



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

FÁBIO LUIZ CHECHE PINA

**EFEITO DE 24 SEMANAS DE TREINAMENTO COM PESOS  
EM DIFERENTES FREQUÊNCIAS SEMANAIS NA FORÇA  
MUSCULAR, COMPOSIÇÃO CORPORAL E  
BIOMARCADORES SANGUÍNEOS EM MULHERES IDOSAS**

---

Londrina  
2017

FÁBIO LUIZ CHECHE PINA

**EFEITO DE 24 SEMANAS DE TREINAMENTO COM PESOS  
EM DIFERENTES FREQUÊNCIAS SEMANAIS NA FORÇA  
MUSCULAR, COMPOSIÇÃO CORPORAL E  
BIOMARCADORES SANGUÍNEOS EM MULHERES IDOSAS**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Associado em Educação Física - UEM/UEL, como requisito para obtenção do título de Doutor em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino

Londrina  
2017

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

Pina, Fábio Luiz Cheche.

EFEITO DE 24 SEMANAS DE TREINAMENTO COM PESOS EM DIFERENTES FREQUÊNCIAS SEMANAIS NA FORÇA MUSCULAR, COMPOSIÇÃO CORPORAL E BIOMARCADORES SANGUÍNEOS EM MULHERES IDOSAS / Fábio Luiz Cheche Pina. - Londrina, 2017.

90 f. : il.

Orientador: Edilson Serpeloni Cyrino.

Tese (Doutorado 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. Idosos - Tese. 3. Frequência semanal - Tese. I. Cyrino, Edilson Serpeloni . II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Educação Física e Esportes. Programa de Pós-Graduação em Educação Física. III. Título.

FÁBIO LUIZ CHECHE PINA

**EFEITO DE 24 SEMANAS DE TREINAMENTO COM PESOS EM  
DIFERENTES FREQUÊNCIAS SEMANAIS NA FORÇA MUSCULAR,  
COMPOSIÇÃO CORPORAL E BIOMARCADORES SANGUÍNEOS EM  
MULHERES IDOSAS**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Associado em Educação Física - UEM/UEL, como requisito para obtenção do título de Doutor em Educação Física.

**BANCA EXAMINADORA**

---

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

---

Prof. Dr. Rafael Deminice  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dr. Denílson de Castro Teixeira  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dr. Paulo de Tarso Veras Farinatti  
Universidade do Estado do Rio de Janeiro -  
UERJ

---

Prof. Dr. André Luiz Demantova Gurjão  
Universidade Federal do Vale do São Francisco  
- UNIVASF

Londrina, 10 de fevereiro de 2017.

*Dedico este trabalho, primeiramente a Deus, que sempre me deu saúde, paz, harmonia e forças para caminhar em minha vida.*

*À minha família, que sempre me apoiou em todos os momentos de minha vida.*

*Aos amigos, que sempre estiveram por perto para dar suporte e atenção.*

*Aos orientadores, que de forma direta e indireta contribuíram para o meu sucesso acadêmico.*

*Aos meus filhos que me deixam todo orgulhoso e que todo meu esforço tem sido por vocês.*

*A minha esposa pelo total companheirismo tanto nos momentos bons como ruins*

.

## AGRADECIMENTOS

*Encerrar uma tarefa difícil como esta exige paciência, determinação e, acima de tudo, muita vontade. Momentos de alegria, tristeza, desespero e satisfação fizeram parte dessa trajetória. Várias horas de sono e finais-de-semana gastos em frente do computador ou lendo, ausência temporária de contato com a família foram, ao final, recompensados por uma incrível sensação de dever cumprido. Várias pessoas fizeram parte desse episódio inédito, direta ou indiretamente, e com todas eu gostaria de dividir a alegria de ter concluído essa importante etapa da minha vida acadêmica e profissional.*

*Inicialmente, gostaria de agradecer ao meu professor, orientador e amigo **Edilson Serpeloni Cyrino**, que me acolheu e me guiou por esses anos que vivi, aprendendo mais sobre o ato de pesquisar, o que conseqüentemente me fez uma pessoa melhor em todos os aspectos.*

*Agradeço aos membros da Comissão Julgadora, professores **Rafael Deminice, Denílson de Castro Teixeira, Paulo de Tarso Veras Farinatti e André Luiz Demantova Gurjão** pelos conselhos, dicas e comentários pertinentes durante todo o meu período no Doutorado.*

*Agradeço ao **Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)** pelo apoio financeiro a este projeto.*

*Agradeço aos funcionários e direção do **Centro de Educação Física e Esporte (CEFE)**, da Universidade Estadual de Londrina, que possibilitaram a utilização da Sala de Musculação para as sessões de treinamento e testagens.*

*Agradeço aos profissionais e técnicos do HU que auxiliaram nas coletas e análises sanguíneas, pela paciência e comprometimento nas coletas, bem como, de maneira muito especial, aos professores **Décio Sabbatini Barbosa, Danielle Venturini e Alessandra Okino** pela competência e profissionalismo.*

*Agradeço aos meus amigos **Matheus Amarante do Nascimento e Alex Silva Ribeiro** por terem trabalhado em parceria comigo, para que este trabalho pudesse ser realizado com sucesso. Espero sempre poder contar com a ajuda de vocês.*

*Agradeço, em especial, as amigas **Crisieli Maria Tomeleri e Mariana Ferreira de Souza**, que mesmo com muitos afazeres pessoais, sempre estiveram*

*dispostas a colaborar em muitas conversas e discussões de um valor inestimável... obrigada minhas amigas.*

*Agradeço, também, os amigos e companheiros de **GEPEMENE**, Profa. Márcia Dib, Camila, Paolo, Rodrigo, Paulo, Edilaine, Danilo, Leandro, David, Melissa, Érick, Duda, enfim, todos que de alguma maneira colaboraram com as coletas e com o andamento e desenvolvimento do projeto. Muito obrigado meus colegas. Como diz o mestre: "Unidos somos fortes".*

*As senhoras que participaram voluntariamente deste estudo, sendo a razão dos nossos estudos atuais do GEPEMENE, deixo aqui meu profundo agradecimento e externo meus sentimentos de respeito e admiração.*

*Aos meus filhos: **Murilo Willamowius Pina** e **Clara Willamowius Pina**, amor maior do mundo. Obrigado pelo apoio, amor, carinho, compreensão e admiração. Obrigado por entenderem minha ausência. Obrigado por existirem e serem meus filhos. Papai promete que vai andar mais de bicicleta e ir a piscina com vocês.*

*A minha grande companheira **Thelma Willamowius** por sua dedicação, companheirismo, amor incondicional, compreensão, apoio nos momentos difíceis, incentivo, conselhos sempre oportunos, pela confiança e por aguentar as minhas manias e costumes. Só eu sei o quanto você foi e será importante na minha vida e obrigado por ser uma pessoal tão ESPECIAL.*

*Agradeço a um ser que muitas vezes me acha louco, porém sempre está ao meu lado: **Téo**. Ele pode até ser um cachorro, mas sempre ficou deitado ao meu lado durante todos os momentos que estava no computador. Mesmo com milhares de problemas ele vinha todo feliz quando eu chegava do trabalho, projeto ou aulas do doutorado.*

*Por fim, gostaria de agradecer as pessoas que mesmo de longe acreditaram e ainda acreditam no meu potencial tanto profissional como acadêmico. Meus pais, **Luiz Alberto Pina** e **Maria de Fátima Cheche Pina** e meu irmão **Gustavo Cheche Pina**, pois sem o apoio deles dificilmente concluiria mais essa etapa em minha vida.*

*A todos aqueles que direta ou indiretamente colaboraram para que eu chegasse até aqui, externo meus mais sinceros agradecimentos*

PINA, Fábio Luiz Cheche. **Efeito de 24 semanas de treinamento com pesos em diferentes frequências semanais na força muscular, composição corporal e biomarcadores sanguíneos em mulheres idosas**. 2017. 90 f. Tese de Doutorado em Educação Física. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017.

## RESUMO

**Objetivo:** Analisar o efeito do TP executado em diferentes frequências semanais sobre indicadores de força muscular, composição corporal e biomarcadores sanguíneos em idosas. **Métodos:** Trinta e nove mulheres idosas ( $68 \pm 4$  anos;  $59,8 \pm 12,0$  kg;  $155,7 \pm 5,6$  cm;  $24,6 \pm 4,6$  kg/m<sup>2</sup>), fisicamente independentes, foram aleatorizadas em dois grupos de acordo com a frequência semanal ao treinamento (G2x = duas sessões e G3x = três sessões). O treinamento teve duração de 24 semanas, sendo dividido em duas etapas de 12 semanas cada. Na primeira etapa foi executada uma única série de 10 a 15 repetições, ao passo que na segunda etapa foram executadas duas séries de 10 a 15 repetições em oito exercícios para os diferentes segmentos corporais (membros superiores, tronco e membros inferiores). Os componentes da composição corporal foram determinados por absorptometria radiológica de dupla energia (DEXA) e bioimpedância espectral (BIS). Testes de uma repetição máxima (1RM) foram utilizados como indicadores de força muscular. A qualidade muscular (QM) foi estimada pela relação entre a força muscular e a massa muscular. Coletas de sangue foram realizadas para a determinação em jejum das concentrações de glicose, triglicérides, colesterol total, HDL-c, LDL-c e proteína C-reativa ultrasensível (PCR-us). **Resultados:** Interações significantes grupo x tempo ( $P < 0,05$ ) foram observadas na força muscular (G2x = +18,6% vs. G3x = +20,6%), QM (G2x = +14,4% vs. G3x = +19,3%) e massa gorda (G2x = -0,1% vs. G3x = -4,8%). Efeito principal do tempo ( $P < 0,05$ ) foi observado para as variáveis água corporal intracelular (G2x = +4,1% vs. G3x = +2,3%), massa muscular (G2x = +3,8% vs. G3x = +1,2%), HDL-c (G2x = +5,6% vs. G3x = +4,1%), glicemia (G2x = -6,2% vs. G3x = -6,6%) e PCR-us (G2x = -10,0% vs. G3x = -10,5%). Nenhuma modificação significativa ( $P > 0,05$ ) foi observada nas concentrações de colesterol total, LDL-c e triglicérides. **Conclusão:** Os resultados sugerem que o TP é efetivo para a melhoria da força muscular, massa muscular, massa gorda, água intracelular, glicemia, HDL-c e PCR-us em mulheres idosas, independentemente da frequência semanal analisada. Entretanto, o TP executado em três sessões semanais promoveu maiores ganhos de força muscular, QM e redução de gordura corporal do que o TP realizado em duas sessões semanais.

**Palavras-chave:** Envelhecimento. Treinamento de força. Massa muscular. Gordura corporal. Desempenho motor. Indicadores metabólicos.

PINA, Fábio Luiz Cheche. **Effect of 24 weeks of resistance training on different weekly frequencies on muscle strength, body composition and blood biomarkers in elderly women.** 2017. 90 p. Doctoral Thesis in Physical Education. State University of Londrina, Londrina, 2017.

## ABSTRACT

**Objective:** To analyze the effect of RT performed at different weekly frequencies on indicators of muscle strength, body composition and blood biomarkers in the elderly. **Methods:** Thirty-nine elderly women ( $68 \pm 4$  years,  $59.8 \pm 12.0$  kg,  $155.7 \pm 5.6$  cm,  $24.6 \pm 4.6$  kg/m<sup>2</sup>), were physically independent, were randomized into two groups of according to the weekly training frequency (G2x = two sessions and G3x = three sessions). The training lasted 24 weeks and was divided into two stages of 12 weeks each. In the first step a single set of 10 to 15 repetitions was performed, whereas in the second stage two sets of 10 to 15 repetitions were performed in eight exercises for the different body segments (upper limbs, trunk and lower limbs). The components of body composition were determined by dual energy radiometric absorptiometry (DXA) and spectral bioimpedance (SB). One-repetition test (1RM) were used as indicators of muscle strength. Muscle quality (MQ) was estimated by the relationship between muscle strength and muscle mass. Blood samples were taken for the fasting determination of glucose, triglyceride, total cholesterol, HDL-c, LDL-c, and ultra-sensitive C-reactive protein (CPR-us). **Results:** Significant group-time interactions ( $P < 0.05$ ) were observed in muscle strength (G2x = +18.6% vs. G3x = +20.6%), MQ (G2x = +14.4% vs. G3x = +19, 3%) and fat mass (G2x = -0.1% vs. G3x = -4.8%). The main effect of time ( $P < 0.05$ ) was observed for intracellular body water (G2x = +4.1% vs. G3x = +2.3%), muscle mass (G2x = +3.8% vs. G3x = +1.2%), HDL-c (G2x = +5.6% vs. G3x = +4.1%), glycemia (G2x = -6.2% vs. G3x = -6.6%) and CRP-us (G2x = -10.0% vs. G3x = -10.5%). No significant modification ( $P > 0.05$ ) was observed in total cholesterol, LDL-c, and triglyceride concentrations. **Conclusion:** The results suggest that RT is effective for improving muscle strength, muscle mass, fat mass, intracellular water, glycemia, HDL-c and CRP-us in elderly women regardless of weekly frequency. However, RT performed in three weekly sessions promoted greater gains in muscle strength and MQ and greater reduction of body fat than RT performed in two weekly sessions.

**Keywords:** Aging. Strength training. Muscle mass. Body fat. Motor performance. Metabolic indicators.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Delineamento experimental.....36
- Figura 2** – Massa muscular, água intracelular e qualidade muscular total de mulheres idosas destreinadas nos momentos pré, após 12 e 24 semanas de treinamento com pesos realizado em diferentes frequências. Os valores estão expressos em média  $\pm$  desvio-padrão.....48
- Figura 3** – Modificações relativas individuais da massa muscular (painel A e B), qualidade muscular total (painel C e D) e água intracelular (painel E e F) em idosas destreinadas (n = 39) submetidas a duas sessões semanais (G2x = barras em negrito) ou três sessões semanais (G3x = barras em branco) de treinamento com pesos.....49
- Figura 4** – Evolução das cargas de treinamento em mulheres idosas destreinadas submetidas a 24 semanas de treinamento com pesos, em diferentes frequências. O painel A indica a primeira etapa (semanas 1 a 12), enquanto o painel B apresenta o comportamento observado na segunda etapa (semanas 13 a 24) de treinamento. Os valores estão expressos em média  $\pm$  desvio-padrão.....52

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabela 1</b> – Investigações sobre o efeito de diferentes frequências semanais de treinamento com pesos em idosos.....   | 33 |
| <b>Tabela 2</b> – Força muscular de mulheres idosas destreinadas nos momentos pré, após 12 e 24 semanas de treinamento com pesos realizado em diferentes frequências. Os valores estão expressos em média $\pm$ desvio-padrão .....   | 45 |
| <b>Tabela 3</b> – Massa isenta de gordura e osso e qualidade muscular segmentada de mulheres idosas destreinadas nos momentos pré, após 12 e 24 semanas de treinamento com pesos realizado em diferentes frequências. Os valores estão expressos em média $\pm$ desvio-padrão ..... | 47 |
| <b>Tabela 4</b> – Massa de gordura e gordura de tronco de mulheres idosas destreinadas nos momentos pré, após 12 e 24 semanas de treinamento com pesos realizado em diferentes frequências. Os valores estão expressos em média $\pm$ desvio-padrão .....                           | 50 |
| <b>Tabela 5</b> – Indicadores metabólicos de mulheres idosas destreinadas nos momentos pré, após 12 e 24 semanas de treinamento com pesos realizado em diferentes frequências. Os valores estão expressos em média $\pm$ desvio-padrão.....   | 51 |
| <b>Tabela 6</b> – Comportamento clínico da saúde metabólica de mulheres idosas destreinadas nos momentos pré, após 12 e 24 semanas de treinamento com pesos realizado em diferentes frequências. Os valores estão expressos em frequência absoluta (relativa).....                  | 53 |

## LISTA DE ABREVIações

|        |   |
|--------|---|
| 1RM    | Uma repetição máxima  |
| AIC    | Água intracelular   |
| BIS    | Bioimpedância espectral                                       |
| CCI    | Coefficiente de correlação intraclasse                        |
| CT     | Colesterol total  |
| CNPq   | Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico |
| CTL    | Carga total levantada   |
| DEXA   | Absortometria radiológica de dupla energia                    |
| EPE    | Erro padrão de estimativa                                     |
| EXT    | Cadeira extensora   |
| G2x    | Duas sessões semanais de treinamento com pesos                |
| G3x    | Três sessões semanais de treinamento com pesos                |
| HDL-c  | Lipoproteína de alta densidade                                |
| LDL-c  | Lipoproteína de baixa densidade                               |
| MIGOTR | Massa isenta de gordura e osso de tronco                      |
| MIGOMS | Massa isenta de gordura e osso de membro superior             |
| MIGOMI | Massa isenta de gordura e osso de membro inferior             |
| PCR-us | Proteína C-reativa ultrasensível                              |
| QMT    | Qualidade muscular total                                      |
| QMMI   | Qualidade muscular de membro inferior                         |
| QMMS   | Qualidade muscular de membro superior                         |
| QMTR   | Qualidade muscular de tronco                                  |
| RM     | Repetições máximas  |
| ROS    | Rosca bíceps no banco <i>Scott</i>                            |
| SUP    | Supino em banco vertical                                      |
| TE     | Tamanho do efeito   |
| TP     | Treinamento com pesos   |

## SUMÁRIO

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO</b> .....                          | <b>13</b> |
| <b>2</b> | <b>OBJETIVOS</b> .....                           | <b>17</b> |
| 2.1      | Objetivo geral .....                             | 17        |
| 2.2      | Objetivos específicos .....                      | 17        |
| <b>3</b> | <b>REVISÃO DA LITERATURA</b> .....               | <b>18</b> |
| 3.1      | Envelhecimento populacional .....                | 18        |
| 3.2      | Força muscular e envelhecimento .....            | 20        |
| 3.3      | Composição corporal e envelhecimento .....       | 22        |
| 3.4      | Metabolismo e envelhecimento .....               | 24        |
| 3.5      | Treinamento com pesos em idosos .....            | 26        |
| <b>4</b> | <b>MÉTODOS</b> .....                             | <b>33</b> |
| 4.1      | Delineamento experimental .....                  | 33        |
| 4.2      | Participantes .....                              | 34        |
| 4.3      | Antropometria .....                              | 36        |
| 4.4      | Composição corporal .....                        | 36        |
| 4.4.1    | Absortometria radiológica de dupla energia ..... | 36        |
| 4.4.2    | Bioimpedância elétrica espectral .....           | 37        |
| 4.5      | Força muscular .....                             | 38        |
| 4.6      | Qualidade muscular .....                         | 39        |
| 4.7      | Biomarcadores sanguíneos .....                   | 39        |
| 4.8      | Carga de treino .....                            | 40        |
| 4.9      | Programa de treinamento com pesos .....          | 40        |
| 4.10     | Tratamento estatístico .....                     | 41        |
| <b>5</b> | <b>RESULTADOS</b> .....                          | <b>42</b> |
| <b>6</b> | <b>DISCUSSÃO E CONCLUSÃO</b> .....               | <b>52</b> |

|  |    |
|--|----|
| <b>REFERÊNCIAS</b> .....   | 60 |
| <b>APÊNDICE</b> .....  | 79 |
| APÊNDICE A – Entrevista – Projeto Idosas .....   | 80 |
| APÊNDICE B – Termo de consentimento livre e esclarecido.....                                   | 82 |
| APÊNDICE C – Ficha de treinamento com pesos (fase 1 .....                                      | 84 |
| APÊNDICE D – Ficha de treinamento com pesos (fase 2).....                                      | 86 |
| <b>ANEXO</b> .....   | 88 |
| ANEXO A – Financiamento Conselho Nacional de Desenvolvimento<br>Científico e Tecnológico ..... | 89 |
| ANEXO B – Carta de aprovação do projeto pelo comitê de ética .....                             | 90 |

## 1 INTRODUÇÃO

Um incremento substancial da população idosa vem sendo observado nas últimas décadas na maior parte dos países do mundo (CENTRO LATINOAMERICANO Y CARIBEÑO DE POBLACIÓN Y DESARROLLO, 2014). Concomitantemente a este crescimento populacional existe um aumento da preocupação com a saúde do idoso, em virtude do maior risco para o desenvolvimento de disfunções crônico-degenerativas (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2013a; INSTITUTO DE ESTUDOS DE SAÚDE SUPLEMENTAR, 2013), incidência de quedas e fraturas (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2005), limitações funcionais (AIJÄNSEPPÄ et al., 2005) e até mesmo de morte por todas as causas. Portanto, a busca por mecanismos que contribuam para a manutenção da saúde e que favoreçam a longevidade com uma boa qualidade de vida em idosos tem sido um grande desafio para pesquisadores e profissionais da área da saúde.

