. 53, n. 5, p. 260-266, maio 2007.

MUNN, J. et al. Resistance training for strength: effect of number of sets and contraction speed. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 37, n. 9, p. 1622-1626, set. 2005.

NICHOLSON, G.; ISPOGLOU, T.; BISSAS, A. The impact of repetition mechanics on the adaptations resulting from strength-, hypertrophy- and cluster-type resistance training. **European Journal of Applied Physiology**, v. 116, n. 10, p. 1875-1888, out. 2016.

NORMAN, K. et al. The bioimpedance phase angle predicts low muscle strength, impaired quality of life, and increased mortality in old patients with cancer. **Journal of the American Medical Directors Association**, v. 16, n. 2, p. 173.e17-173.e22, fev. 2015.

NORRIS, M. K. et al. Effects of resistance training frequency on physical functioning and quality of life in prostate cancer survivors: a pilot randomized controlled trial. **Prostate Cancer and Prostatic Diseases**, v. 18, n. 3, p. 281–287, set. 2015.

PAULSEN, G.; MYKLESTAD, D.; RAASTAD, T. The influence of volume of exercise on early adaptations to strength training. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 17, n. 1, p. 115-120, fev. 2003.

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

PEDERSEN, B. K.; FEBBRAIO, M. A. Muscle as an endocrine organ: focus on muscle-

derived interleukin-6. **Physiological Reviews**, v. 88, n. 4, p. 1379-1406, out. 2008.

PEDERSEN, D. J. et al. A major role of insulin in promoting obesity-associated adipose tissue inflammation. **Molecular Metabolism**, v. 4, n. 7, p. 507–518, maio 2015.

PHILLIPS, S. M.; WINETT, R. A. Uncomplicated resistance training and health-related outcomes: evidence for a public health mandate. **Current Sports Medicine Reports**, v. 9, n. 4, p. 208-213, jul. 2010.

PINTO, R. S. et al. Short-term strength training improves muscle quality and functional capacity of elderly women. **Age (Dordr)**, v. 36, n. 1, p. 365-372, fev. 2014.

PRATLEY, R. et al. Strength training increases resting metabolic rate and norepinephrine levels in healthy 50- to 65-yr-old men. **Journal of Applied Physiology**, v. 76, n. 1, p. 133-137, jan. 1994.

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. 2013a.

RADAELLI, R. et al. Effect of two different strength training volumes on muscle hypertrophy and quality in elderly women. **Journal of Sports Medicine Physical Fitness**, v. 53, n. 3, p. 1–6, maio 2013b.

RADAELLI, R. et al. Effects of single vs. multiple-set short-term strength training in elderly women. **Age (Dordr)**, v. 36, n. 6, p. 9720, dez. 2014a.

RADAELLI, R. et al. Time course of low- and high-volume strength training on neuromuscular adaptations and muscle quality in older women. **Age (Dordr)**, v. 36, n. 2, p. 881-892, abr. 2014b.

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

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, dez 2014.

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

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

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

RUIZ, J. R. et al. Association between muscular strength and mortality in men: prospective cohort study. **BMJ**, v. 337, p. a439, jul. 2008.

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. 786–793, out. 1998.

SCHAAP, L. A. et al. Higher inflammatory marker levels in older persons: associations with 5-year change in muscle mass and muscle strength. **The Journals of Gerontology Series A Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 64, n. 11, p. 1183–1189, nov. 2009.

SCHOENFELD, B. J. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 10, p. 2857-2872, out. 2010.

SCHOENFELD, B. J. Potential mechanisms for a role of metabolic stress in hypertrophic adaptations to resistance training. **Sports Medicine**, v. 43, n. 3, p. 179-194, mar. 2013.

SILVA, A. M. et al. Extracellular water: greater expansion with age in African Americans. **Journal of Applied Physiology**, v. 99, n. 1, p. 261-267, jul. 2005.

SOONESTE, H. et al. Effects of training volume on strength and hypertrophy in young men. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 27, n. 1, p. 8–13, jan. 2013.

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**, ago. 2016 [Epub ahead of print].

STEIB, S.; SCHOENE, D.; PFEIFER, K. Dose-response relationship of resistance training in older adults: a meta-analysis. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 42, n. 5, p. 902-914, maio 2010.

