



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

MATHEUS AMARANTE DO NASCIMENTO

**EFEITO DA FREQUÊNCIA DO TREINAMENTO COM PESOS,  
DESTREINAMENTO E RETREINAMENTO SOBRE A FORÇA  
MUSCULAR, COMPOSIÇÃO CORPORAL E PERFIL  
METABÓLICO DE MULHERES IDOSAS**

---

Londrina  
2015

**MATHEUS AMARANTE DO NASCIMENTO**

**EFEITO DA FREQUÊNCIA DO TREINAMENTO COM PESOS,  
DESTREINAMENTO E RETREINAMENTO SOBRE A FORÇA  
MUSCULAR, COMPOSIÇÃO CORPORAL E PERFIL  
METABÓLICO DE MULHERES IDOSAS**

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

Orientador: Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino

Londrina  
2015

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da  
Universidade Estadual de Londrina**

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**

N244e Nascimento, Matheus Amarante do.

Efeito da frequência do treinamento com pesos, destreinamento e retraining sobre a força muscular, composição corporal e perfil metabólico de mulheres idosas / Matheus Amarante do Nascimento. - Londrina, 2015.  
165 f. : b il.

Orientador: : Edilson Serpeloni Cyrino.

Tese (Doutorado em Educação Física) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Educação Física e Esporte, Programa de Pós-Graduação em Educação Física, 2015.

Inclui bibliografia.

1. Envelhecimento. 2. Exercício resistido. 3. Treinamento com peso para idosos. 4. Tecido adiposo. 5. Educação física. 6. Physical education. I. Cyrino, Edilson Serpeloni. II. Universidade Estadual de Londrina, Centro de Educação Física e Esporte, Programa de Pós-Graduação em Educação Física. III. Título.

CDU 796.091.2

MATHEUS AMARANTE DO NASCIMENTO

**EFEITO DA FREQUÊNCIA DO TREINAMENTO COM PESOS,  
DESTREINAMENTO E RETREINAMENTO SOBRE A FORÇA  
MUSCULAR, COMPOSIÇÃO CORPORAL E PERFIL METABÓLICO  
DE MULHERES IDOSAS**

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

Orientador: Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino

**BANCA EXAMINADORA**

---

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

---

Prof. Dr. Crivaldo Gomes Cardoso Júnior  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Profa. Dra. Solange Marta Franzói de Moraes  
Universidade Estadual de Maringá - UEM

---

Prof. Dr. Raphael Mendes Ritti Dias  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dr. Luiz Fernando Martins Kruehl  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
– UFRGS

Londrina, 27 de Julho de 2015.

# **Dedicatória**

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

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

À minha esposa, que sempre esteve ao meu lado, paciente.

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.

# Agradecimentos

Agradeço a Deus por todas as oportunidades que tive ao longo de minha vida, tanto no aspecto profissional quanto no pessoal.

Agradeço à minha família, por ter me dado suporte e forças para chegar onde estou e espero poder contribuir e retribuir tudo o que já fora feito por mim. À minha mãe, por ter sido a melhor mãe do mundo, a pessoa que eu mais admiro, pelo carisma, generosidade, inteligência, honestidade e principalmente pela bondade que existe em seu coração. Ao meu pai, um homem de fibra, de caráter, trabalhador, honesto, um ótimo pai. Espero poder dar orgulho a vocês dois.

Agradeço à minha esposa Ágatha Graça Amarante do Nascimento, por todo o companheirismo, parceria, cumplicidade e, principalmente, paciência, enquanto estive nesta fase de formação acadêmica.

Agradeço aos meus amigos Fábio Luiz Cheche Pina, Alex Silva Ribeiro, Nelson Hilário Carneiro, Camila de Souza Padilha e Danilo Rodrigues Pereira da Silva, por terem trabalhado em parceria comigo, para que o projeto dos idosos pudesse ser realizado com sucesso. Espero sempre poder contar com a ajuda de todos vocês.

Agradeço às senhoras Isaura Mansano Ramos, Emília Nishi, Neuza Felix Silva, Tereza Satie Yashiro e Terezinha de Jesus Hadish, por terem, gentilmente, aceitado tirar as fotos durante a execução dos exercícios do presente estudo.