Assim, com base nos inúmeros benefícios relatados pela literatura, a prática regular de programas de treinamento com pesos (TP) tem sido amplamente recomendada, sobretudo, para indivíduos idosos, por ser considerada uma estratégia de intervenção não-farmacológica bastante atraente em atenuar ou até mesmo reverter efeitos deletérios atrelados ao processo de envelhecimento (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009a). Entre as principais modificações atreladas a prática do TP que têm sido reveladas em estudos com a população idosa destacam-se: ganhos de força (PADILHA et al., 2015; RIBEIRO et al., 2015) e potência muscular (MISZKO et al., 2003; PETRELLA et al., 2007); aumento da massa muscular (TOMELERI et al., 2016; RIBEIRO et al., 2016a), densidade e conteúdo mineral ósseo (MARTYN-ST JAMES & CARROLL, 2006; SCHWAB & KLEIN, 2008; BEMBEN & BEMBEN, 2011); manutenção ou redução da gordura corporal (TOMELERI et al., 2016; RIBEIRO et al., 2016a); melhoria no perfil glicêmico (DUNSTAN et al., 2002; RIBEIRO et al., 2016a), lipídico (TSUZUKU et al., 2007; TOMELERI et al., 2016), inflamatório (TOMELERI et al., 2016; RIBEIRO et al., 2016a) e, ainda, na qualidade muscular (FRAGALA et al., 2015; RIBEIRO et al., 2016a).

Entretanto, grande parte dos benefícios acarretados pelo TP são dependentes da manipulação adequada de diversas variáveis que compõem a estrutura dos programas de TP (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE,

2002, 2009b) tais como: número de exercícios, séries e repetições; ordem de execução dos exercícios; tempo sob tensão ou velocidade de execução dos exercícios; intervalos de recuperação entre as séries e os exercícios; frequência semanal. Em idosos, esse fato pode ser facilmente comprovado por meio das respostas adaptativas diferenciadas que têm sido observadas a partir da manipulação de diferentes frequências semanais (TAAFFE et al., 1999; BEMBEN & BEMBEN, 2011; MURLASITS et al., 2012; PADILHA et al., 2015), experiência ao TP (TAAFFE et al., 1999; GALVÃO & TAAFFE, 2005; FARINATTI et al., 2013; RIBEIRO et al., 2015), progressão de treino (CARNEIRO et al., 2015) ou períodos de duração do TP (CANNON & MARINO, 2010; ABRAHIN et al., 2014; MURLASITS et al., 2012; PADILHA et al., 2015; LIXANDRÃO et al., 2016).

Com relação a frequência semanal, a recomendação vigente sugere que o TP em adultos idosos deva ser praticado regularmente em duas ou três sessões semanais (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2002, 2009a, 2009b), embora existam poucos estudos que compararam a efetividade da adoção de diferentes frequências de treinamento nessa população (FARINATTI et al., 2013; CARNEIRO et al., 2015; ASHE et al., 2013; PADILHA et al., 2015). Portanto, tal recomendação ainda carece de maior sustentação científica.

A frequência semanal ao TP pode influenciar a sobrecarga a ser utilizada (volume e intensidade) (CARNEIRO et al., 2015), o período de recuperação entre as sessões de treinamento (dias de descanso), além do tempo despendido de forma acumulada com o treinamento. Em idosos, em particular, a exigência de uma maior frequência ao treinamento pode comprometer, em diversos casos, a adesão e a aderência ao exercício físico por diferentes motivos (dificuldade de deslocamento, excesso de tarefas da vida diária, dependência de amigos e/ou familiares, entre outros) (PICORELLI et al., 2014).

Quatro metanálises publicadas ao longo da última década (STEIB et al., 2010; BORDE et al., 2015; SILVA et al., 2014; CSAPO & ALEGRE, 2016) indicaram a necessidade em se estudar de forma mais consistente a relação dose-resposta ao TP em idosos. Tais considerações foram evidenciadas na relação positiva que o TP possui para a população idosa quando confrontado os efeitos do treino para os respectivos grupos controles (sem intervenção). Em comum, as quatro investigações sugerem que as melhores respostas adaptativas nessa população ocorrem a partir

da prática de programas de TP de maior intensidade (STEIB et al., 2010; BORDE et al., 2015; CSAPO & ALEGRE, 2016) e duração (SILVA et al., 2014).

Nesse sentido, a tomada de decisão pela utilização de uma maior ou menor frequência ao TP pode influenciar a intensidade do treinamento bem como a manutenção ao programa de treino, visto que existe uma relação inversa entre a frequência e o tempo de recuperação entre as sessões e a adesão e a aderência ao exercício físico (PICORELLI et al., 2014). Logo, considerando que quanto maior a frequência semanal ao treinamento menor será o tempo de recuperação entre as sessões é plausível acreditar que uma menor frequência ao treinamento possa favorecer o treinamento com intensidades mais elevadas. Além disso, a permanência no programa de treino poderá ser mantida em virtude do tempo para realização de outras tarefas da vida diária.

Por outro lado, a maior frequência semanal ao treinamento em idosos permite uma maior realização de esforço físico, o que pode favorecer a aprendizagem do movimento e elevação no gasto energético, melhorando a qualidade de execução das tarefas motoras gerais e específicas, auxiliando de forma positiva no metabolismo energético. Esse fato pode contribuir, especialmente, para a melhoria da capacidade de geração de força muscular por diferentes mecanismos neurais, favorecendo o aumento da intensidade do TP (PLOUTZ-SNYDER & GIAMIS, 2001; AMARANTE DO NASCIMENTO et al., 2013; CARNEIRO et al., 2015), redução da gordura corporal (TOMELERI et al., 2016) e modificações positivas nos indicadores metabólicos como glicemia, perfil lipídico e inflamatório (MANN et al., 2014; RIBEIRO et al., 2016a; TOMELERI et al., 2016).

Além disso, se a utilização de diferentes frequências ao treinamento pode produzir diferentes respostas adaptativas em curto prazo (PADILHA et al., 2015; CARNEIRO et al., 2015), pelo menos em algumas variáveis de desfecho, pouco se sabe sobre o que ocorreria em médio ou longo prazo (após 16 semanas de TP), com a adoção de um modelo de progressão da sobrecarga (volume vs. intensidade) baseado no aumento no número de séries (séries simples vs. séries múltiplas) (RIBEIRO et al., 2015) ou a participação de idosos com experiência em TP (FARINATTI et al., 2013; CARNEIRO et al., 2015; ASHE et al., 2013; PADILHA et al., 2015).

Portanto, considerando que diversos benefícios associados ao TP podem ser tempo-dependentes e que o tempo de duração do treinamento pode

desencadear um efeito platô nas respostas adaptativas, investigações sobre o TP realizado em diferentes frequências, pautadas no uso de modelos de progressão de sobrecarga que permitam a manipulação de variáveis que compõem a estrutura do programa de treinamento (número de exercícios, séries e repetições; ordem de execução dos exercícios; tempo sob tensão ou velocidade de execução dos exercícios; intervalos de recuperação entre as séries e os exercícios), podem produzir valiosas informações para a tomada de decisão no momento da prescrição de programas de TP, em especial, na população idosa.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Analisar o efeito de 24 semanas de treinamento com pesos em diferentes frequências semanais na força muscular, composição corporal, perfil lipídico, glicêmico e inflamatório em mulheres idosas.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Comparar o efeito de diferentes frequências ao treinamento com pesos na massa muscular, força e qualidade muscular em mulheres idosas.
- Investigar a relação dose-resposta a duas frequências semanais ao treinamento com pesos na saúde metabólica (perfil lipídico, glicêmico e inflamatório) e composição corporal em mulheres idosas.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

Com base nos propósitos da presente investigação abordaremos na sequência aspectos relevantes sobre o envelhecimento populacional, indicadores de força em idosos, modificações na composição corporal associada ao envelhecimento, alterações metabólicas induzidas pelo envelhecimento e prescrição de treinamento com pesos.

#### 3.1 Envelhecimento populacional

O envelhecimento é um processo contínuo tanto na esfera física como comportamental e está associado à forma como o sujeito vê a vida e as oportunidades que tem ao longo dos anos. Logo, uma sociedade que envelhece, pode, em parte, demonstrar que está evoluindo nos aspectos econômicos, sociais e de saúde (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2005). Dados da Organização Mundial da Saúde estimam que, no ano de 2050, existirão cerca de 2 bilhões de pessoas com 60 anos ou mais no mundo, a maioria delas vivendo em países em desenvolvimento (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2005). Segundo as perspectivas epidemiológicas atuais, o Brasil deverá aumentar a população de indivíduos com 60 anos de 17% para 25% entre os anos de 2000 e 2020, com previsão de que até 2025 o país deverá possuir mais idosos do que crianças com até cinco anos de idade (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2013b). Tal crescimento populacional está intrinsecamente relacionado às modificações sanitárias, sociais e políticas dos países em desenvolvimento (CENTRO LATINOAMERICANO Y CARIBEÑO DE POBLACIÓN Y DESARROLLO, 2014).

Embora essas mudanças tenham proporcionado um aumento da expectativa de vida, o processo de envelhecimento *per se* resulta em diversas modificações estruturais, funcionais, fisiológicas e comportamentais que podem comprometer a qualidade de vida e a longevidade, tais como: aumento da gordura corporal, em particular, da gordura visceral e intramuscular (AIJÄNSEPPÄ et al., 2005); diminuição da massa magra, sobretudo, em virtude da redução da massa muscular e do conteúdo mineral ósseo (ORSATTI et al., 2011) decréscimo da força muscular (VIANNA et al., 2007); alterações desfavoráveis no perfil metabólico (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2013a), entre tantas outras. Esse conjunto de mudanças inerentes ao processo de envelhecimento ocupa papel de

destaque na aceleração da velhice, aumento da dependência e da fragilidade nessa população (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2007).

O aumento da expectativa de vida no Brasil, em particular, tem causado importantes mudanças no perfil epidemiológico no país, com aumento da mortalidade por doenças crônicas não transmissíveis em detrimento as doenças infecto-contagiosas (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2012). Assim, presumi-se que mudanças demográficas e epidemiológicas terão significativa relevância para os gastos públicos com saúde e previdência já nos próximos anos (BANCO MUNDIAL, 2011). Somente para exemplificar este fenômeno, a proporção de diabéticos durante a Pesquisa Nacional de Saúde (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2013a) foi maior entre as mulheres (7,0%) quando comparado a homens ( 5,4%) e aumentou com o avançar da idade, partindo de 0,6%, na faixa etária de 18 a 29 anos, e alcançando 19,6%, entre as pessoas de 75 anos ou mais. Os mesmos achados são observados com relação ao colesterol elevado, onde os achados são maiores entre as mulheres (15,1% quando comparados aos homens (9,7%) e aumentou com o avançar da idade, partindo de 12,5%, na faixa etária de 18 a 29 anos, e alcançando 20,3%, entre as pessoas de 75 anos ou mais. Por outro lado o percentual de adultos que praticam o nível recomendado de atividade física no tempo livre parece diminuir com o aumento da idade, como pode ser observado na faixa etária de 18 a 24 anos, no qual 35,3% relataram prática do nível recomendado de atividade física no lazer, ao passo que no grupo etário de 60 anos ou mais apenas 13,6% cultivam este hábito (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2013a).

Dessa forma, pode-se inferir que os gastos com procedimentos médico-hospitalares levarão o poder público a dispor de recursos nunca vistos anteriormente, de modo que existe a previsão de que somente no grupo de idosos o gasto em 2030 será duas vezes maior do que o observado em 2010 (R\$ 9,1 bilhões contra R\$ 4,6 bilhões), o que corresponde a um incremento de cerca de R\$ 200 milhões ao ano aos cofres públicos (INSTITUTO DE ESTUDOS DE SAÚDE SUPLEMENTAR, 2013). Portanto, a adoção de estratégias de intervenção que envolvam mudanças no estilo de vida pode favorecer a prevenção, bem como o tratamento das modificações nas capacidades estruturais e funcionais do organismo da pessoa idosa.

Entre as diferentes estratégias não-farmacológicas reconhecidamente

efetivas para a promoção de um envelhecimento mais saudável se destaca o envolvimento com a prática regular de exercícios físicos de diferentes naturezas (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009a; AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2011). Nesse sentido, o TP vem merecendo especial atenção de pesquisadores, uma vez que a literatura tem demonstrado o potencial deste tipo de treinamento em diminuir os efeitos deletérios de alguns destes processos que acompanham o envelhecimento (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 1998; AAGAARD et al., 2010).

Dentre os sistemas orgânicos que são mais diretamente afetados pelo envelhecimento, destaca-se o sistema neuromuscular. Nesse sentido, uma das maiores causas de incapacidade funcional parece ser o declínio da força muscular, decorrente da redução significativa de massa muscular, um processo denominado de sarcopenia (ROSENBERG, 1997). Mais recentemente, a clássica definição de sarcopenia proposta por Rosenberg (1997) tem sido não somente associada a perda de massa muscular, mas também a redução da função muscular (EVANS, 2010; CRUZ-JENTOFT et al., 2010a) e modificações na saúde metabólica (ALEMAN-MATEO et al., 2014; MAVROS et al., 2014). Nesse sentido, em 2010, o *European Working Group on Sarcopenia in Older People* sugeriu uma nova definição para sarcopenia integrando a perda de massa muscular que ocorre com o avançar da idade com reduzidos níveis de força muscular e/ou de desempenho físico (CRUZ-JENTOFT et al., 2010b; MCLEAN & KIEL, 2015). A partir dessa definição, a proposta deste grupo considera três diferentes estágios para esta condição, a saber: (1) pré-sarcopenia: se refere apenas a redução da massa muscular; (2) sarcopenia: consiste na redução da massa muscular acompanhada pelo decréscimo de força muscular e/ou de desempenho físico; (3) sarcopenia grave: associação entre decréscimo de massa muscular, força e desempenho físico (CRUZ-JENTOFT et al., 2010b).

Vale destacar, contudo, que muitas das limitações funcionais decorrentes do processo de envelhecimento, aparentemente, poderiam ser atenuadas ou até mesmo prevenidas, simplesmente pelo envolvimento de indivíduos idosos com a prática regular de TP (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 1998). A seguir abordaremos o comportamento da força muscular frente o processo de envelhecimento e o importante papel do TP nesta relação.

### **3.2 Força muscular e envelhecimento**

Entre os sistemas orgânicos que são mais diretamente afetados negativamente pelo processo de envelhecimento, destaca-se o sistema neuromuscular. Nesse sentido, uma das principais causas de incapacidade funcional parece ser o declínio da força muscular (VIANNA et al., 2007; AAGAARD et al., 2010).

O envelhecimento é responsável por aproximadamente 30% da redução na força muscular em homens e 28% em mulheres, sendo mais acentuada nos homens a partir dos 30 anos e nas mulheres após os 50 anos (VIANNA et al., 2007). Concomitantemente a esse fenômeno ocorre, também, um decréscimo na resistência muscular em mulheres de diferentes faixas etárias (PINA et al., 2012). Tais informações são bastante preocupantes visto que níveis reduzidos, em especial, de força muscular estão estreitamente associados com as mais elevadas taxas de mortalidade por todas as causas (FITZGERALD et al., 2004; LING et al., 2010).

A redução da força muscular pode ser influenciada por diversos fatores, além do próprio processo de envelhecimento (FITZGERALD et al., 2004; LING et al., 2010), tais como: modificações no perfil lipídico, elevação da pressão arterial, uso de tabaco, incidência de doenças crônico-degenerativas e modificações na arquitetura muscular (FITZGERALD et al., 2004; BAPTISTA & VAZ, 2009; LING et al., 2010). Por outro lado, à redução da força muscular pode comprometer o volume e área de secção transversa do músculo esquelético (MILJKOVIC et al., 2015). Independentemente dos mecanismos responsáveis ou, até mesmo, da magnitude dos ganhos após um período de intervenção, incrementos na força muscular decorrentes da prática de TP podem proporcionar melhoria na realização das atividades da vida diária e, conseqüentemente, na qualidade de vida (INABA et al., 2008).

Assim, pesquisadores têm defendido a importância da prática regular de exercícios físicos para a população idosa, considerando que esse comportamento pode contribuir positivamente para o envelhecimento mais saudável (MUMMERY et al., 2007; RAJPATHAK et al., 2011). Existem informações de que diversas limitações funcionais decorrentes do processo de envelhecimento, em muitos casos, poderiam ser atenuadas ou até mesmo prevenidas, simplesmente pelo envolvimento de indivíduos idosos com a prática regular de TP (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 1998; AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2007). Desse

modo, estudos de intervenção têm revelado ganhos de força muscular, de diferentes magnitudes, em mulheres idosas submetidas ao TP (RIBEIRO et al., 2015; RIBEIRO et al., 2016a; TOMELERI et al., 2016). Grande parte dessas diferenças pode ser explicada simplesmente pela ausência de sessões prévias de familiarização aos testes utilizados para a medida da força máxima (AMARANTE DO NASCIMENTO et al., 2013).

Nas fases iniciais de um programa de TP o aumento da força muscular tem sido atribuído, em particular, à algumas adaptações neurais específicas (PETRELLA et al., 2007), como maior ativação muscular, melhor recrutamento das fibras musculares e maior frequência de disparos das unidades motoras da musculatura, embora algum grau de hipertrofia muscular já possa ser observado nesse período (LIXANDRÃO et al., 2016). Entretanto, a hipertrofia muscular, por meio do aumento na área de secção transversa das fibras musculares do tipo I e II parece contribuir mais decisivamente para o desenvolvimento da força muscular com o avançar do tempo de prática (FRONTERA & BIGARD, 2002).

Assim, abordaremos na sequência a importância das modificações na composição corporal, com ênfase na massa muscular, durante o processo de envelhecimento.

### **3.3 Composição corporal e envelhecimento**

A redução na massa muscular associada a idade, fenômeno conhecido como sarcopenia é uma das principais alterações morfológicas que ocorre com o envelhecimento (BRADY et al., 2014). Isso parece ocorrer em virtude da célula muscular possuir um tamanho mínimo definido por predisposição genética, o que faz com que uma célula ao alcançar dimensões abaixo desse limiar, devido a atrofia das fibras musculares, desencadeie morte celular ou induza processo de desnervação (ZEMBRON-LACNY et al., 2014).

Vale destacar que o processo de redução da massa muscular esquelética em indivíduos sedentários inicia-se por volta dos 30 anos de idade tornando-se mais acentuado a partir da quinta década de vida (EVANS, 2010). Assim, se durante a terceira e a quarta década de vida perde-se em torno de 0,2 kg de massa muscular por ano (3-5% por década) a taxa de redução pode alcançar aproximadamente 0,5 kg por ano (5-10% por década) em pessoas acima dos 50 anos (EVANS, 2010). Portanto, a redução da massa muscular pode chegar a 40% em pessoas idosas

(AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009a), afetando principalmente as fibras de contração rápida (EVANS, 2010).