SPAGNOLI, A.; ROSENFELD, R. G. The mechanisms by which growth hormone brings about growth. **Endocrinology and Metabolism Clinics of North America**, v. 25, n. 3, p. 615-631, set. 1996.

STANCEL, N. et al. Reviews interplay between CRP, atherogenic LDL , and LOX-1 and Its potential role in the pathogenesis of atherosclerosis. **Clinical Chemistry**, v. 62, n. 2, p. 320-327, fev. 2016.

STOBÄUS, N. et al. Determinants of bioelectrical phase angle in disease. **The British Journal of Nutrition**, v. 107, n. 8, p. 1217-1220, abr. 2012.

TARANTINO, U. et al. Sarcopenia and fragility fractures : molecular and clinical evidence of the bone-muscle interaction. **The Journal of Bone and Joint Surgery**, v. 97, n. 5, p. 429–437, mar. 2015.

TCHERNOF, A.; DESPRÉS, J. Pathophysiology of human visceral obesity: an update. **Physiological Reviews**, v. 93, n. 1, p. 359-404, jan. 2013.

TIAINEN, K. et al. Inflammatory markers and physical performance among nonagenarians. **The Journals of Gerontology Series A Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 65, n. 6, p. 658-663, jun. 2010.

TINETTI, M. E.; WILLIAMS, C. S. Falls, injuries due to falls, and the risk of admission to a nursing home. **The New England Journal of Medicine**, v. 337, n. 18, p. 1279-1284, out. 1997.

TOIGO, M.; BOUTELLIER, U. New fundamental resistance exercise determinants of molecular and cellular muscle adaptations. **European Journal of Applied Physiology**, v. 97, n. 6, p. 643-663, ago. 2006.

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

TOTH, M. J. et al. Menopause-related changes in body fat distribution. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 904, p. 502-506, maio 2000.

VIERCK, J. et al. Review satellite cell regulation following myotrauma caused by resistance exercise. **Cell Biology International**, v. 24, n. 5, p. 263–272, maio 2000.

VISSER, M. et al. Muscle mass, muscle strength, and muscle fat infiltration as predictors of incident mobility limitations in well-functioning older persons. **The Journals of Gerontology Series A Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 60, n. 3, p. 324-333, mar. 2005.

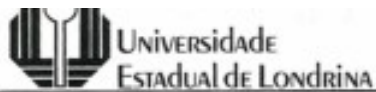
WANG, H.; ECKEL, R. H. Lipoprotein lipase: from gene to obesity. **American Journal of Physiology and Endocrinology Metabolism**, v. 297, n. 2, p. E271-E288, ago. 2009.

WATERS, D. L. et al. Advantages of dietary, exercise-related, and therapeutic interventions to prevent and treat sarcopenia in adult patients: an update. **Clinical Interventions in Aging**, v. 5, p. 259-270, set. 2010.

WOLFE, R. R. The underappreciated role of muscle in health and disease. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 84, n. 3, p. 475-482, set. 2006.

ZAMBONI, M. et al. Adipose tissue, diet and aging. **Mechanisms of Ageing and Development**, v. 136-137, p. 129-137, mar. 2014.

## 8 ANEXOS



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA



PARANÁ  
GOVERNO DO ESTADO

**COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS**  
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:

**"IMPACTO DE DIFERENTES FREQUÊNCIAS SEMANAIS AO TREINAMENTO COM PESOS EM MULHERES IDOSAS"**

Situação do Projeto: **Aprovado**

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.



**Profa. Dra. Alexandrina Aparecida Maciel Cardelli**  
Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos  
Universidade Estadual de Londrina



## 9 APÊNDICES

### 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 membros superiores, inferiores e tronco, que consiste na realização de três tentativas com o objetivo de levantar a maior quantidade de peso possível em apenas uma repetição para determinação da força muscular máxima).

Gostaríamos de esclarecer que a participação é totalmente voluntária. 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.

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

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

**10 CRONOGRAMA**

<b>Eventos</b>	<b>Semestres</b>
Recrutamento da amostra Avaliação pré treinamento Período de treinamento Escrita do projeto Escrita do projeto Escrita do projeto Avaliação pós treinamento	1° semestre/ 2015
Análise dos dados Escrita da dissertação	2° semestre/ 2015
Escrita da dissertação	3° semestre/ 2016
Defesa da dissertação	4° semestre/ 2017