Considerando que a musculatura esquelética está relacionada com a mobilidade e função do sistema locomotor de idosos (CLARK & MANINI, 2010), a redução da massa muscular pode comprometer a autonomia da ação, a capacidade de locomoção e sustentação de objetos, a manutenção de equilíbrio, o nível de atividade física habitual (BRADY et al., 2014), favorecendo quedas e dificultando a realização de atividades cotidianas (CLARK & MANINI, 2010), afetando assim a independência e qualidade de vida dos idosos. Além disso, a redução da musculatura esquelética também está relacionada a problemas de saúde, tais como disfunções crônico-degenerativas (SAMPAIO et al., 2014), diabetes, osteoporose, artrite (SHISHIKURA et al., 2014; CHENG et al., 2016), doenças cardíacas, câncer de colo, aumento da resistência periférica à insulina (ALEMAN-MATEO, et al., 2014) aumento da pressão arterial em repouso e do estado inflamatório basal do organismo (MAVROS et al., 2014), sendo considerada um importante preditor de longevidade em idosos e estando associado a inatividade física do idoso. Em parte, a redução da massa muscular relacionada ao processo envelhecimento pode ocorrer devido a uma perda importante da água corporal total, sobretudo, de fluídos intracelulares (BUFFA et al., 2011). Tais condições são confirmadas por Souza et al. (2016), os quais apontaram associação positiva entre as modificações na massa muscular e a água intracelular em idosos após um período de intervenção com TP.

Embora o envelhecimento esteja claramente associado com a progressiva perda de massa muscular (sarcopenia) e com redução da força muscular (dinapenia) (VIANNA et al., 2007; AAGAARD et al., 2010), tais fenômenos não ocorrem na mesma magnitude, de modo que a taxa de declínio de força muscular ocorre em maior magnitude e velocidade em relação ao declínio de massa muscular (FRAGALA et al., 2015). Neste contexto, a relação entre força e volume muscular tem sido definida como qualidade muscular, que operacionalmente, indica a produção força específica produzida por um determinado volume muscular (FRAGALA et al., 2015). Tal informação parece bastante relevante no ponto de vista da funcionalidade, uma vez que pode indicar mudanças intrínsecas associadas ao desempenho do sistema musculoesquelético no contexto do envelhecimento, que vão além das análises isoladas de força e massa muscular e torna-se um preditor de

melhora e/ou piora do sistema nervoso perante as modificações na força e massa muscular (FRAGALA et al., 2015).

Uma outra consequência negativa do envelhecimento é o aumento dos depósitos de gordura, sobretudo, visceral (EVANS, 2010), que ocorre em parte devido a redução da massa muscular e, conseqüentemente, redução da taxa metabólica em repouso (CAMPBELL et al., 1994). Adicionalmente, as fibras musculares perdidas são subseqüentemente substituídas pela infiltração de gordura levando também a um acúmulo de gordura intramuscular o que é mais pronunciado nas mulheres (IMAMURA et al., 1983). O excesso de gordura corporal visceral é um fator de risco para o desenvolvimento de diabetes, hipertensão arterial, doença coronariana, doença renal, osteoartrite, dislipidemias, doenças pulmonares, diversos tipos de câncer e problemas psicológicos (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009a).

### **3.4 Metabolismo e envelhecimento**

Entre as principais modificações negativas associadas ao processo de envelhecimento destaca-se o acúmulo progressivo de danos moleculares e celulares com redução da função e estrutura da musculatura esquelética. Tais danos, associados ao acúmulo de tecido adiposo, podem conduzir a incapacidade física e a uma possível condição de desordem metabólica (MORLEY et al., 2014).

Na perspectiva de se entender as mudanças nos complexos processos fisiológicos influenciados pela idade, estudos com humanos têm procurado analisar o comportamento de biomarcadores relacionados aos desfechos em saúde. Embora não haja consenso com relação a sua definição, biomarcadores podem ser entendidos como características objetivamente medidas e avaliadas que servem como indicadores de processos biológicos normais, patogênicos ou respostas farmacológicas à uma intervenção terapêutica (GROUP, 2001).

Entre os biomarcadores comumente avaliados com o objetivo de identificar a condição dos processos metabólicos destacam-se o colesterol total, lipoproteína de baixa densidade (LDL-c), lipoproteína de alta densidade (HDL-c), além de triglicérides e glicose. Com o avanço da idade, o colesterol total dos indivíduos pode sofrer um aumento (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2013a), tanto nos homens (até por volta dos 50 anos) quanto nas mulheres (até por volta dos 70 anos).

Embora, o colesterol total esteja muitas vezes associado a doenças cardiovasculares e morte por todas as causas, sobretudo em indivíduos de meia idade (CORREA-DE-ARAUJO & HADLEY, 2014), uma análise do colesterol total de forma isolada pode induzir importantes equívocos de interpretação, uma vez que o seu aumento pode estar associado a elevação de uma ou mais de suas frações, entre elas o HDL-c que se caracteriza como um fator de proteção contra disfunções cardiovasculares. Portanto, uma análise integrada do colesterol e de suas frações é fundamental para o estabelecimento de um bom diagnóstico de hipercolesterolemia.

De forma similar, o LDL-c, muitas vezes referido como o “mau” colesterol, também parece sofrer uma tendência de aumento em função da idade, apresentando uma estabilização nas mulheres por volta dos 60 aos 70 anos (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2013a). O LDL-c tem sido associado a maior risco de mortalidade além de ser considerado um dos principais fatores de risco para o desenvolvimento da aterosclerose em indivíduos de meia-idade. Uma redução nas concentrações de LDL-c na ordem de 1 mmol/L pode reduzir em até 20% o risco de eventos cardiovasculares (BAIGENT et al., 2010).

A lógica de fator de risco/proteção altera-se quando tratamos do HDL-c. Se por um lado valores elevados na concentração do LDL-c consiste em risco, por outro, valores elevados na concentração de HDL-c são considerados como fator de proteção. Parece haver um pequeno aumento, ou mesmo, manutenção nas concentrações de HDL-c com o envelhecimento em homens (WALTER, 2009). Por outro lado, em mulheres, existe uma tendência de estabilidade ou, até mesmo, uma pequena redução causada pela menopausa (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2013a). Entretanto, sugere-se cautela na interpretação das informações relacionadas ao HDL-c e o processo de envelhecimento uma vez que parece não haver um consenso sobre um padrão das alterações nas concentrações deste indicador de saúde metabólica (GLEI et al., 2011).

As triglicérides, por sua vez, tendem a apresentar elevação progressiva nas suas concentrações sanguíneas até por volta dos 50 anos, nos homens, reduzindo discretamente a partir daí. Por outro lado, as mulheres apresentam um aumento nas concentrações de triglicérides ao longo da vida (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2013a). O excesso na concentração de triglicérides, parece também estar associado com doenças cardiovasculares. Além disso, valores

elevados de triglicérides e/ou LDL-c associados à baixas concentrações de HDL-c caracterizam dislipidemia, um importante fator de risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares que responde por mais de 50% de todos os casos no mundo da doença arterial coronariana (LIU & LI, 2015).

Não menos importante, a glicemia parece aumentar de maneira linear com o avanço da idade, tanto em indivíduos diabéticos quanto em não-diabéticos (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2013a). Além de ser considerada um indicador de diabetes, níveis elevados na sua concentração podem contribuir para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares e síndrome metabólica (GORDON et al., 2009). Vale ressaltar que, tanto a síndrome metabólica quanto outras disfunções metabólicas as quais caracterizam-se pela presença concomitante de dois ou mais fatores de risco são igualmente relevantes, no entanto, restringimo-nos a comentar de maneira individual o comportamento de cada biomarcador metabólico a medida em que, em geral, delineiam-se estratégias específicas para controlar cada fator de risco distinto e não para o conjunto deles.

Por fim, mais recentemente, especial atenção tem sido dispensada ao papel da inflamação no evento cardiovascular, uma vez que tanto o envelhecimento quanto o sedentarismo estão associados a produção endógena de citocinas pró-inflamatórias (PEAKE et al., 2010), um fenômeno que acarreta estado inflamatório basal, sendo considerado um fator de risco independente para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (SOARES & SOUSA, 2013). O estado de inflamação pode ser identificado pelas concentrações de proteína-C reativa ultrasensível (PCR-us) no sangue, um biomarcador bastante utilizado para identificação de inflamação sistêmica e predição de doenças cardiovasculares e metabólicas (PEAKE et al., 2010; SOARES & SOUSA, 2013).

### **3.5 Treinamento com pesos em idosos**

O crescimento exponencial no número de pesquisas que adotam o TP para pessoas de diferentes idades e condições de saúde deve-se ao fato de que essa modalidade de treinamento tem sido muito bem empregada como terapia coadjuvante ao tratamento de inúmeras doenças ou no caso de indivíduos saudáveis, simplesmente para preservar a saúde. Com isso, a manipulação das variáveis de treino é favorável a muitas adaptações induzidas pelo TP<sup>3</sup>, uma vez que a partir da variação no número séries e repetições, exercícios, de cargas e

frequência, pode-se otimizar estímulos mecânicos e metabólicos necessários para o bom desenvolvimento corporal, especialmente na composição corporal e força muscular (SILVA & FARINATTI 2007; TOMELERI et al., 2016). Adicionalmente, a manipulação nas variáveis de treino também pode favorecer outras importantes respostas metabólicas, com impacto positivo sobre o perfil lipêmico (MANN et al., 2014) e inflamatório (RIBEIRO et al., 2016b).

Uma das primeiras tentativas em padronizar a prescrição de um programa de TP na população idosa foi proposta no posicionamento do Colégio Americano de Medicina do Esporte (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 1998) e Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte (1999). Entretanto, dada a ausência de informações mais confiáveis e a falta de relevância científica dos elementos propostos, constatou-se uma baixa aplicabilidade desses documentos.

Essa condição já havia sido apresentada por Raso (2003) e Silva & Farinatti (2007) os quais demonstraram a fragilidade na prescrição de um programa de TP, dada a heterogeneidade das informações referentes à prescrição desse tipo de treino na população idosa que se encontram na literatura. Os autores apontam diversas falhas/falta de informações que podem de certa forma não se adequarem à população idosa, tanto que em 2007 o Colégio Americano de Medicina do Esporte e a Associação Americana do Coração (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2007) voltaram a propor um novo posicionamento sobre a prescrição de TP para a população idosa. Quando comparado ao posicionamento anterior (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 1998), ocorreram poucas modificações.

Essa falta de subsídios se deve ao fato de ainda existirem poucos elementos referentes às variáveis que podem influenciar o TP. Silva e Farinatti (2007) em uma revisão sistemática sobre a manipulação nas variáveis de um programa de TP para o desenvolvimento da força muscular também constataram que ainda faltam subsídios para a estruturação e programação de treino na população idosa. O único ponto em comum com Raso (2003) foi que diferentes combinações das variáveis do treinamento podem ser igualmente eficientes para o alcance do desenvolvimento morfológico, fisiológico e funcional de idosos.

Dessa forma, os benefícios gerados pelo TP são dependentes da manipulação de diversas variáveis (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2002; 2009a; 2009b). Nesse sentido, é o controle rigoroso do número de exercícios

e repetições; dos intervalos de recuperação entre séries e exercícios; dos ajustes periódicos de carga; da ordem de execução dos exercícios, do número de séries aplicadas a cada exercício e da frequência semanal que determina os ganhos proporcionados pela prática desse tipo de treinamento. Logo, no que diz respeito, especificamente, à frequência semanal do TP as recomendações do Colégio Americano de Medicina do Esporte para adultos idosos assume que a frequência de treino maior que duas sessões na semana (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2002; 2009a; 2009b), bem como a execução de uma a três séries por exercício (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2002; 2009a; 2009b) podem auxiliar nas possíveis respostas proporcionadas pelo treinamento.

Porém, vale considerar que os próprios posicionamentos, ao analisarem os estudos sobre frequência embasam-se em trabalhos que analisaram indivíduos jovens (GRAVES, et al., 1988), atletas (HOFFMAN et al., 1990; MCLESTER et al., 2000) ou que avaliaram idosos (TAAFFE et al., 1999; NAKAMURA et al., 2007) em condições especiais de treinamento (treinamento concorrente ou funcional).

Até o momento encontram-se na literatura nove estudos (**Tabela 1**) apontando o efeito de diferentes frequências de TP na população idosa. Tanto Taaffe et al. (1999), DiFrancisco-Donoghue et al. (2007) e Murlasits et al. (2012) analisaram a influência da frequência ao TP em pessoas idosas. Todavia deve-se considerar a seleção dos idosos, visto que nos três trabalhos homens e mulheres idosos foram inseridos no mesmo grupo de estudo, o que pode atrapalhar a análise dos dados. Informações na literatura (DELMONICO et al., 2005) têm apontado que mesmo idosos, quando combinados homens e mulheres no mesmo grupo podem influenciar nas respostas físicas alcançadas pelo treino, sendo os homens idosos mais fortes (VIANNA et al., 2007) e com maior massa livre de gordura (ABE et al., 2015) quando comparados às mulheres idosas, com maior predisposição para doenças metabólicas (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2013a).

Já Fisher et al. (2013), Nakamura et al. (2007) e Ashe et al. (2013) analisaram a influência da frequência ao TP somente em mulheres idosas, porém realizavam treinamento combinado (TP + aeróbio) na mesma sessão de treino (FISHER et al., 2013), treinamento funcional (NAKAMURA et al., 2007) ou sistema de treino com equipamentos pneumáticos (ASHE et al., 2013). Sendo a ordem do exercício (DA SILVA et al., 2009) primordial para as alterações morfológicas (PINA

et al., 2013), neurofuncionais (GENTIL et al., 2007; ASSUMPÇÃO et al., 2013) e comportamentais (DA SILVA et al., 2009), assim como o modelo de exercícios empregado (SOUZA et al., 2014) os dados observados nos referidos trabalhos (NAKAMURA et al., 2007; FISHER et al., 2013; ASHE et al., 2013) devem ser vistos com cautela.

Somente três trabalhos analisaram a eficiência da frequência ao TP em idosos de forma isolada. Tanto Farinatti et al. (2013), Carneiro et al. (2015) como Padilha et al. (2015) submeteram mulheres idosas a diferentes frequências de treinamento sobre a resistência muscular (FARINATTI et al., 2013), capacidade funcional (FARINATTI et al., 2013), flexibilidade (CARNEIRO et al., 2015), carga de treino (CARNEIRO et al., 2015) e estresse oxidativo (PADILHA et al., 2015). Como conclusão, tanto a maior frequência semanal de treinamento como também a redução no número de sessões semanais auxiliou nas modificações das variáveis analisadas.

Um fator que pode ser questionado sobre todos os achados até o momento apresentado está relacionado a efetividade do TP sobre os parâmetros analisados em idosos especialmente a relação dose-resposta positiva do TP nos diferentes estudos apresentados (TAAFFE et al., 1999; FARINATTI et al., 2013; ASHE et al., 2013) quando comparado aos seus respectivos grupos controles. Possivelmente, as respostas observadas nos estudos apontados anteriormente podem estar relacionados a experiência ao TP (não-treinadas, treinadas e destreinadas), visto que somente o estudo de Farinatti et al. (2013) utilizaram idosas ativas fisicamente, porém sem experiência em TP.

Na mesma linha, a progressão do treino pode ser considerada um fator determinante. Carneiro et al. (2015) apontaram que a progressão foi definitiva para os benefícios alcançados pelo TP, mesmo não ocorrendo diferenças entre as frequências estudadas (2 vs. 3 x na semana). Outro ponto que pode definir a efetividade da frequência está relacionado a duração (tempo) dos diferentes estudos. Taaffe et al. (1999) apresentaram que após 24 semanas uma sessão semanal de TP é efetivo em elevar a força muscular de homens e mulheres idosos no mesmo formato que duas ou três sessões semanais.

Com isso, a organização de informações que respeitem tanto a experiência ao TP, a progressão do treino e a duração podem ser fatores que expliquem a real efetividade de uma frequência ser superior ou inferior a outra para

determinar as respostas observadas tanto nos componentes morfológicos (músculo e gordura), neurofuncionais (força e qualidade muscular) e fisiológicos (marcadores metabólicos) de idosas inseridas em programas de TP.

**Tabela 1** Investigações sobre o efeito de diferentes frequências semanais de treinamento com pesos em idosos.

| Estudo                     | Amostra     | Duração       | Frequência Semanal   | Resultados   |
|----------------------------|-------------|---------------|--|--|
| Taaffe et al., (1999)      | 56 ♀♂<br>NT | 24<br>semanas | 1 vs. 2 vs. 3 vs. CON<br>(3 séries, 8 exercícios, 8 repetições)                          | Força: 1 > 2 = 3<br>Funcional: 1 x semana<br>Composição corporal: NS                             |
| DiFrancisco et al., (2007) | 18 ♀♂<br>NT | 9<br>semanas  | 1 vs. 2<br>(1 série, 6 exercícios, 10-15 repetições)                                     | Força: 1 > 2 = 3   |
| Nakamura et al., (2007)    | 34 ♀<br>NT  | 12<br>semanas | 1 vs. 2 vs. 3 vs. CON<br>Sistema de elásticos<br>(3 séries, 4 exercícios, 10 repetições) | Força: 3 > 1 = 2<br>Funcional: 3 > 1 = 2<br>Aeróbio: 3 > 1 = 2<br>Composição corporal: 3 > 1 = 2 |
| Murlasits et al., (2012)   | 29 ♀♂<br>NT | 8<br>semanas  | 2 vs. 3<br>(3 séries, 8 exercícios, 6-8 repetições)                                      | Força: 2 > 3<br>Funcional: NS<br>Composição corporal: 2 > 3                                      |
| Fisher et al., (2013)      | 63 ♀<br>NT  | 16<br>semanas | 1 vs. 2 vs. 3<br>TP + TA<br>(1 série, 8 exercícios, 10 repetições)                       | Força: 1 > 2 = 3<br>Funcional: 1 > 2 = 3<br>Aeróbio: 1 > 2 = 3                                   |
| Farinatti et al. (2013)    | 48 ♀<br>IA  | 16<br>semanas | 1 vs. 2 vs. 3 vs. CON<br>(1 série, 8 exercícios, 10 repetições)                          | Força: 3 > 1 = 2<br>Funcional: 3 > 1 = 2   |

**Nota.** ♀ = mulher. ♂ = homem. NS = não significativo. IA = idosas ativas fisicamente. NT = não-treinado. NC= sem informações. TP + TA = treinamento com pesos e treinamento aeróbio. CON = grupo controle.

**Tabela 1** Investigações sobre o efeito de diferentes frequências semanais de treinamento com pesos em idosos (*continuação*).

| Estudo                  | Amostra     | Duração       | Frequência Semanal   | Resultados                                  |
|-------------------------|-------------|---------------|--|---|
| Ashe et al. (2013)      | 366 ♀<br>NC | 48<br>Semanas | 1 vs. 2 vs. CON (equilíbrio)<br>Sistema pneumático<br>(2 séries, 8 exercícios, 8 repetições) | Ossos: NS                                   |
| Carneiro et al., (2015) | 53 ♀<br>NT  | 12<br>Semanas | 2 vs. 3<br>(1 série, 8 exercícios, 10-15 repetições)   | Flexibilidade: 2 > 3<br>Carga treino: 2 > 3 |
| Padilha et al., (2015)  | 27 ♀<br>NT  | 12<br>Semanas | 2 vs. 3<br>(1 série, 8 exercícios, 10-15 repetições)   | Estresse oxidativo: 2 > 3<br>Força: 2 > 3   |

**Nota.** ♀ = mulher. ♂ = homem. NS = não significativo. NT = não-treinado. NC = sem informações.

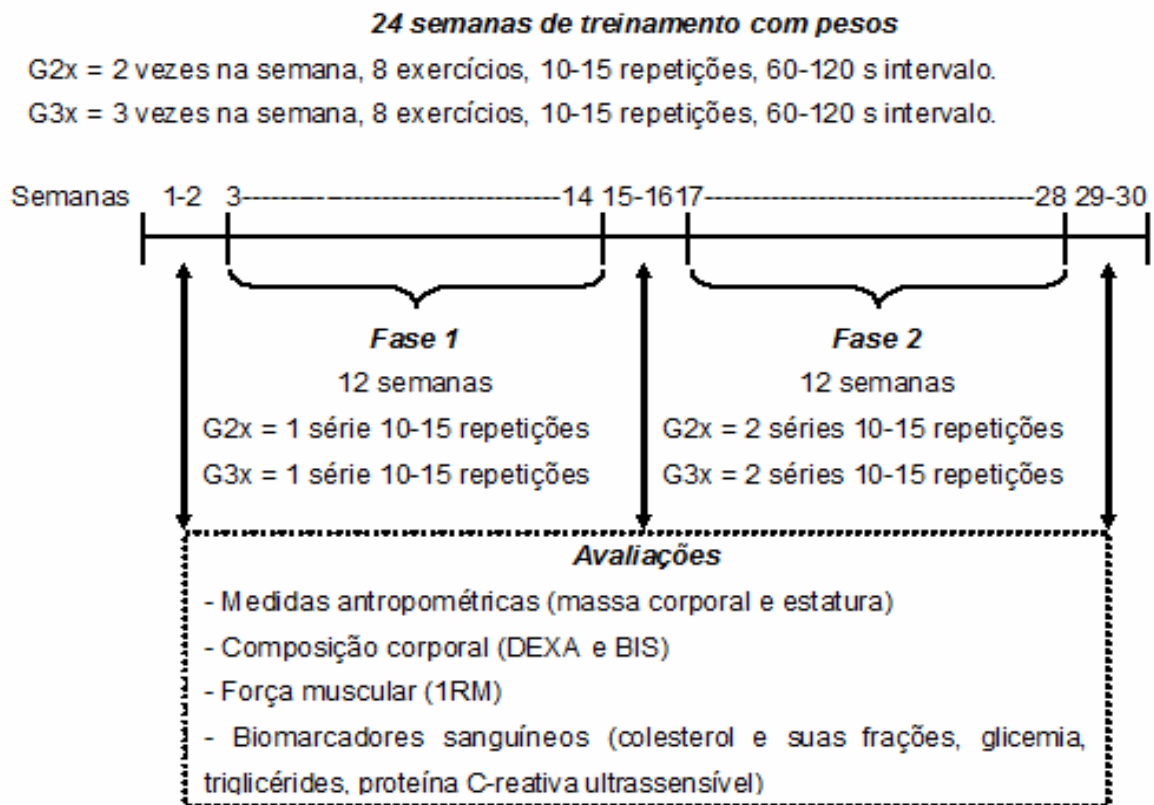
## 4 MÉTODOS

### 4.1 Delineamento experimental

O presente estudo foi desenvolvido a partir do banco de dados gerado pelo projeto denominado “Impacto do treinamento com pesos em diferentes frequências semanais, destreinamento e retreinamento sobre biomarcadores de saúde, composição corporal, desempenho motor e indicadores de qualidade de vida em mulheres idosas”, financiado parcialmente pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (processo número 309455/2013-8) (ANEXO A).

A duração total do estudo foi de 30 semanas, das quais as duas primeiras semanas (semanas 1 e 2) foram utilizadas para familiarização aos exercícios do programa de TP e avaliações iniciais, 12 semanas foram destinadas ao treinamento da fase um (semanas 3 a 14), mais duas semanas utilizadas para as avaliações (semana 15 e 16) seguidas por mais 12 semanas de treinamento (fase dois, semanas 17 a 28) finalizando com duas semanas de avaliação (semana 29 e 30). Portanto, seis das 30 semanas de duração do experimento foram utilizadas para aplicação das avaliações nos três diferentes momentos.

Indicadores de força muscular (testes de 1RM), componentes da composição corporal (massa de gordura, massa isenta de gordura e osso, massa muscular e água intracelular) e biomarcadores sanguíneos (colesterol e suas frações, glicemia, triglicérides e proteína C-reativa ultrasensível) foram as variáveis dependentes analisadas nos diferentes momentos do estudo, a partir da adoção de diferentes frequências ao TP. Na **figura 1** é apresentado o delineamento experimental que foi adotado para a presente investigação.



**Figura 1** – Delineamento experimental. 1RM = uma repetição máxima. DEXA = absorptometria radiológica de dupla energia. BIS = bioimpedância elétrica espectral.

## 4.2 Participantes

As participantes foram selecionadas a partir de uma ampla divulgação do projeto por meio da distribuição de panfletos em residências, feiras e regiões comerciais próximas ao local de treinamento, além de informativos em jornais, rádio, televisão e correio. De acordo com a procura, foi gerado uma lista contendo os dados pessoais (nome e telefone) dos indivíduos que demonstraram interesse em participar do estudo, para que fossem agendadas entrevistas individuais.

Durante as entrevistas individuais, diversas questões (APÊNDICE A) serviram para análise do atendimento ou não aos critérios de inclusão estabelecidos para este estudo, a saber: (1) possuir idade igual ou superior a 60 anos; (2) ser do sexo feminino; (3) ser fisicamente independente; (4) não ser usuária de insulina, betabloqueadores, anticonvulsivantes e antidepressivos; (5) não estar em tratamento de reposição hormonal; e (6) não ser portadora de cardiopatias. Vale destacar que as participantes, no início do presente estudo, encontravam-se sem prática regular de treinamento com pesos por 12 semanas (destreinadas) e possuíam no mínimo 12 semanas de experiência com TP. As participantes somente foram incluídas no

estudo após serem avaliadas por um médico cardiologista e liberadas sem restrição para participação em programas de exercícios físicos.

Para o cálculo do tamanho da amostra foi assumido o erro tipo 1 ( $Z_{\alpha}=1,96$ ) e o erro tipo 2 ( $Z_{\beta}=0,84$ ), com seu intervalo de confiança de 95%, e esperando que ocorre-se a capacidade de detectar uma diferença de 10% no aumento da força muscular.

Para tanto foi utilizada a seguinte fórmula (ROSNER, 2000):

$$n/\text{grupo} = 2 [(z_{\alpha/2} + z_{\beta}) d / \Delta]^2$$

em que:

$n$  = número de participantes em cada grupo

$z_{\alpha}$  = erro tipo 1 (1,96)

$z_{\beta}$  = erro tipo 2 (0,84)

$d$  = desvio-padrão esperado (5%)

$\Delta$  = diferença esperada em termos de  $d$  (30%)

Uma porcentagem de ~25% foi adicionada, em virtude de possíveis perdas amostrais que pudessem ocorrer durante a intervenção. Logo, das 112 idosas que realizaram espontaneamente a procura pelo projeto, um total de 50 mulheres fisicamente independentes, foram aleatorizadas de maneira balanceada pela força muscular (random.org) em dois grupos de acordo com a frequência semanal ao TP (G2x = duas sessões e G3x = três sessões). Como critério de exclusão, ao final do estudo, as participantes que não obtiveram, ao longo da intervenção, uma frequência às sessões de treinamento de no mínimo 80% em cada etapa do estudo não foram inseridas nas análises. Portanto, o número total de sessões de TP no grupo G2x variou de 38 a 48, enquanto no G3x de 58 a 72. Assim, 39 idosas completaram todas as etapas do estudo (G2x;  $n = 19$ ;  $68 \pm 6$  anos;  $64,1 \pm 13,8$  kg;  $155,9 \pm 5,9$  cm;  $26,3 \pm 5,0$  kg/m<sup>2</sup> e G3x;  $n = 25$ ;  $69 \pm 7$  anos;  $66,4 \pm 16,0$  kg;  $156,2 \pm 7,0$  cm;  $27,1 \pm 5,3$  kg/m<sup>2</sup>) e foram incluídas nas análises finais. Onze idosas foram excluídas da análise por motivos de viagem, problemas familiares, problemas de saúde e cirurgias não relacionados ao TP e horário para exercer função laboral (trabalho).

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Londrina, de acordo com as normas da Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde sobre pesquisa envolvendo seres humanos (ANEXO B). Todas as participantes, após serem completamente esclarecidas sobre a proposta do estudo e procedimentos aos quais seriam submetidas, assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE B).

### **4.3 Antropometria**

A massa corporal foi mensurada em uma balança de plataforma digital (Balmak, Laboratory Equipment Labstore, Curitiba, Paraná, Brasil), com escala de 0,1kg, ao passo que a estatura foi determinada em um estadiômetro de madeira com escala de 0,1cm, de acordo com os procedimentos descritos na literatura (GORDON et al., 1988). A partir dessas medidas o índice de massa corporal (IMC) foi calculado pela razão entre a massa corporal (kg) e o quadrado da estatura (m).

### **4.4 Composição corporal**

#### **4.4.1 Absortometria radiológica de dupla energia**

Absortometria radiológica de dupla energia (DEXA) foi utilizada para avaliação da composição corporal. As medidas de DEXA foram realizadas em um equipamento da marca Lunar Prodigy, modelo GE Healthcare, ID 14739 (Madison, WI, USA), mediante escaneamento de corpo inteiro. A calibragem do equipamento seguiu as recomendações do fabricante e, tanto a calibragem quanto as análises foram realizadas por um técnico do laboratório com experiência nesse tipo de avaliação. As participantes estavam vestidas de shorts e camiseta, descalças e sem portar qualquer objeto metálico móvel ou outro acessório junto ao corpo. As participantes permaneceram deitadas e imóveis sobre a mesa do equipamento, até a finalização da medida, em decúbito dorsal, com pés unidos e braços levemente afastados do tronco, à lateral do corpo. Neste programa, os membros foram demarcados e separados do tronco e da cabeça por linhas padrão geradas pelo próprio equipamento. As linhas foram ajustadas pelo mesmo técnico, por meio de pontos anatômicos específicos, determinados pelo fabricante. Após a varredura de corpo inteiro, o programa forneceu estimativas de massa gorda e massa isenta de gordura e osso, por todo o corpo e regiões específicas (tronco, membros superiores

e membros inferiores). Assim, foi determinado a massa de gordura (MG), gordura de tronco (GT), massa isenta de gordura e osso de tronco (MIGOTR), massa isenta de gordura e osso de membros superiores (MIGOMS) e massa isenta de gordura e osso de membros inferiores (MIGOMI). A massa muscular total foi calculada a partir da quantificação do tecido magro e mole apendicular mediante a utilização da equação preditiva de Kim et al. (2004), a saber:

$$MM = (1,13 \times MIGOAP) - (0,02 \times \text{idade}) + (0,61 \times \text{sexo}) + 0,97$$

Onde MM = massa muscular. MIGOAP = massa isenta de gordura e osso apendicular. Sexo: mulher = 0, homem = 1.

Medidas prévias (teste-reteste) foram obtidas em nove participantes com intervalo de 24-48 h entre elas, o que resultou em um coeficiente de correlação intraclassa (CCI) > 0,93 e um erro padrão de estimativa (EPE) de 1,1 kg para a massa isenta de gordura e osso (MIGO), um EPE de 0,9 kg e um CCI > 0,98 para a MG, um EPE 0,1 kg com CCI > 0,98 para a GT e um EPE de 0,29 kg e um CCI > 0,99 para a MM.

#### **4.4.2 Bioimpedância elétrica espectral**

Medidas de bioimpedância elétrica espectral (BIS, Xitron Hydra, modelo 4200, Xitron Technologies, San Diego, CA, EUA) foram utilizadas para a determinação da água intracelular (AIC), de acordo com as recomendações do fabricante. Antes dos testes, as participantes foram instruídas para ficarem deitadas em decúbito dorsal, com as mãos na posição pronada e as pernas abduzidas em 45° por aproximadamente 10 min. Após a assepsia da pele com álcool, quatro eletrodos foram posicionados na superfície da mão e do pé direito, de acordo com os procedimentos convencionais estabelecidos pela literatura (SARDINHA et al., 1998).

Na tentativa de reduzir ao máximo os possíveis erros causados pelo estado de hidratação, as participantes foram orientadas a evitarem a ingestão de álcool e bebidas cafeinadas nas 48 h precedentes a avaliação. As participantes não deveriam estar fazendo o uso de medicamentos diuréticos ao longo dos sete dias anteriores aos testes e não deveriam estar envolvidas com atividades físicas vigorosas nas 24 h precedentes à coleta de dados. Os exames foram realizados nas

primeiras horas da manhã, em jejum, inclusive de água, de pelo menos oito horas, após o esvaziamento da bexiga. Medidas prévias (teste-reteste) foram obtidas em nove participantes com intervalo de 24-48 h entre elas, resultando em um EPE de 0,19 L e CCI > 0,99 para AIC.

#### **4.5 Força muscular**

A força muscular máxima foi determinada por meio do teste de uma repetição máxima (1RM) em três exercícios, envolvendo os segmentos do tronco, membros inferiores e membros superiores. A ordem de execução dos exercícios testados foi a seguinte: supino em banco vertical (SUP), cadeira extensora (EXT) e rosca bíceps Scott (ROS) respectivamente. O intervalo entre os exercícios foi de cinco minutos. Esses exercícios foram escolhidos por serem bastante populares nos programas de TP para populações idosas.

Cada um dos exercícios foi precedido por uma série de aquecimento (6 a 10 repetições), com aproximadamente 50% da carga estimada para a primeira tentativa no teste de 1RM. A testagem foi iniciada dois minutos após o aquecimento. As idosas foram orientadas a tentarem completar duas repetições. Caso completassem duas repetições na primeira tentativa, ou mesmo se não completassem sequer uma repetição, uma segunda tentativa foi executada, após um intervalo de recuperação de três a cinco minutos, com uma carga superior (primeira possibilidade) ou inferior (segunda possibilidade) àquela empregada na tentativa anterior. Tal procedimento foi repetido novamente em uma terceira e última tentativa, caso ainda não fosse determinado a carga referente a uma única repetição máxima. Portanto, a carga registrada como 1RM foi aquela na qual foi possível a idosa completar somente uma repetição máxima (CLARKE, 1973; AMARANTE DO NASCIMENTO et al., 2013).

Previamente ao início do estudo foi empregado um protocolo de familiarização, na tentativa de reduzir os efeitos de aprendizagem e estabelecer a reprodutibilidade dos testes nos três exercícios. Todas as participantes foram testadas, em situação semelhante ao protocolo adotado, em três sessões distintas, intervaladas por períodos de 48 horas. Medidas de reprodutibilidade foram obtidas no SUP (EPE = 0,46 kg e CCI > 0,97), EXT (EPE = 1,67 kg e CCI > 0,91) e ROS (EPE = 0,93 kg e CCI > 0,93). A somatória da carga total levantada (CTL) nos três exercícios foi utilizada como indicador de força muscular geral.

#### 4.6 Qualidade muscular

A representação de melhora no componente neural foi apontada pelo índice de qualidade muscular total (QMT), o qual foi determinado pela divisão da força muscular geral (CTL) pela massa muscular. A qualidade muscular de membro superior (QMMS) foi determinada a partir divisão da carga mobilizada no exercício rosca *Scott* pela MIGOMS, enquanto a qualidade muscular de membro inferior (QMMI) foi determinada a partir da divisão da carga mobilizada no exercício cadeira extensora pela MIGOMI. Para a qualidade muscular de tronco (QMTR) foi determinada a partir da divisão da carga mobilizada no exercício supino vertical pela MIGOTR.

#### 4.7 Biomarcadores sanguíneos

Coletas de sangue foram realizadas em sala adaptada para este fim, para a determinação de triglicerídeos, glicemia, colesterol total, lipoproteínas de alta densidade (HDL-c), lipoproteínas de baixa densidade (LDL-c) e proteína C-reativa ultrasensível (PCR-us). As dosagens foram determinadas em laboratório especializado no Hospital Universitário da Universidade Estadual de Londrina. Para tanto, um experiente técnico de laboratório de análises clínicas coletou amostras de 14 ml de sangue venoso na porção antecubital, respeitando jejum de 12 horas, no período matutino. Para a coleta de sangue as idosas foram mantidas sentadas em uma cadeira, com o antebraço apoiado sobre um suporte localizado aproximadamente na altura dos ombros. Após o braço ser garroteado no ponto médio do úmero foi realizada assepsia com algodão embebido em álcool 70%. A punção foi realizada com agulha descartável de 25 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 minutos a 3000 rpm para separação do soro. O plasma e o soro foram alíquotados e armazenados em freezer a -80°C (Indrel<sup>®</sup>) até a realização das análises. Posteriormente foram determinadas as concentrações de triglicerídeos, colesterol total e frações de HDL-c, PCR-us e glicemia. Para a determinação de LDL-c foi utilizada a equação de Friedewald et al.

(1972) ( $\text{LDL-c} = \text{colesterol total} - [\text{HDL-c} + \text{triglicerídeos}/5]$ ), obtendo-se o resultado em mg/dL. As análises foram processadas em um sistema autoanalisador bioquímico (Dimension RxL Max – Siemens Dade-Behring), de acordo com métodos consagrados na literatura especializada, seguindo os protocolos recomendados pelos fabricantes. Para fins de análise, a classificação de risco da glicemia, dos diferentes lipídeos e marcador inflamatório foi realizada de acordo com os seguintes valores: glicemia desejável  $\leq 100$  mg/dL, colesterol total desejável  $\leq 200$  mg/dL, HDL-c desejável  $\geq 60$  mg/dL, LDL-c desejável  $\leq 129$  mg/dL, triglicerídeos desejáveis  $\leq 150$  mg/dL e proteína C-reativa ultrasensível  $\leq 3$  mg/L de acordo com os pontos de corte propostos pela literatura (PEARSON et al., 2003; V DIRETRIZ BRASILEIRA DE DISLIPIDEMIAS E PREVENÇÃO DA ATEROSCLEROSE, 2013; DIRETRIZES DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2015).

#### **4.8 Cargas de treino**

Durante o período de intervenção, em cada sessão, profissionais e estagiários de Educação Física registraram a carga (kg) para cada um dos exercícios para todas as idosas. Depois disso, a carga de treino para cada participante foi calculada, utilizando a soma de carga empregada em todos os exercícios para cada semana.

#### **4.9 Programa de treinamento com pesos**

Durante as fases um e dois o programa de TP teve duração de 12 semanas cada, visando à resistência muscular (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009b). Em cada uma das fases o treinamento foi realizado em duas e três sessões semanais, para os grupos G2x e G3x, respectivamente, em dias não consecutivos (terças e quintas-feiras ou segundas, quartas e sextas-feiras), no período da manhã. Durante as sessões, um profissional e/ou estagiário de Educação Física realizou todo o acompanhamento do início ao fim da sessão, controlando os intervalos de recuperação e ajustando os equipamentos para uso das participantes do estudo, bem como das funções tradicionais de manter a segurança e instruir a correta execução dos exercícios. A carga de treinamento diária e o número de repetições para cada exercício foram registrados na ficha de treinamento de cada voluntária (APÊNDICE C). As participantes foram, inicialmente, submetidas a três

sessões de familiarização com os equipamentos e exercícios antes de iniciarem a execução do programa de treinamento.

O programa de TP, em ambas as fases foi estruturado para estimular os diferentes segmentos corporais (membros superiores, tronco e membros inferiores), o qual consistiu da execução de uma série de 10 a 15 repetições para a fase um e duas séries de 10 a 15 repetições para a fase dois. Oito exercícios foram executados durante as duas fases do estudo, adotando a seguinte ordem: supino em banco vertical, leg press 90°, remada sentada articulada, cadeira extensora, rosca direta de bíceps no banco *Scott*, mesa flexora, tríceps no pulley e panturrilha sentada. O intervalo de recuperação entre os exercícios foi de um a dois minutos. As cargas utilizadas foram compatíveis aos intervalos de repetições estipulados para cada exercício, sendo determinadas após o desempenho de cada idosa nas sessões de familiarização e ajustadas, individualmente, ao longo do período experimental sempre que o limite superior de repetições pré-determinadas para cada exercício foi atingido na série durante três sessões consecutivas. Assim, incrementos na ordem de 2% a 5% para os exercícios de membros superiores e 5% a 10% para os exercícios de membros inferiores foram utilizados (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009b) para que a intensidade inicial do treinamento fosse preservada ao longo de todo o período de intervenção. Durante a execução dos movimentos as idosas foram orientadas para inspirar durante a ação muscular excêntrica e expirar ao longo da ação muscular concêntrica mantendo a velocidade de execução dos movimentos na razão 1:2, nas fases concêntrica e excêntrica, respectivamente. Todas as participantes foram orientadas, também, a manterem os níveis normais de atividade física e hábitos alimentares ao longo do estudo e a não iniciarem novos programas de exercícios físicos ou dietas durante o período experimental.

#### **4.10 Tratamento estatístico**

Para análise da distribuição dos dados foi empregado o teste de Shapiro-Wilk. Análise de variância (ANOVA) 2 x 3 para medidas repetidas foi utilizada para as comparações entre os grupos (G2x vs. G3x) nos diferentes momentos (pré-treinamento, 12 semanas e 24 semanas de TP). O teste *post hoc* de *Fisher*, para comparações múltiplas, foi aplicado quando diferenças específicas nas variáveis em

que os valores de F encontrados foram superiores aos do critério de significância estatística estabelecido ( $P < 0,05$ ). 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). Teste do *Qui-quadrado* foi utilizado para análise dos dados que a frequência observada foi superior a cinco. Para as variáveis que a frequência encontrada foi inferior ou igual a cinco, utilizou-se o teste exato de *Fisher*. Também, foram realizadas análises de frequência e porcentagem. Para análise dos dados foi utilizado o pacote estatístico STATISTICA para Windows, version 10.0 (StatSoft Inc, Tulsa, OK, USA).

## 5 RESULTADOS

As variações na força muscular ao longo de 24 semanas de TP são apresentadas na **tabela 2** Interação grupo x tempo ( $P < 0,05$ ) foi identificada para a CTL (G2x = +18,6% vs. G3x = +20,8%). Efeito principal do tempo ( $P < 0,05$ ) foi revelado tanto no exercício supino (G2x = +16,2% vs. G3x = +17,1%), mesa extensora (G2x = +19,0% vs. G3x = +22,2%) e o exercício rosca *Scott* (G2x = +27,8% vs. G3x = +25,0%).

**Tabela 2** Força muscular de mulheres idosas destreinadas nos momentos pré, após 12 e 24 semanas de treinamento com pesos realizado em diferentes frequências. Os valores estão expressos em média  $\pm$  desvio-padrão.

| Variáveis       | G2x<br>(n = 19)            | G3x<br>(n = 20)             | Efeito       | F      | P    |
|-----------------|----------------------------|-----------------------------|--------------|--------|------|
| <b>SUP (kg)</b> |                            |                             | <b>ANOVA</b> |        |      |
| Pré-treinamento | 37 $\pm$ 7                 | 41 $\pm$ 8                  | Grupo        | 3,92   | 0,06 |
| 12 semanas      | 41 $\pm$ 7*                | 45 $\pm$ 9*                 | Tempo        | 197,44 | 0,01 |
| 24 semanas      | 43 $\pm$ 7* <sup>†</sup>   | 48 $\pm$ 9* <sup>†</sup>    | Interação    | 0,91   | 0,41 |
| TE              | 0,86                       | 0,88                        |              |        |      |
| <b>EXT (kg)</b> |                            |                             | <b>ANOVA</b> |        |      |
| Pré-treinamento | 42 $\pm$ 9                 | 45 $\pm$ 13                 | Grupo        | 1,24   | 0,27 |
| 12 semanas      | 47 $\pm$ 9*                | 51 $\pm$ 13*                | Tempo        | 157,64 | 0,01 |
| 24 semanas      | 50 $\pm$ 10* <sup>†</sup>  | 55 $\pm$ 13* <sup>†</sup>   | Interação    | 1,64   | 0,20 |
| TE              | 0,89                       | 0,77                        |              |        |      |
| <b>ROS (kg)</b> |                            |                             | <b>ANOVA</b> |        |      |
| Pré-treinamento | 18 $\pm$ 3                 | 20 $\pm$ 3                  | Grupo        | 2,46   | 0,13 |
| 12 semanas      | 21 $\pm$ 4*                | 23 $\pm$ 4*                 | Tempo        | 213,93 | 0,01 |
| 24 semanas      | 23 $\pm$ 4* <sup>†</sup>   | 25 $\pm$ 4* <sup>†</sup>    | Interação    | 4,36   | 0,06 |
| TE              | 1,67                       | 1,67                        |              |        |      |
| <b>CTL (kg)</b> |                            |                             | <b>ANOVA</b> |        |      |
| Pré-treinamento | 97 $\pm$ 16                | 106 $\pm$ 21                | Grupo        | 2,87   | 0,10 |
| 12 semanas      | 108 $\pm$ 18*              | 119 $\pm$ 22*               | Tempo        | 380,33 | 0,01 |
| 24 semanas      | 115 $\pm$ 19* <sup>†</sup> | 128 $\pm$ 23* <sup>†§</sup> | Interação    | 3,43   | 0,04 |
| TE              | 1,13                       | 1,05                        |              |        |      |

**Nota.** TE = tamanho do efeito. G2x = duas sessões semanais de TP. G3x = três sessões semanais de TP. SUP = supino em banco vertical. EXT = cadeira extensora. ROS = rosca bíceps no banco Scott. CTL = somatória da carga total levantada nos três exercícios (SUP + EXT + ROS). \* $P < 0,05$  vs. pré. <sup>†</sup> $P < 0,05$  vs. 12 semanas. <sup>§</sup> $P < 0,05$  vs. grupo.

Os comportamentos por segmento da massa isenta de gordura e osso (MIGOTR, MIGOMS e MIGOMI) e qualidade muscular (QMMS, QMMI e QMTR) são apresentados na **tabela 3** Interação grupo x tempo ( $P < 0,05$ ) foi encontrada para a QMMS (G2x = +19,2% vs. G3x = +27,9%). Para as demais variáveis, efeito principal do tempo ( $P < 0,05$ ) foi detectado para a MIGOMS (G2x = +3,0% vs. G3x = +0,7%), MIGOMI (G2x = +3,6% vs. G3x = +1,2%), MIGOTR (G2x = +2,5% vs. G3x = +0,4%), QMMI (G2x = +14,8% vs. G3x = +19,2%) e QMTR (G2x = +14,2% vs. G3x = +15,9%).

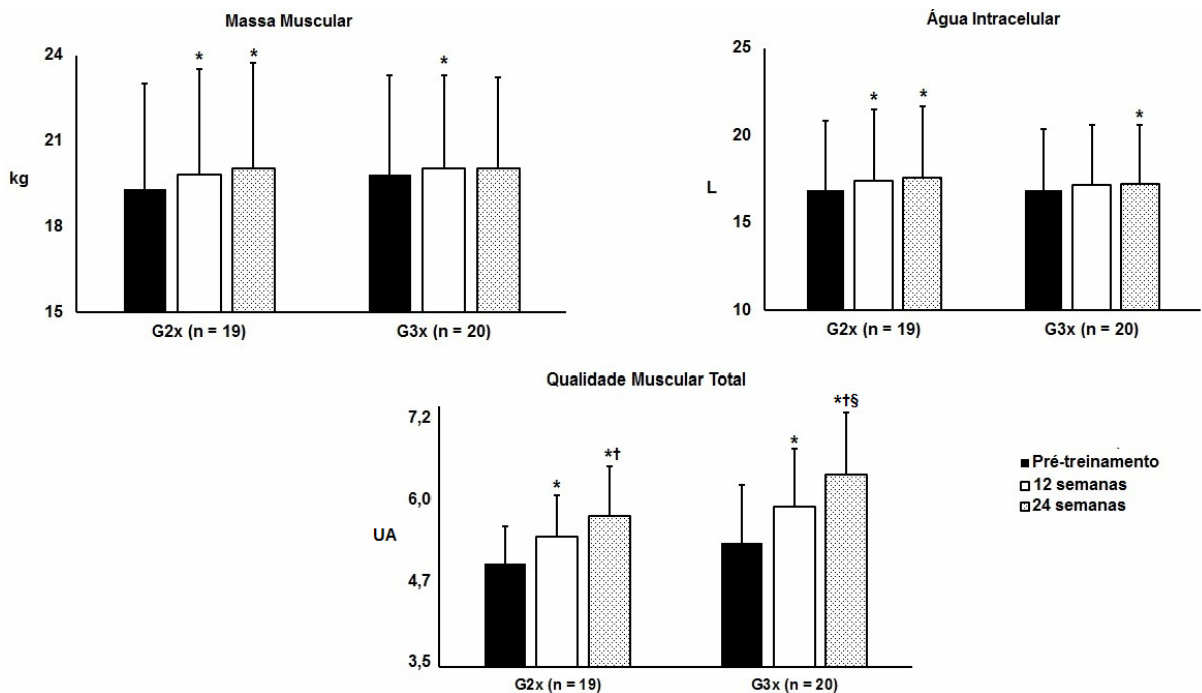


**Tabela 3** Massa isenta de gordura e osso e qualidade muscular segmentada de mulheres idosas destreinadas nos momentos pré, após 12 e 24 semanas de treinamento com pesos realizado em diferentes frequências. Os valores estão expressos em média  $\pm$  desvio-padrão.

| Variáveis          | G2x<br>(n = 19)              | G3x<br>(n = 20)              | Efeito       | F      | P    |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|--------------|--------|------|
| <b>MIGOMS (kg)</b> |                              |                              | <b>ANOVA</b> |        |      |
| Pré-treinamento    | 4,3 $\pm$ 0,8                | 4,4 $\pm$ 0,8                | Grupo        | 0,18   | 0,67 |
| 12 semanas         | 4,3 $\pm$ 0,8                | 4,4 $\pm$ 0,8                | Tempo        | 3,68   | 0,03 |
| 24 semanas         | 4,4 $\pm$ 0,8* <sup>†</sup>  | 4,5 $\pm$ 0,8*               | Interação    | 1,36   | 0,26 |
| TE                 | 0,16                         | 0,04                         |              |        |      |
| <b>MIGOMI (kg)</b> |                              |                              | <b>ANOVA</b> |        |      |
| Pré-treinamento    | 13,4 $\pm$ 2,4               | 13,6 $\pm$ 2,3               | Grupo        | 0,02   | 0,90 |
| 12 semanas         | 13,8 $\pm$ 2,4*              | 13,8 $\pm$ 2,1*              | Tempo        | 12,14  | 0,01 |
| 24 semanas         | 13,8 $\pm$ 2,4*              | 13,8 $\pm$ 2,0*              | Interação    | 2,52   | 0,09 |
| TE                 | 0,20                         | 0,08                         |              |        |      |
| <b>MIGOTR (kg)</b> |                              |                              | <b>ANOVA</b> |        |      |
| Pré-treinamento    | 19,4 $\pm$ 2,9               | 19,9 $\pm$ 3,2               | Grupo        | 0,17   | 0,68 |
| 12 semanas         | 19,6 $\pm$ 3,0*              | 20,0 $\pm$ 3,1*              | Tempo        | 5,09   | 0,01 |
| 24 semanas         | 19,9 $\pm$ 3,1* <sup>†</sup> | 20,0 $\pm$ 2,9*              | Interação    | 2,83   | 0,07 |
| TE                 | 0,16                         | 0,02                         |              |        |      |
| <b>QMMS (UA)</b>   |                              |                              | <b>ANOVA</b> |        |      |
| Pré-treinamento    | 4,4 $\pm$ 0,6                | 4,5 $\pm$ 0,7                | Grupo        | 2,35   | 0,13 |
| 12 semanas         | 4,9 $\pm$ 0,6*               | 5,1 $\pm$ 0,9*               | Tempo        | 149,27 | 0,01 |
| 24 semanas         | 5,2 $\pm$ 0,5* <sup>†</sup>  | 5,8 $\pm$ 0,9* <sup>†§</sup> | Interação    | 6,61   | 0,01 |
| TE                 | 1,47                         | 1,88                         |              |        |      |
| <b>QMMI (UA)</b>   |                              |                              | <b>ANOVA</b> |        |      |
| Pré-treinamento    | 3,2 $\pm$ 0,5                | 3,3 $\pm$ 0,9                | Grupo        | 1,22   | 0,28 |
| 12 semanas         | 3,4 $\pm$ 0,6*               | 3,7 $\pm$ 0,8*               | Tempo        | 67,79  | 0,01 |
| 24 semanas         | 3,6 $\pm$ 0,8* <sup>†</sup>  | 4,0 $\pm$ 0,9* <sup>†</sup>  | Interação    | 1,86   | 0,16 |
| TE                 | 0,92                         | 0,75                         |              |        |      |
| <b>QMTR (UA)</b>   |                              |                              | <b>ANOVA</b> |        |      |
| Pré-treinamento    | 1,9 $\pm$ 0,3                | 2,1 $\pm$ 0,4                | Grupo        | 3,92   | 0,06 |
| 12 semanas         | 2,1 $\pm$ 0,3*               | 2,2 $\pm$ 0,4*               | Tempo        | 110,07 | 0,01 |
| 24 semanas         | 2,2 $\pm$ 0,3* <sup>†</sup>  | 2,4 $\pm$ 0,4* <sup>†</sup>  | Interação    | 1,67   | 0,20 |
| TE                 | 0,90                         | 0,94                         |              |        |      |

**Nota.** TE = tamanho do efeito. UA = unidades arbitrárias. G2x = duas sessões semanais de TP. G3x = três sessões semanais de TP. MIGOMS = massa isenta de gordura e osso apendicular de membros superiores. MIGOMI = massa isenta de gordura e osso apendicular de membros inferiores. MIGOTR = massa isenta de gordura e osso de tronco. QMMS = qualidade muscular de membros superiores. QMMI = qualidade muscular de membros inferiores. QMTR = qualidade muscular de tronco. \* $P < 0,05$  vs. pré. <sup>†</sup> $P < 0,05$  vs. 12 semanas. <sup>§</sup> $P < 0,05$  vs. grupo.

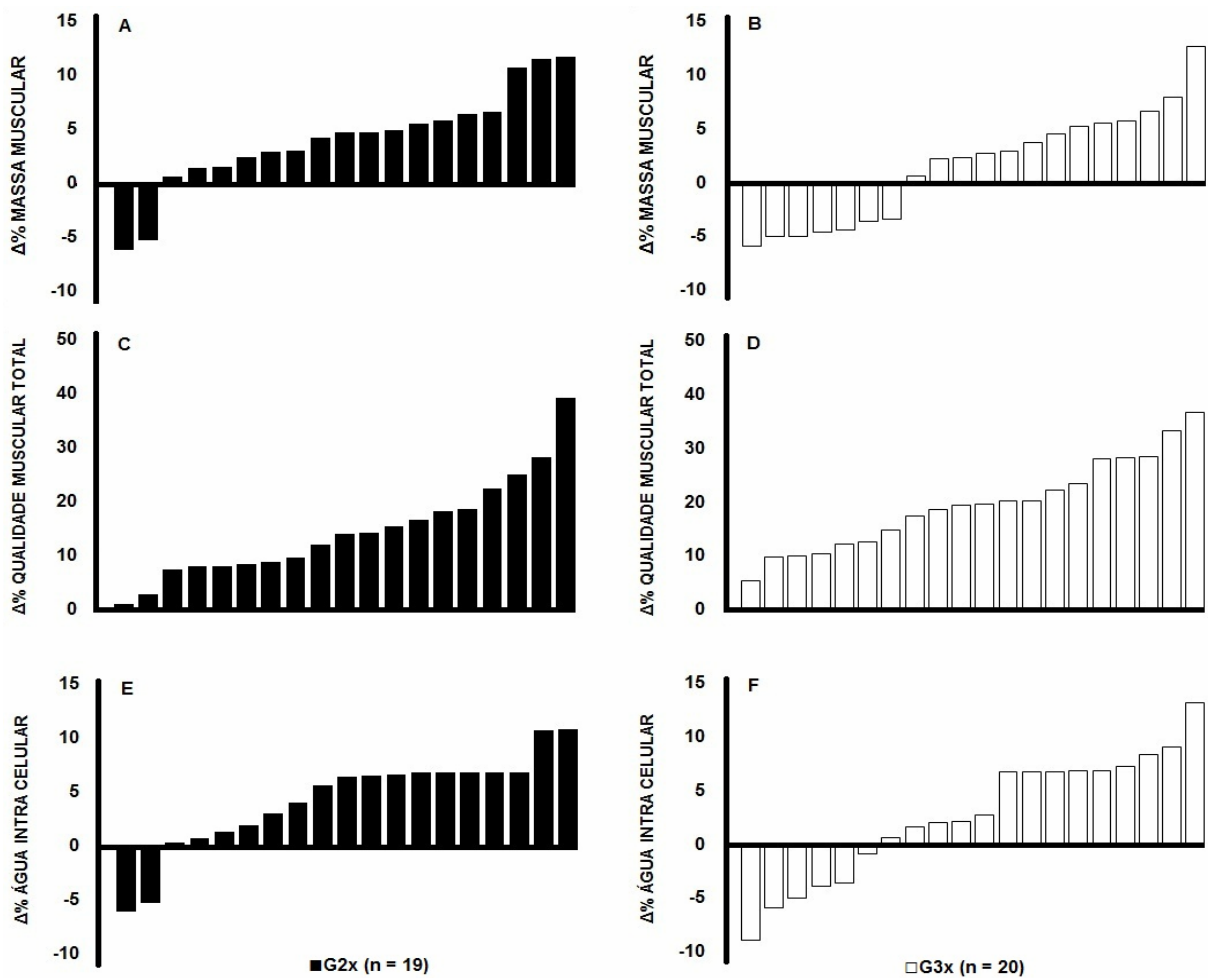
A **figura 2** apresenta as variações na massa muscular, água intracelular e qualidade muscular total após 24 semanas de intervenção em duas diferentes frequências de TP (G2x vs. G3x). Interação grupo x tempo ( $P < 0,05$ ) foi identificada para a qualidade muscular (G2x [+14,4%, +0,9 UA e TE = +1,28] vs. G3x [+19,3%, +1,0 UA e TE = +1,18]). Efeito principal do tempo ( $P < 0,01$ ) foi revelado para a massa muscular (G2x [+3,8%, +0,7 kg e TE = +0,20] vs. G3x [+1,2%, +0,2 kg e TE = +0,07]) e a água intracelular (G2x [+4,1%, +0,7 L e TE = +0,18] vs. G3x [+2,3%, +0,3 L e TE = +0,11]).



**Figura 2** Massa muscular, água intracelular e qualidade muscular total de mulheres idosas destreinadas nos momentos pré, após 12 e 24 semanas de treinamento com pesos realizado em diferentes frequências. Os valores estão expressos em média  $\pm$  desvio-padrão. UA = unidades arbitrárias. G2x = duas sessões semanais de TP. G3x = três sessões semanais de TP. \* $P < 0,05$  vs. pré. † $P < 0,05$  vs. 12 semanas. § $P < 0,05$  vs. grupo.

Na **figura 3** são apresentadas as modificações relativas individuais da massa muscular, qualidade muscular total e água intracelular em idosas destreinadas submetidas a duas (G2x) ou três (G3x) sessões semanais de TP. Vale destacar que 100% das idosas de ambos os grupos submetidos ao TP (G2x e G3x) foram responsivas para a QMT (painel C e D). Para as medidas de massa muscular (painel A e B) e água intracelular (painel E e F) foi revelada uma responsividade ao TP na ordem de 90% e 65% para as idosas dos grupos G2x e G3x, respectivamente. Aproximadamente 85% das participantes foram responsivas ao treinamento tanto

para a força muscular e composição corporal, independentemente da frequência semanal ao TP.



**Figura 3** Modificações relativas individuais da massa muscular (painel A e B), qualidade muscular total (painel C e D) e água intracelular (painel E e F) em idosos destreinados (n = 39) submetidas a duas sessões semanais (G2x = barras em negrito) ou três sessões semanais (G3x = barras em branco) de treinamento com pesos.

O comportamento da MG e GT nos diferentes momentos de intervenção é apresentado na **tabela 4**. Interação grupo x tempo ( $P < 0,05$ ) foi revelada para MG (G2x = -0,1% e 0,0 kg vs. G3x = -4,8% e -1,2 kg) e GT (G2x = +0,4% e +0,1 kg vs. G3x = -5,7% e -0,7 kg).

**Tabela 4** Massa de gordura e gordura de tronco de mulheres idosas destreinadas nos momentos pré, após 12 e 24 semanas de treinamento com pesos realizado em diferentes frequências. Os valores estão expressos em média  $\pm$  desvio-padrão.

| Variáveis       | G2x<br>(n = 19) | G3x<br>(n = 20)                            | Efeito       | F    | P    |
|-----------------|-----------------|--|--------------|------|------|
| <b>MG (kg)</b>  |                 |  | <b>ANOVA</b> |      |      |
| Pré-treinamento | 25,2 $\pm$ 9,6  | 26,6 $\pm$ 10,3                            | Grupo        | 0,06 | 0,81 |
| 12 semanas      | 25,3 $\pm$ 9,8  | 26,0 $\pm$ 10,4*                           | Tempo        | 8,86 | 0,01 |
| 24 semanas      | 25,2 $\pm$ 10,0 | 25,4 $\pm$ 10,3* <sup>†</sup> <sup>§</sup> | Interação    | 7,93 | 0,01 |
| TE              | 0,01            | 0,12                                       |              |      |      |
| <b>GT (kg)</b>  |                 |  | <b>ANOVA</b> |      |      |
| Pré-treinamento | 12,8 $\pm$ 4,9  | 13,6 $\pm$ 5,5                             | Grupo        | 0,05 | 0,82 |
| 12 semanas      | 12,9 $\pm$ 5,1  | 13,3 $\pm$ 5,5*                            | Tempo        | 7,25 | 0,01 |
| 24 semanas      | 12,9 $\pm$ 5,2  | 12,9 $\pm$ 5,4* <sup>†</sup> <sup>§</sup>  | Interação    | 9,54 | 0,01 |
| TE              | 0,01            | 0,14                                       |              |      |      |

**Nota.** TE = tamanho do efeito. G2x = duas sessões semanais de TP. G3x = três sessões semanais de TP. MG = massa de gordura. GT = gordura de tronco. \* $P < 0,05$  vs. pré. <sup>†</sup> $P < 0,05$  vs. 12 semanas. <sup>§</sup> $P < 0,05$  vs. grupo.

As respostas dos indicadores de saúde metabólica analisados ao TP executado em duas frequências (G2x vs. G3x) são apresentadas na **Tabela 5**. Efeito do tempo ( $P < 0,05$ ) foi encontrado para a glicose em jejum (G2x = -6,2% vs. G3x = -6,6%), HDL-c (G2x = +5,6% vs. G3x = +4,1%) e PCR-us (G2x = -10,5% vs. G3x = -10,0%). Nenhuma alteração significativa ( $P > 0,05$ ) foi encontrada nas concentrações de colesterol total, LDL-c e triglicérides.

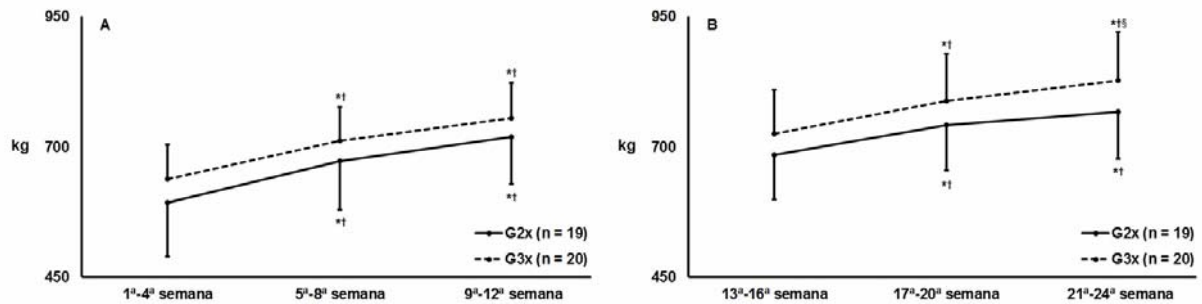
**Tabela 5** Indicadores metabólicos de mulheres idosas destreinadas nos momentos pré, após 12 e 24 semanas de treinamento com pesos realizado em diferentes frequências. Os valores estão expressos em média  $\pm$  desvio-padrão.

| Variáveis               | G2x<br>(n = 19)             | G3x<br>(n = 20)            | Efeito       | F     | P    |
|-------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------|-------|------|
| <b>Glicemia (mg/dL)</b> |                             |                            | <b>ANOVA</b> |       |      |
| Pré-treinamento         | 104 $\pm$ 10                | 107 $\pm$ 28               | Grupo        | 0,32  | 0,58 |
| 12 semanas              | 98 $\pm$ 11*                | 104 $\pm$ 24*              | Tempo        | 13,44 | 0,01 |
| 24 semanas              | 98 $\pm$ 13*                | 100 $\pm$ 27* <sup>†</sup> | Interação    | 1,73  | 0,18 |
| TE                      | 0,63                        | 0,26                       |              |       |      |
| <b>CT (mg/dL)</b>       |                             |                            | <b>ANOVA</b> |       |      |
| Pré-treinamento         | 192 $\pm$ 30                | 209 $\pm$ 38               | Grupo        | 2,24  | 1,14 |
| 12 semanas              | 192 $\pm$ 35                | 209 $\pm$ 35               | Tempo        | 0,47  | 0,62 |
| 24 semanas              | 190 $\pm$ 37                | 206 $\pm$ 39               | Interação    | 0,01  | 0,99 |
| TE                      | 0,07                        | 0,06                       |              |       |      |
| <b>HDL-c (mg/dL)</b>    |                             |                            | <b>ANOVA</b> |       |      |
| Pré-treinamento         | 49 $\pm$ 8                  | 46 $\pm$ 8                 | Grupo        | 1,16  | 0,29 |
| 12 semanas              | 49 $\pm$ 10                 | 47 $\pm$ 6                 | Tempo        | 7,42  | 0,01 |
| 24 semanas              | 52 $\pm$ 9* <sup>†</sup>    | 48 $\pm$ 8*                | Interação    | 0,64  | 0,53 |
| TE                      | 0,38                        | 0,25                       |              |       |      |
| <b>LDL-c (mg/dL)</b>    |                             |                            | <b>ANOVA</b> |       |      |
| Pré-treinamento         | 120 $\pm$ 30                | 135 $\pm$ 43               | Grupo        | 1,66  | 0,21 |
| 12 semanas              | 118 $\pm$ 33                | 134 $\pm$ 39               | Tempo        | 0,33  | 0,72 |
| 24 semanas              | 119 $\pm$ 35                | 133 $\pm$ 41               | Interação    | 0,02  | 0,98 |
| TE                      | 0,04                        | 0,05                       |              |       |      |
| <b>TRI (mg/dL)</b>      |                             |                            | <b>ANOVA</b> |       |      |
| Pré-treinamento         | 117 $\pm$ 41                | 136 $\pm$ 60               | Grupo        | 2,31  | 0,14 |
| 12 semanas              | 110 $\pm$ 41                | 137 $\pm$ 53               | Tempo        | 0,77  | 0,47 |
| 24 semanas              | 111 $\pm$ 41                | 132 $\pm$ 48               | Interação    | 0,51  | 0,60 |
| TE                      | 0,13                        | 0,07                       |              |       |      |
| <b>PCR-us (ml/dL)</b>   |                             |                            | <b>ANOVA</b> |       |      |
| Pré-treinamento         | 2,5 $\pm$ 1,2               | 3,0 $\pm$ 1,5              | Grupo        | 1,05  | 0,31 |
| 12 semanas              | 2,4 $\pm$ 1,2               | 2,7 $\pm$ 1,4*             | Tempo        | 3,35  | 0,04 |
| 24 semanas              | 2,2 $\pm$ 1,3* <sup>†</sup> | 2,7 $\pm$ 1,6*             | Interação    | 0,80  | 0,45 |
| TE                      | 0,25                        | 0,20                       |              |       |      |

**Nota.** TE = tamanho do efeito. G2x = duas sessões semanais de TP. G3x = três sessões semanais de TP. CT = colesterol total. HDL-c = lipoproteína de alta densidade. LDL-c = lipoproteína de baixa densidade. TRI = triglicérides. PCR-us = proteína C-reativa ultrasensível. \* $P < 0,05$  vs. pré. <sup>†</sup> $P < 0,05$  vs. 12 semanas.

A evolução das cargas de treinamento ao longo de 24 semanas de TP em diferentes frequências (G2x e G3x) é apresentada na **figura 4**. Na primeira etapa do

experimento (primeiras 12 semanas), efeito principal do tempo ( $F = 349,77$  e  $P < 0,01$ ) indicou incrementos significantes nas cargas de TP em ambos os grupos ( $G2x = +21,2\%$  e  $TE = +1,22$  vs.  $G3x = +18,6\%$  e  $TE = +1,80$ ). Interação grupo x tempo ( $F = 5,67$  e  $P < 0,01$ ) foi revelada na segunda etapa de intervenção (últimas 12 semanas) com o aumento sendo maior no grupo de maior frequência semanal ao TP ( $G2x = +12,1\%$  e  $TE = +0,98$  vs.  $G3x = +14,1\%$  e  $TE = +1,21$ ).



**Figura 4** Evolução das cargas de treinamento em mulheres idosas destreinadas submetidas a 24 semanas de treinamento com pesos, em diferentes frequências. O painel A indica a primeira etapa (semanas 1 a 12), enquanto o painel B apresenta o comportamento observado na segunda etapa (semanas 13 a 24) de treinamento. Os valores estão expressos em média  $\pm$  desvio-padrão. \*Diferenças significantes com relação ao primeiro bloco de semanas na respectiva etapa ( $P < 0,05$ ). †Diferença significantes com relação ao segundo bloco de semanas na respectiva etapa ( $P < 0,05$ ). § $P < 0,05$  vs. grupo.

A **tabela 6** apresenta uma análise do ponto de vista clínico da saúde metabólica dos participantes de cada grupo (G2x e G3x), antes e após 24 semanas de TP. Modificações clínicas importantes foram observadas ao longo das 24 semanas de intervenção, com a melhoria do quadro clínico da amostra em todas as variáveis analisadas, exceto triglicérides e HDL-c no G3x.

**Tabela 6** Comportamento clínico da saúde metabólica de mulheres idosas destreinadas nos momentos pré, após 12 e 24 semanas de treinamento com pesos realizado em diferentes frequências. Os valores estão expressos em frequência absoluta (relativa).

|                         | <b>G2x</b><br><b>(n = 19)</b> | <b>G3x</b><br><b>(n = 20)</b> | <b>G2x</b><br><b>(n = 19)</b> | <b>G3x</b><br><b>(n = 20)</b> |
|-------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|                         | <b>Pré-treinamento</b>        | <b>Pré-treinamento</b>        | <b>24 semanas</b>             | <b>24 semanas</b>             |
| <b>Glicemia</b>         |                               |                               |                               |                               |
| <i>Adequado</i>         | 09 (23,1)                     | 09 (23,1)                     | 14 (35,9)                     | 14 (35,9)                     |
| <i>Inadequado</i>       | 10 (25,6)                     | 11 (28,2)                     | 05 (12,8)                     | 06 (15,4)                     |
|                         | $\chi^2 = 0,22$ e $P = 0,88$  |                               | $\chi^2 = 0,06$ e $P = 0,80$  |                               |
| <b>Colesterol Total</b> |                               |                               |                               |                               |
| <i>Adequado</i>         | 10 (25,6)                     | 09 (23,1)                     | 13 (33,3)                     | 10 (25,6)                     |
| <i>Inadequado</i>       | 09 (23,1)                     | 11 (28,2)                     | 06 (15,4)                     | 10 (25,6)                     |
|                         | $\chi^2 = 0,23$ e $P = 0,63$  |                               | $\chi^2 = 1,37$ e $P = 0,24$  |                               |
| <b>HDL-c</b>            |                               |                               |                               |                               |
| <i>Adequado</i>         | 02 (05,1)                     | 01 (02,6)                     | 04 (10,3)                     | 00 (00,0)                     |
| <i>Inadequado</i>       | 17 (43,6)                     | 19 (48,7)                     | 15 (38,5)                     | 20 (51,3)                     |
|                         | $\chi^2 = 0,42$ e $P = 0,52$  |                               | $\chi^2 = 4,69$ e $P = 0,03$  |                               |
| <b>LDL-c</b>            |                               |                               |                               |                               |
| <i>Adequado</i>         | 11 (28,2)                     | 08 (20,5)                     | 14 (35,9)                     | 09 (23,1)                     |
| <i>Inadequado</i>       | 08 (20,5)                     | 12 (30,8)                     | 05 (12,8)                     | 11 (28,2)                     |
|                         | $\chi^2 = 1,25$ e $P = 0,26$  |                               | $\chi^2 = 3,31$ e $P = 0,07$  |                               |
| <b>Triglicérides</b>    |                               |                               |                               |                               |
| <i>Adequado</i>         | 12 (30,8)                     | 14 (35,9)                     | 15 (38,5)                     | 14 (35,9)                     |
| <i>Inadequado</i>       | 07 (17,9)                     | 06 (15,4)                     | 04 (10,3)                     | 06 (15,4)                     |
|                         | $\chi^2 = 0,21$ e $P = 0,65$  |                               | $\chi^2 = 0,41$ e $P = 0,52$  |                               |
| <b>PCR-us</b>           |                               |                               |                               |                               |
| <i>Adequado</i>         | 14 (35,9)                     | 11 (28,2)                     | 17 (43,6)                     | 15 (38,5)                     |
| <i>Inadequado</i>       | 05 (12,8)                     | 09 (23,1)                     | 02 (05,1)                     | 05 (12,8)                     |
|                         | $\chi^2 = 1,48$ e $P = 0,22$  |                               | $\chi^2 = 1,39$ e $P = 0,24$  |                               |

**Nota.** G2x = duas sessões semanais de TP. G3x = três sessões semanais de TP. HDL-c = lipoproteína de alta densidade. LDL-c = lipoproteína de baixa densidade. PCR-us = proteína C-reativa ultrasensível.

## 6 DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Os principais resultados deste estudo foram: (1) 24 semanas de TP proporcionaram respostas positivas nos componentes da composição corporal (massa muscular, água intracelular, massa isenta de gordura e osso e massa de gordura), força muscular (SUP, EXT, ROS e CTL), qualidade muscular (QMT, QMMI, QMMS, QMTR), glicose em jejum, PCR-us, HDL-c e carga de treino em idosas, independente da frequência de duas ou três sessões semanais; (2) triglicérides, colesterol total e LDL-c não sofreram modificações com o TP; (3) três sessões semanais de TP foram mais efetivas para a melhoria da qualidade muscular total, qualidade muscular de membros superiores, massa gorda, gordura de tronco e aumento da força muscular total do que duas sessões; e (4) o nível de responsividade ao TP nas duas frequências analisadas é bastante variável e existem pessoas que, ao contrário das demais, não conseguem alcançar importantes benefícios com a prática do TP. Tais achados confirmam a efetividade do TP para modificações positivas na composição corporal, força muscular e alguns marcadores metabólicos de idosas.

A diminuição na massa muscular tem sido apontada como um dos principais fatores na redução da funcionalidade e saúde em idosos (GOODPASTER et al., 2006; MARTONE et al., 2015). Dessa forma, a inclusão de idosos em programas de TP na rotina de exercícios físicos nessa população demonstra valiosos efeitos para a manutenção ou retardamento da sarcopenia (MARTONE et al., 2015). Os achados do presente estudo demonstraram ganhos de massa muscular. A redução na massa muscular possui relação negativa com a vida funcional de idosos (VISSER et al., 2002), sendo possivelmente explicada pela diminuição no número de unidades motoras ativas (MCKINNO et al., 2015). Entretanto, esse quadro parece ser passivo de reversão com a prática de programas de TP (LATORRE-ROMÁN et al., 2016).

Embora a manutenção e/ou acréscimos da massa muscular com a prática de programas de TP tenha sido reportada em estudos com a população idosa (RIBEIRO et al., 2016a; SOUZA et al., 2016; RIBEIRO et al., 2016b), nossos achados demonstraram que tais respostas podem ser influenciadas pelas características da amostra, uma vez que alguns participantes não conseguem se beneficiar dessa prática, por motivos até o momento desconhecidos, embora a grande variabilidade nos valores observados possa ser influenciada por questões genéticas ou comportamentais, como os hábitos alimentares. Mesmo não havendo

diferenças estatisticamente significantes entre os grupos analisados, os maiores incrementos em termos absolutos foram revelados no G2x. Tais condições também foram observadas para a MIGOMS, MIGOMI e MIGOTR. Possivelmente o maior tempo de recuperação semanal ao TP possa ter influenciado nas respostas adaptativas observadas.

Alguns fatores parecem ser determinantes para modificações da massa muscular (BARBOSA-SILVA et al., 2005; SOUZA et al., 2016). Neste sentido, mulheres idosas geralmente apresentam redução na água corporal em comparação a mulheres jovens e homens idosos (SARAGAT et al., 2014). A influência da idade sobre os valores de água corporal pode ser devido à diminuição da massa celular corporal, um compartimento metabolicamente ativo, que sofre degradação significativa com o processo de envelhecimento (BOSY-WESTPHAL et al., 2006) indicando um decréscimo de água no compartimento intracelular, devido à perda de massa muscular (GONZALEZ et al., 2016). Os achados do presente experimento apontaram incremento da água intracelular após 24 semanas de TP, independente da frequência semanal de TP analisada. Adicionalmente, uma correlação significativa entre água intracelular e massa muscular foi encontrada ( $r = 0,88$ ,  $P < 0,05$ ), sugerindo que o TP pode proporcionar importantes benefícios para a saúde celular de idosos.

O aumento da água intracelular revelado por este estudo em ambos os grupos provavelmente possa ser explicado, ao menos em parte, como uma resposta adaptativa associada a um possível aumento das reservas de glicogênio muscular estimulado pelo TP, visto que cada grama de glicogênio armazenada no músculo atrai três moléculas de água, aumentando o influxo de água do meio extracelular para o meio intracelular, fenômeno que favorece a hiperhidratação do tecido muscular e que pode mediar uma resposta hipertrófica crônica por diferentes vias (SCHOENFELD, 2013). Nesse sentido, embora não se saiba ao certo os mecanismos pelos quais a hiperhidratação celular aumentada promova a hipertrofia, há relatos de que esse acréscimo pode estimular a proliferação de células satélites e facilitar a sua fusão às miofibrilas (SCHOENFELD, 2013), estimulando não somente o aumento da síntese protéica, como também a diminuição da proteólise.

As adaptações positivas encontradas na massa muscular nos permitem acreditar que possa ter influenciado, ao menos em parte, a melhoria do comportamento metabólico das participantes do presente estudo, uma vez que

informações disponíveis na literatura têm destacado uma boa relação entre perfil glicêmico, lipídico e inflamatório e a composição corporal. Nesse sentido, Cheng et al. (2016) encontraram relação entre o IMC, perfil lipídico e a mortalidade de idosos, revelando que as alterações induzidas pelo envelhecimento sobre a massa muscular parecem ser fatores determinantes para esse fenômeno. Scott et al. (2016), por sua vez, demonstraram associação positiva entre sarcopenia e elevação da glicemia de jejum, indicando que como a massa muscular é o maior tecido sensível à insulina, a redução na massa muscular resulta em redução da capacidade de eliminação da glicose.

O declínio significativo na massa muscular e força em idosos está estreitamente relacionado com a fragilidade, aumento do risco de quedas e diminuição da funcionalidade (GOODPASTER et al., 2006; AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009b; LATORRE-ROMÁN et al., 2016). Devido à relação direta entre capacidade funcional e força (GOODPASTER et al., 2006; AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009b) é fundamental a manutenção ou aumento dos níveis de força durante o envelhecimento (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009b). Isto é especialmente verdadeiro para as mulheres, cuja massa muscular e força reduzem de forma drástica, comprometendo a independência funcional em idades mais precoces do que os homens (VISSER et al., 2002; MARTONE et al., 2015; STRANDBERG et al., 2015).

No presente estudo, efeito do tempo foi revelado para a força muscular nos resultados encontrados a partir da utilização de diferentes números de sessões no TP (G2x vs. G3x). Vale destacar que os aumentos de força muscular foram progressivos ao longo das 24 semanas de treinamento, indicando que o modelo de progressão utilizado em cada etapa foi adequado, não permitindo o estabelecimento do efeito platô, de estabilização, bastante comum em TP realizado por longos períodos. Essa condição aponta que, tanto a realização de séries simples quanto a realização de poucas sessões semanais (G2x) são suficientes para modificar a força muscular de mulheres idosas destreinadas ao longo das primeiras 12 semanas de TP. Embora dados do nosso laboratório (RIBEIRO et al., 2015) já tivessem demonstrado a efetividade da utilização de séries simples vs. múltiplas séries para o aumento de força muscular nas primeiras 12 semanas de TP em mulheres idosas, de acordo com o nosso conhecimento este é o primeiro estudo que demonstrou a

efetividade do modelo de progressão de séries simples para séries múltiplas de 12 para 24 semanas de TP nessa população.

A relação entre força e volume muscular é apontado como qualidade muscular, que reflete a força por unidade de massa muscular (FRAGALA et al., 2015). Índices de qualidade muscular podem contribuir para o diagnóstico de sarcopenia (FRAGALA et al., 2015) e ser utilizado na avaliação de programas de exercícios físico para reduzir a fragilidade e funcionalidade de idosos (RIBEIRO et al., 2016b; FRAGALA et al., 2015). Nesse sentido, alguns pesquisadores advogam que a avaliação da qualidade muscular tem uma aplicação prática muito maior do que a avaliação da massa muscular de forma isolada (FRAGALA et al., 2015; RIBEIRO et al., 2016b), visto que a diminuição na qualidade muscular tem um impacto maior para a saúde do idoso (GOODPASTER et al., 2006) e reflete a fragilidade do sistema nervoso. Nossos resultados demonstraram que a qualidade muscular total e segmentada (QMMS, QMMI e QMTR) aumentou após o período de intervenção com TP, especialmente para o grupo que realizou três sessões semanais de TP (QMT e QMMS). A melhoria na QMMS pode refletir favoravelmente em tarefas comuns da vida diária, como carregar objetos com mais segurança ou, simplesmente, alimentar-se. Estes resultados corroboram relatos de melhora da qualidade muscular após um período de TP executado em três sessões semanais (RIBEIRO et al., 2016a).

Além do presente estudo permitir a comparação das modificações na qualidade muscular na perspectiva do TP ser realizado em duas diferentes frequências, a análise das mudanças na qualidade muscular de forma segmentada (QMMI, QMMS e QMTR) possibilitou informações adicionais bastante valiosas, uma vez que a diminuição da qualidade muscular observada, em particular, em mulheres é diferenciada na comparação entre os segmentos (RIBEIRO et al., 2016a). Os mecanismos relacionados à melhora da qualidade muscular são complexos e não totalmente compreendidos. No entanto, especula-se que os avanços podem estar relacionados a fatores como adaptações neurais, aumento da área muscular transversal, aumento da potência muscular, aumento da proteína contrátil, aumento do comprimento do fascículo em repouso devido à adição de sarcômeros em série, inervação, alterações na arquitetura muscular e/ou redução dos depósitos de gordura intramuscular (FRAGALA et al., 2015).

O excesso de gordura corporal, especialmente na região central do corpo, está relacionado ao desenvolvimento de inúmeros transtornos metabólicos e cardiovasculares, sendo uma das estratégias para o controle a inserção em programas de exercício físico (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2005; CHENG et al., 2016; TOMELERI et al., 2016). Os achados do presente estudo indicaram que três sessões semanais de TP foram efetivas para reduzir a gordura corporal total e de tronco. Pesquisas anteriores já haviam revelado diminuição da gordura corporal após a execução de três sessões semanais de TP (TOMELERI et al., 2016; RIBEIRO et al., 2016a). Embora alguns pesquisadores defendam que a redução da gordura corporal possa ser atribuída ao aumento da massa muscular e sua relação com a taxa metabólica em repouso (CAMPBELL et al., 1994), tal hipótese não foi confirmada neste estudo. Outro fator a considerar é que alguns protocolos de TP podem produzir aumentos no consumo de oxigênio pós-exercício (HEDEN et al., 2011) e, quiçás, contribuir para as modificações a longo prazo da gordura corporal.

No presente experimento, importantes reduções na glicemia de jejum foram observadas em ambos os grupos submetidos ao TP. Tais modificações eram esperadas, uma vez que o metabolismo dos carboidratos contribui acentuadamente para a produção de energia em atividades intermitentes mediante a ativação da via glicolítica (CHENG et al., 2016). Desse modo, nossos resultados estão de acordo com outros estudos que observaram redução da glicemia em jejum em mulheres idosas submetidas ao TP (TOMELERI et al., 2016, RIBEIRO et al., 2016a). Apesar dos reais mecanismos responsáveis pela redução da glicemia não terem sido analisados no presente estudo, as melhorias identificadas no perfil glicêmico nos grupos submetidos ao TP em diferentes frequências podem estar relacionadas tanto às mudanças observadas na gordura corporal e massa muscular (CHENG et al., 2016; TOMELERI et al., 2016). Outro fator que merece ser destacado é que 55,6% das idosas que realizaram o TP (G2x e G3x) tiveram melhoras clínicas nos valores de glicemia em jejum após 24 semanas de experimento, demonstrando a efetividade do treino para o acompanhamento clínico.

O perfil lipídico tem sido amplamente utilizado como medida controle do risco cardiovascular, visto que a doença cardiovascular aterosclerótica é responsável pela metade da morbidade e mortalidade em todo o mundo (V DIRETRIZ BRASILEIRA DE DISLIPIDEMIAS E PREVENÇÃO DA ATEROSCLEROSE, 2013).

Alguns fatores são determinantes para a saúde cardiovascular, sendo entre eles a nutrição e a atividade física (V DIRETRIZ BRASILEIRA DE DISLIPIDEMIAS E PREVENÇÃO DA ATEROSCLEROSE, 2013). Apesar dos resultados controversos sobre o impacto do TP sobre o perfil lipídico, o presente estudo revelou uma elevação significativa nas concentrações de HDL-c, um importante fator de proteção para o risco cardíaco. Por outro lado, 12 semanas de TP não foram suficientes para alterações no colesterol total, triglicérides e LDL-c, contrariando em parte os achados de Mann et al. (2014) que reportaram efetividade do TP no controle do perfil lipídico. As discrepâncias observadas tanto no presente experimento, como também pela literatura (MARQUE et al., 2009; MANN et al., 2014; LERA ORSATTI et al., 2014) não são claras, mas, possivelmente podem estar relacionadas as concentrações iniciais de cada componente, idade, duração e intensidade do TP, quantidade de gordura corporal e experiência com a prática do TP (MARQUE et al., 2009; MANN et al., 2014; LERA ORSATTI et al., 2014).

Vale ressaltar, contudo, que em diversos casos o componente genético é determinante para o comportamento do perfil lipídico e pela responsividade ou não ao TP (HURLEY et al., 2011; WESTCOTT, 2012). Além disso, embora as participantes do presente estudo tenham sido orientadas para manterem seus hábitos alimentares ao longo do experimento, não se pode desprezar que diferenças interindividuais no comportamento alimentar podem afetar positivo ou negativamente o perfil lipídico (V DIRETRIZ BRASILEIRA DE DISLIPIDEMIAS E PREVENÇÃO DA ATEROSCLEROSE, 2013; MANN et al., 2014; PERNA et al., 2015; CHENG et al., 2016). Por este motivo a análise do comportamento individual permitiu identificarmos que 30,0% das participantes reduziram o colesterol total, 25,0% diminuíram as concentrações de triglicérides, 27,3% reduziram LDL-c e 51,3% aumentaram os valores de HDL-c após de 24 semanas de TP.

Alguns estudos disponíveis na literatura têm indicado que a manipulação das variáveis que compõem a estrutura de um programa de TP pode impactar as respostas na saúde metabólica (MANN et al., 2014; RIBEIRO et al., 2016a). Portanto, esperava-se que as respostas entre os grupos G2x e G3x seriam diferentes, especialmente pelo grupo G3x treinar com um maior volume, como observado na carga de treino. Entretanto, não foi identificadas modificações significantes para estas variáveis que pudessem ser atribuídas a frequência ao TP, confirmando parte dos achados de Ribeiro et al. (2016a), que observaram

modificações positivas na saúde metabólica (glicemia, colesterol total, HDL-c, LDL-c, triglicérides e PCR-us) em mulheres idosas que realizaram TP, porém sem diferenças entre os programas de treinamento utilizados (treinamento piramidal vs. tradicional). Não se pode desprezar, contudo, que as diferenças no perfil lipídico das participantes na linha de base (normais ou dislipidêmicas) possa ter afetado as respostas dentro de cada grupo, fazendo com que o TP não tenha repercutido na melhoria no perfil lipídico de forma geral (colesterol total, LDL-c e triglicérides), mas sim na maioria das participantes que apresentavam dislipidemias no momento inicial da intervenção.

A PCR-us, um indicador de processo inflamatório, também, tem sido considerada um importante indicador independente da mortalidade por doenças cardiovasculares em mulheres (NDREPEPA et al., 2013). Reduções na massa muscular e aumento da adiposidade, especialmente a adiposidade de tronco (TOMELERI et al., 2016), são elementos-chave no processo de envelhecimento possuindo associação com a inflamação sistêmica (NDREPEPA et al., 2013). Os achados do presente estudo indicaram redução significativa nas concentrações de PCR-us, independente da frequência semanal de TP. Nosso estudo confirma as informações encontradas em oito semanas de intervenção por Tomeleri et al. (2016), as quais sugerem que o TP pode provocar melhorias nos níveis inflamatórios em mulheres idosas.

De fato, diversos estudos têm demonstrado um efeito protetor do TP na inflamação crônica (TOMELERI et al., 2016; RIBEIRO et al., 2016a). Entretanto, ainda não está bem estabelecido quais seriam os mecanismos responsáveis por tais alterações, embora algumas hipóteses possam ser amplamente discutidas. Mavros et al. (2014) defendem que as modificações na inflamação crônica proporcionadas pelo TP são dependentes de mudanças na composição corporal, uma vez que as reduções nos níveis de PCR-us foram correlacionadas tanto com o aumento da massa muscular quanto com reduções da gordura corporal (MAVROS et al., 2014). Tomeleri et al. (2016) revelaram associação positiva entre as reduções na gordura de tronco com reduções na PCR-us após um período de TP. Os resultados do nosso estudo, especialmente reduções na gordura de tronco, corroboram os achados de Tomeleri et al. (2016). Uma outra possível explicação pode estar relacionada a contração muscular realizada durante o TP, que produz citocinas anti-inflamatórias, denominadas de miocinas, as quais são antagonistas das citocinas pró-inflamatórias,

auxiliando nos níveis de PCR-us (TOMELERI et al., 2016). Acreditamos que a forma de progressão utilizada neste estudo (aumento do número de séries e cargas ajustadas periodicamente a partir de uma zona predeterminada de repetições), possa ter auxiliado na redução da PCR-us, visto que as mioquinas são sensíveis a intensidade do treino (PEDERSEN & FEBBRAIO, 2008). Portanto, o uso progressivo de cargas mais pesadas ao longo das 24 semanas de intervenção podem ter resultado no aumento das respostas anti-inflamatórias. Infelizmente, a análise somente das concentrações de PCR-us não nos permite a confirmação desta hipótese.

Alguns pontos merecem destaque na presente investigação. O delineamento experimental utilizado, com aleatorização balanceada, de acordo com o nível de força inicial das participantes; a progressão do treinamento ao longo do período experimental, a duração da intervenção (24 semanas); a participação de mulheres com experiência em TP e a montagem do programa de TP envolvendo exercícios para o corpo inteiro, favorecem a interpretação das informações produzidas em mulheres idosas. A ausência de acompanhamento dos níveis de atividade física fora do ambiente de estudo também pode ter comprometido em parte nossos achados, visto que a literatura tem apontado que o nível de atividade física pode ser um importante determinante para a saúde metabólica (PERNA et al., 2015; CHENG et al., 2016).

Por outro lado, algumas importantes limitações não devem ser desprezadas. A ausência de uma análise eletromiográfica, dificulta uma análise mais robusta do comportamento da força muscular, bem como da qualidade muscular. Os hábitos alimentares não foram controlados, o que pode ter influenciado em parte as respostas associadas aos ganhos de massa muscular e redução da gordura corporal.

Como aplicação prática, os resultados do presente estudo reforçam a importância do TP para a melhoria da força, composição corporal e alguns marcadores metabólicos em mulheres idosas. Vale ressaltar que tais benefícios podem ser observados tanto na frequência de duas quanto em três sessões semanais de TP. Entretanto, os resultados sugerem que uma frequência de três sessões semanais ao TP pode provocar maiores ganhos de força muscular total, qualidade muscular total e redução da gordura corporal do que duas sessões semanais em mulheres idosas.

## REFERÊNCIAS

AAGAARD, P. et al. Role of the nervous system in sarcopenia and muscle atrophy with aging: strength training as a countermeasure. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 20, n.1, p. 49-64, fev. 2010.

ABE, T. et al. Validity of ultrasound prediction equations for total and regional muscularity in middle-aged and older men and women. **Ultrasound in Medicine & Biology**, v. 41, n.2, p. 557-564, fev. 2015.

ABRAHIN, O. et al. Single- and multiple-set resistance training improves skeletal and respiratory muscle strength in elderly women. **Journal of Clinical Interventions in Aging**, v. 16, n.9, p. 1775-1782, out. 2014.

AIJÄNSEPPÄ, S. et al. Physical functioning in elderly europeans: 10 year changes in the north and south: the HALE project. **Journal of Epidemiology and Community Health**, v. 59, n.5, p. 413-419, mai. 2005.

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

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

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Position Stand: Exercise and physical activity for older adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 30, n.6, p. 992-1008, jun. 1998.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Position Stand: Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 34, n.2, p. 364-380, jun. 2002.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Position Stand: Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 39, n.8, p. 1435-1445, jun. 2007.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Position Stand: Exercise and physical activity for older adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 41, n.7, p. 1510-1530, jul. 2009a.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Position Stand: Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 41, n.3, p. 687-708, mar. 2009b.

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 & Science in Sports & Exercise**, v. 43, n.7, p. 1334-1359, jul. 2011.

ASHE, M. C. et al. Does frequency of resistance training affect tibial cortical bone density in older women? A randomized controlled trial. **Osteoporosis International**, v. 24, n.2, p. 623-632, fev. 2013.

ASSUMPÇÃO, C. O. et al. Influence of exercise order on upper body maximum and submaximal strength gains in trained men. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 33, n.5, p. 359-363, set. 2013.

BAIGENT, C. et al. Efficacy and safety of more intensive lowering of LDL cholesterol: a meta-analysis of data from 170,000 participants in 26 randomised trials. **The Lancet**, v. 376, n.9753, p. 1670-1681, nov. 2010.

BAKER, J. R. et al. Effects of age on testosterone responses to resistance exercise and musculoskeletal variables in men. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 20, n.4, p. 874-881, nov. 2006.

BARBOSA-SILVA, M. C. et al. Bioelectrical impedance analysis: population reference values for phase angle by age and sex. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 82, n.1, p. 49-52, jul. 2005.

BANCO MUNDIAL. **Envelhecendo em um Brasil mais velho**. Washington DC: Banco Mundial, 2011.

BAPTISTA, R. R.; VAZ, M. A. Muscle architecture and aging: functional adaptation and clinical aspects: a literature review. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 16, n.4, p. 368-373, out/dez. 2009.

BEMBEN, D. A.; BEMBEN, M. G. Dose-response effect of 40 weeks of resistance training on bone mineral density in older adults. **Osteoporosis International**, v. 22, n.1, p. 179-186, fev. 2011.

BENTON, M.J. et al. Short-term effects of resistance training frequency on body composition and strength in middle-aged women. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 25, n.11, p. 3142-3149, 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.

BOSY-WESTPHAL, A. et al. Phase angle from bioelectrical impedance analysis: population reference values by age, sex, and body mass index. **Journal of Parenteral and Enteral Nutrition**, v. 30, n.4, p. 309-316, jul/ago. 2006.

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

BUFFA, R. et al. Body composition variations in ageing. **Collegium Antropologicum**, v. 35, n.1, p. 259-265, mar. 2011.

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.

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 Science**. v. 28, n.14, p. 1505-1514, dez. 2010.

CENTRO LATINOAMERICANO Y CARIBEÑO DE POBLACIÓN Y DESARROLLO. **La nueva era demográfica en América Latina y el Caribe: la hora de la igualdad según el reloj poblacional**, Santiago-Chile: Naciones Unidas, 2014.

CHENG, F. W. et al. Metabolic health status and the obesity paradox in older adults. **Journal of Nutrition in Gerontology and Geriatrics** v. 35, n.3, p. 161-176, jul/set. 2016.

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

CLARKE, D. H. Adaptations in strength and muscular endurance resulting from exercise. In: Wilmore JH, eds. **Exercise and Sports Sciences Reviews**. New York: Academic Press, 1973.

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

COLADO, J. C.; GARCÍA-MASSÓ, X. Technique and safety aspects of resistance exercises: a systematic review of the literature. **The Physician and Sportsmedicine**, v. 37, n.2, p. 104-111, jun. 2009.

COPELAND, J. L.; CONSITT, L. A.; TREMBLAY, M. S. Hormonal responses to endurance and resistance exercise in females aged 19-69 years. **The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Science**, v. 57, n.4, p. B158-B165, abr. 2002.

CORREA-DE-ARAUJO, R.; HADLEY, E. Skeletal muscle function deficit: a new terminology to embrace the evolving concepts of sarcopenia and age-related muscle dysfunction. **The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Science**, v. 69, n.5, p. 591-594, mai. 2014.

CRUZ-JENTOFT, A. J. et al. Understanding sarcopenia as a geriatric syndrome. **Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care**, v. 13, n.1, p. 1-7, jan. 2010a.

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

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 & Science in Sports**, v. 26, n.9, p. 995-1006, set. 2016.

da SILVA, N. S.L.; MONTEIRO, W. D.; FARINATTI, P. T. V. Influência da ordem dos exercícios sobre o número de repetições e percepção subjetiva do esforço em mulheres jovens e idosas. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 15, n.3, p. 219-223, jun. 2009.

DELMONICO, M. J. et al. Effects of moderate-velocity strength training on peak muscle power and movement velocity: do women respond differently than men. **Journal of Applied Physiology**, v. 99, n.5, p. 1712-1718, nov. 2005.

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

DIRETRIZES DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES: 2014-2015/**Sociedade Brasileira de Diabetes**; [organização Jose Egídio Paulo de Oliveira, Sergio Vencio]. – São Paulo: AC Farmacêutica, 2015.

DUNSTAN, D. W. et al. High-intensity resistance training improves glycemic control in older patients with type 2 diabetes. **Diabetes Care**, v. 25, n.10, p. 1729-1736, out. 2002.

EVANS, W. J. Skeletal muscle loss: cachexia, sarcopenia, and inactivity. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 91, n.4, p. 1123S-1127S, mar. 2010.

FARINATTI, P. T. et al. Effects of different resistance training frequencies on the muscle strength and functional performance of active women older than 60 years. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 27, n.8, p. 2225-2234, ago. 2013.

FISHER, G. et al. Frequency of combined resistance and aerobic training in older women. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 27, n.7, p. 1868-1876, jul. 2013.

FITZGERALD, S. J. et al. Muscular fitness and all-cause mortality: prospective observations. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 1, n.1, p. 7-18, jan. 2004.

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, mai. 2015.

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

FRONTERA, W. R.; BIGARD, X. The benefits strength training in the elderly. **Science and Sports**, v. 17, n.3, p. 109-116, out. 2002.

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.

GENTIL, P. et al. Effects of exercise order on upper-body muscle activation and exercise performance. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 21, n.4, p. 1082-1086, nov. 2007.

GLEI, D. A. et al. Age-related changes in biomarkers: longitudinal data from a population-based sample. **Research of Aging**, v. 33, n.3, p. 312-326, mai. 2011.

GOODPASTER, B. H. et al. The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. **The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Science**, v. 61, n.10, p. 1059-1064, out. 2006.

GONZALEZ, 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.

GORDON, B. A. et al. Resistance training improves metabolic health in type 2 diabetes: a systematic review. **Diabetes Research and Clinical Practice**, v. 83, n.2, p. 157-175, fev. 2009.

GORDON, C. C.; CHUMLEA, W. C.; ROCHE, A. F. Stature, recumbent length, and weight. In: Lohman TG, Roche AF, Martorell R, eds. **Anthropometric Standardizing Reference Manual**: Human Kinetic Books, 1988.

GRAVES, J. E. et al. Effect of reduced training frequency on muscular strength. **International Journal of Sports Medicine**, v. 9, n.5, p. 316-319, out.. 1988.

GROUP, B. D. W. Biomarkers and surrogate endpoints: preferred definitions and conceptual framework. **Journal of Clinical Pharmacology and Therapeutics**, v. 69, n.3, p. 89-95, mar. 2001.

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

HOFFMAN, J. R. et al. The effect of self-selection for frequency of training in a winter conditioning program for football. **The Journal of Applied Sport Science Research**, v. 3, n.3, p. 76-82, ago. 1990.

HURLEY, B. F.; HANSON, E. D.; SHEAFF, A. K. Strength training as a countermeasure to aging muscle and chronic disease. **Sports Medicine**, v. 41, n.4, p. 289-306, abr. 2011.

IMAMURA, K. et al. Human major psoas muscle and sacrospinalis muscle in relation to age: a study by computed tomography. **The Journals of Gerontology: Series A**, v. 38, n.6, p. 678-681, nov. 1983.

INABA, Y. et al. The long-term effects of progressive resistance training on health-related quality in older adults. *J Physiol Anthropol*. v. 27, n.2, p. 57-61, mar. 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Contas Nacionais: Conta satélite de saúde 2007-2009**. Rio de Janeiro-RJ: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa nacional de saúde**. Rio de Janeiro-RJ: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2013a.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Séries relatórios metodológicos: projeções da população/Brasil e unidades da federação**. Rio de Janeiro-RJ: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2013b.

INSTITUTO DE ESTUDOS DE SAÚDE SUPLEMENTAR. **Envelhecimento populacional e os desafios para o sistema de saúde brasileiro**. São Paulo-SP: IESS (org), 2013.

JACKSON, A. S. et al. Longitudinal changes in body composition associated with healthy ageing: men, aged 20-96 years. **British Journal of Nutrition**, v. 107, n.7, p.

1085-1091, abr. 2012.

KOVACS, P.; STUMVOLL, M. Fatty acids and insulin resistance in muscle and liver. **Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 19, n.4, p. 625-635, dez. 2005.

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

LATORRE-ROMÁN, P. Á.; ARÉVALO-ARÉVALO, J. M.; GARCÍA-PINILLOS, F. Association between leg strength and muscle cross-sectional area of the quadriceps femoris with the physical activity level in octogenarians. **Biomedica**, v. 36, n.2, p. 258-264, jun. 2016.

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

LING, C. H. et al. Handgrip strength and mortality in the oldest old population: the leiden 85-plus study. **Canadian Medical Association Journal**, v. 182, n.5, p. 429-435, mar. 2010.

LIU, H. H.; LI, J. J. Aging and dyslipidemia: a review of potential mechanisms. **Ageing Research Reviews**, v. 19, p. 43-52, jan. 2015.

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

MARZOLINI, S. et al. Aerobic and resistance training in coronary disease: single versus multiple sets. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 40, n.9, p. 1557-1564, set. 2008.

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

MARTONE, A. M. et al. Treating sarcopenia in older and oldest old. **Current Pharmaceutical Design**, v. 21, n.13, p. 1715-1722, jan. 2015.

MARTYN-ST JAMES, M.; CARROLL, S. High-intensity resistance training and postmenopausal bone loss: a meta-analysis. **Osteoporosis International**, v. 17, n.8, p. 1225-1240, jun. 2006.

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

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.

MATSUDO, S. M.; MATSUDO, V. K. R.; BARROS NETO, T. L. Atividade física e envelhecimento: aspectos epidemiológicos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 7, n.1, p. 2-13, abr. 2001.

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.

MCKINNON, N. B. et al. Motor unit loss is accompanied by decreased peak muscle power in the lower limb of older adults. **Experimental Gerontology**, v.

70, n.1, p. 111-118, out. 2015.

MCLEAN, R. R.; KIEL, D. P. Developing consensus criteria for sarcopenia: an update. **Journal of Bone and Mineral Research**, v. 30, n.4, p. 588-592, abr. 2015.

MCLESTER, J.R.; BISHOP, P.; GUILLIAMS, M.E. Comparison of 1 day and 3 days per week of equal-volume resistance training in experienced subjects. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 14, n.1, p. 273-281, jan. 2000.

MILJKOVIC, N. et al. Aging of skeletal muscle fibers. **Annals of Rehabilitation Medicine**, v. 39, n.2, p. 155-162, abr. 2015.

MISZKO, T. A. et al. Effect of strength and power training on physical function in community-dwelling older adults. **The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Science**, v. 58, n.2, p. 171-175, fev. 2003.

MORLEY, J. E.; ANKER, S. D.; VON HAEHLING, S. Prevalence, incidence, and clinical impact of sarcopenia: facts, numbers, and epidemiology-update 2014. **Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle**, v. 5, n.4, p. 253-259, dez. 2014.

MUMMERY, W. K. et al. Associations between physical activity and other lifestyle behaviors in older New Zealanders. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 4, n.4, p. 411-422, out. 2007.

MURLASITS, Z.; REED, J.; WELLS, K. Effect of resistance training frequency on physiological adaptations in older adult. **Journal of Exercise Science & Fitness**, v. 10, n.1, p. 28-32, out. 2012.

NAKAMURA, Y. et al. Effects of exercise frequency on functional fitness in older adult women. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, v. 44, n.2, p. 163-173, mar/abr. 2007.

NDREPEPA, G. et al. C-reactive protein and prognosis in women and men with coronary artery disease after percutaneous coronary intervention. **Cardiovascular Revascularization Medicine**, v. 14, n.5, p. 264-269, set/out. 2013.

OREOPOULOS, A. et al. The obesity paradox in the elderly: potential mechanisms and clinical implications. **Clinics in Geriatric Medicine**, v. 25, n.4, p. 643-659, nov. 2009.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Envelhecimento ativo: uma política de saúde**. Brasília-DF: Organização Pan-Americana da Saúde, 2005.

ORSATTI, F. L. et al. Redução da força muscular está relacionada à perda muscular em mulheres acima de 40 anos. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v. 13, n.1, p. 36-42, fev. 2011.

PADILHA, C. S. et al. Effect of resistance training with different frequencies and detraining on muscular strength and oxidative stress biomarkers in older women. **Age**, v. 37, n.5, p. 104-451, out. 2015.

PEAKE, J. et al. Aging and its effects on inflammation in skeletal muscle at rest and following exercise-induced muscle injury. **American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 298, n.6, p. R1485-R1495, jun. 2010.

PEARSON, T. A. et al. Centers for Disease Control and Prevention; American Heart Association. 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.

PERNA, S. et al. Association between muscle mass and adipo-metabolic profile: a cross-sectional study in older subjects. **Clinical Interventions in Aging**, v. 10, p. 499-504, fev. 2015.

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.

PETRELLA, J. K. et al. Contributions of force and velocity to improved power with progressive resistance training in young and older adults. **European Journal of Applied Physiology**, v. 99, n.4, p. 343-351, mar. 2007.

PICORELLI, A. M. et al. Adherence of older women with strength training and aerobic exercise. **Journal of Clinical Interventions in Aging**, v. 9, n.9, p. 323-331, fev. 2014.

PINA, F. L. C. et al. Análise da flexibilidade e resistência muscular em mulheres de diferentes faixas etárias. **Conscientiae Saúde**, v. 11, n.1, p. 125-131, mar. 2012.

PINA, F. L. C. et al. Influência da ordem de exercícios com pesos sobre a composição corporal em homens idosos. **Revista de Educação Física da UEM**, v. 24, n.3, p. 443-451, set. 2013.

PLOUTZ-SNYDER, L.L.; GIAMIS, E.L. Orientation and familiarization to 1RM strength testing in old and young women. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 15, n.4, p. 519-523, nov. 2001.

POEHLMAN, E. T. et al. Determinants of decline in resting metabolic rate in aging females. **American Journal of Physiology**, v. 264, n.3Pt1, p. E450-E455, mar. 1993.

RADAELLI, R. et al. Low- and high-volume strength training induces similar neuromuscular improvements in muscle quality in elderly women. **Experimental Gerontology**, v. 48, n.8, p. 710-716, ago. 2013.

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

RAJPATHAK, S. N. et al. Lifestyle factors of people with exceptional longevity. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 59, n.8, p. 1509-1512, ago. 2011.

RASO, V. Análise meta-analítica preliminar dos programas de exercícios com pesos para pessoas idosas saudáveis. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 11, n.1, p. 59-68, ago. 2003.

REIS, J. P. et al. Comparison of overall obesity and body fat distribution in predicting risk of mortality. **Obesity (Silver Spring)**, v. 17, n.6, p. 1232-1239, jun. 2009.

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

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. 15, n.79, p. 8-15, jun. 2016a.

RIBEIRO, A. S. et al. Effects of traditional and pyramidal resistance training systems on muscular strength, muscle mass, and hormonal responses in older women: a randomized crossover trial. **The Journal of Strength & Conditioning Research** [Epub ahead of print], set. 2016b.

ROSENBERG, I. H. Sarcopenia: origins and clinical relevance. **Journal of Nutrition**, v. 127, n.5Suppl, p. 990S-991S, mai. 1997.

ROSNER, B. Hypothesis Testing: Two-Sample Inference. In: Rosner B, editor. **Fundamentals of biostatistics**. Pacific Grove: Duxbury Thomson Learning, 5<sup>a</sup> ed., 2000; 810-811.

RUGGIERO, C. et al. High basal metabolic rate is a risk factor for mortality: the Baltimore Longitudinal Study of Aging. **The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Science**, v. 63, n.7, p. 698-706, jul. 2008.

SAMPAIO, R. A. et al. Arterial stiffness is associated with low skeletal muscle mass in Japanese community-dwelling older adults. **Geriatrics & Gerontology International**, v. 14, n. Suppl1, p. 109-114, fev. 2014.

SARAGAT, B. et al. Specific bioelectrical impedance vector reference values for assessing body composition in the Italian elderly. **Experimental Gerontology**, v. 50, p. 52-56, fev. 2014.

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.

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.

SCHWAB, P.; KLEIN, R. F. Nonpharmacological approaches to improve bone health and reduce osteoporosis. **Current Opinion in Rheumatology**, v. 20, n.2, p. 213-217, mar. 2008.

SCOTT, D.; DE COURTEN, B.; EBELING, P. R. Sarcopenia: a potential cause and consequence of type 2 diabetes in Australia's ageing population? **Medical Journal of Australia**, v. 205, n.7, p. 329-333, out. 2016.

SEIDELL, J. C.; VISSCHER, T. L. Body weight and weight change and their health implications for the elderly. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 54, n.Supp13, p. S33-S39, jun. 2000.

SHISHIKURA, K. et al. Association between skeletal muscle mass and insulin

secretion in patients with type 2 diabetes mellitus. **Endocrine Journal**, v. 61, n.3, p. 281-287, jan. 2014.

SILVA, N. L.; FARINATTI, T. V. Influência de variáveis do treinamento contra-resistência sobre a força muscular de idosos: uma revisão sistemática com ênfase nas relações dose-resposta. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 13, n.1, p. 60-66, jan/fev. 2007.

SILVA, N. L. et al. Influence of strength training variables on strength gains in adults over 55 years-old: a meta-analysis of dose-response relationships. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 17, n.3, p. 337-344, mai. 2014.

SOARES, F. H.; DE SOUSA, M. B. Different types of physical activity on inflammatory biomarkers in women with or without metabolic disorders: a systematic review. **Women Health**, v. 53, n.3, p. 298-316, abr. 2013.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA DO ESPORTE. Posicionamento oficial da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte e da Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia: atividade física e saúde no idoso. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 5, n.6, p. 207-211, nov/dez. 1999.

SOUZA, M. F. et al. Effect of resistance training on phase angle in older women: A randomized controlled trial. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, [Epub ahead of print], ago. 2016.

SOUSA, N. et al. Effectiveness of combined exercise training to improve functional fitness in older adults: A randomized controlled trial. **Geriatrics & Gerontology International**, v. 14, n.4, p. 892-898, out. 2014.

ST-ONGE, M. P. Relationship between body composition changes and changes in physical function and metabolic risk factors in aging. **Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care**, v. 8, n.5, p. 523-528, set. 2005

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

STRANDBERG, E. et al. Influence of combined resistance training and healthy diet on muscle mass in healthy elderly women: a randomized controlled trial. **Journal of Applied Physiology**, v. 119, n.8, p. 918-925, out. 2015.

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

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.

TSUZUKU, S. et al. Favorable effects of non-instrumental resistance training on fat distribution and metabolic profiles in healthy elderly people. **European Journal of Applied Physiology**, v. 99, n.5, p. 549-555, mar. 2007.

VAN PELT, R. E. et al. Age-related decline in RMR in physically active men: relation to exercise volume and energy intake. **American Journal of Physiology. Endocrinology and Metabolism**, v. 281, n.3, p. E633-E639, set. 2001.

VISSER, M. et al. Leg muscle mass and composition in relation to lower extremity performance in men and women aged 70 to 79: the health, aging and body composition study. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 50, n.5, p. 897-904, mai. 2002.

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

V DIRETRIZ BRASILEIRA DE DISLIPIDEMIAS E PREVENÇÃO DA ATEROSCLEROSE. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 101, n.4suppl1, p. 1-20, out. 2013.

WALTER, M. Interrelationships among HDL metabolism, aging, and atherosclerosis. **Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology**, v. 29, n.9, p. 1244-1250, set. 2009.

WANG, H.; ECKEL, R. H. Lipoprotein lipase: from gene to obesity. **American Journal of Physiology. Endocrinology and Metabolism**, v. 297, n.2, p. E271-E281, ago. 2009.

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

ZEMBRÓN-ŁACNY, A. et al. Sarcopenia: monitoring, molecular mechanisms, and physical intervention. **Physiological Research**, v. 63, n.3, p. 683-691, ago. 2014.

## **APÊNDICE**

APÊNDICE A  
Entrevista – Projeto idosas

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

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

**ENDEREÇO:** \_\_\_\_\_

**ANAMNESE**

1) Você possui algum problema cardiovascular ou metabólico?

()Sim ()Não

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

()Hipoglicemia

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

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

3) Você possui algum problema osteomuscular?

()Sim ()Não

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

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

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

5) Alguma vez o médico disse que você não pode fazer exercícios físicos?

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

6) Você faz uso diário de algum medicamento?

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

7) Você é fumante?

() Sim () Não Caso positivo, quantos cigarros por dia? \_\_\_\_\_

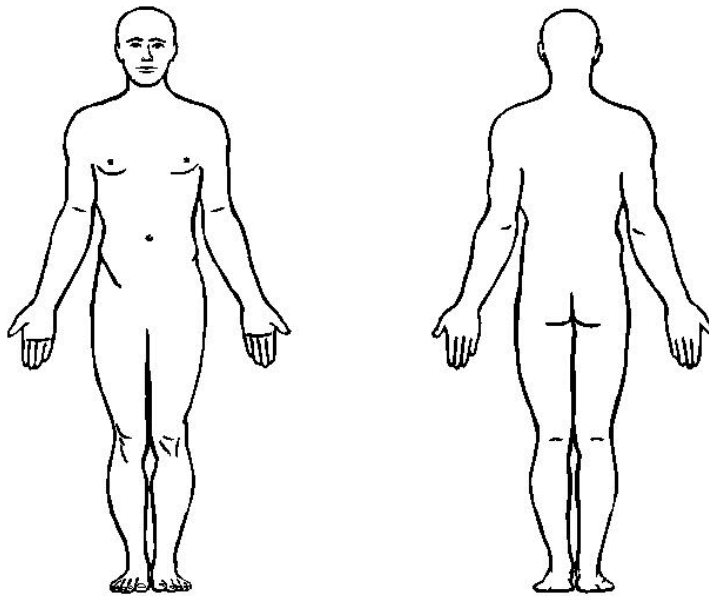
8) Você faz uso de bebida alcoólica com frequência (mais que duas vezes por semana)?

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

9) Você tem realizado exercício físico regularmente nos últimos seis meses?

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

10) Utilizando o corpo desenhado logo abaixo, em qual parte você sente dor? Sinalize com uma seta o local e coloque o motivo.



11) Você tem alguma viagem/cirurgia marcada para os próximos 12 meses?

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

12) Qual horário de treinamento a senhora pode participar?

() 8:30 hs () 9:30 hs () 10:30 hs

## APÊNDICE B

### Termo de consentimento livre e esclarecido



#### 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 Nº 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

## APÊNDICE B (continuação)

## Termo de consentimento livre e esclarecido

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 março de 2013.

\_\_\_\_\_  
Edilson Serpeloni Cyrino

|  |
|--|
| <p>Eu, _____ (nome por<br/><b>extenso do sujeito de pesquisa</b>), portadora do RG: _____<br/>tendo sido devidamente esclarecido sobre os procedimentos da pesquisa, concordo em participar<br/><b>voluntariamente</b> da pesquisa descrita acima.</p> <p>Assinatura (ou impressão dactiloscópica): _____</p> <p style="text-align: right;">Data: ____/03/2013</p> |
|--|









**ANEXO**

ANEXO A

Financiamento Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico



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

*Processo: 309455/2013-8*

EDILSON SERPELONI CYRINO

## ANEXO B

## Carta de aprovação do projeto pelo comitê de ética



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA



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