Agradeço ao professor orientador Dr. Edilson Serpeloni Cyrino, por ter me acolhido em seu grupo de estudo e pesquisa (GPEMENE) e por ter me mostrado o caminho do mundo acadêmico e, além disso, por ter sido um grande amigo, em algumas horas um grande pai e um exemplo de profissional da área. Com você, meu amigo e professor, aprendi e continuo aprendendo a cada dia que se passa. Muito obrigado por ter acreditado em mim e em minha competência, mesmo quando muitos não me deram a devida credibilidade e oportunidade.

Agradeço a todos aqueles que de certa forma fizeram e fazem parte de minha vida e espero do fundo de meu coração poder viver para retribuir a tudo e a todos.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo fornecimento da bolsa de estudos, a qual me possibilitou dedicação exclusiva e aproveitamento pleno do curso.

Agradeço à Fundação Araucária e ao Conselho Nacional Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelos subsídios financeiros fornecidos para a realização do projeto.

Nascimento, MA. **Efeito da frequência do treinamento com pesos, destreinamento e retreinamento sobre a força muscular, composição corporal e perfil metabólico de mulheres idosas.** 2015. 165 f. Tese (Doutorado em Educação Física) – Centro de Educação Física e Esporte. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.

## RESUMO

**Objetivos:** Analisar o efeito de treinamento com pesos (TP) em diferentes frequências semanais, seguido de destreinamento e retreinamento sobre a força muscular, composição corporal, perfil lipídico, metabólico e hormonal em mulheres idosas. Metodologia: Estudo longitudinal, estruturado em quatro momentos: linha de base (M1); após 12 semanas de TP (M2); após 12 semanas de destreinamento (M3); após 12 semanas de retreinamento com TP (M4). Medidas antropométricas (massa corporal e estatura), composição corporal (massa de gordura, massa livre de gordura, água corporal total [ACT] e suas frações intracelular [ACI] e extracelular [ACE]), força muscular (testes de 1-RM), ingestão energética e de macronutrientes (proteínas, gorduras e carboidratos) e bioquímica sanguínea (glicose, perfil lipídico [colesterol total, HDL-C, LDL-C, triglicerídeos], testosterona, proteína C-reativa [PCR]) foram obtidas em todos os momentos do estudo. As participantes foram aleatorizadas em dois grupos: grupo G2x = composto por idosas que executaram TP duas vezes por semana (Terças e Quintas-feiras) e grupo G3x = composto por idosas que executaram o mesmo programa de TP três vezes por semana (Segundas, Quartas e Sextas-feiras). O programa de TP foi composto por oito exercícios, executados em única série de 10 a 15 repetições, com intervalos de 1 a 2 min entre os exercícios. O mesmo protocolo de TP foi executado em ambas as etapas (treinamento e retreinamento). **Resultados:** Doze semanas de TP resultaram em aumentos significantes ( $P < 0,05$ ) da força muscular de membros superiores (G3x = +31% vs. G2x = +17%) e inferiores (G3x = +16% vs. G2x = +18%); melhoria da qualidade muscular (G3x = +24% vs. G2x = +17%); ganhos de massa livre de gordura (G3x = +1,2% vs. G2x = +0,9%), redução da gordura corporal relativa (G3x = -2,4% vs. G2x = -2,4%), da glicose (G3x = -8% vs. G2x = -6%), do colesterol total (G3x = -11% vs. G2x = -9%), da LDL-C (G3x = -13% vs. G2x = -9%), PCR (G3x = -20% vs. G2x = -33%), sem modificações nos níveis de testosterona e hidratação (ACT, ACE, ACI) ( $P > 0,05$ ). Por outro lado, 12 semanas de destreinamento não foram suficientes para eliminar a maioria dos efeitos provocados pelo TP, embora as seguintes modificações tenham sido observadas: redução na massa livre de gordura (G3x = -1,4% vs. G2x = -2,2%); aumento da gordura corporal relativa (G3x = +3% vs. G2x = +2%); redução da ACT (G3x = -5% vs. G2x = -8%), ACE (G3x = -2% vs. G2x = -8%) e ACI (G3x = -7% vs. G2x = -8%); redução da força muscular (G3x = -10% vs. G2x = -12%); aumento da glicose (G3x = +10% vs. G2x = +6%), dos triglicerídeos (G3x = +40% vs. G2x = +20%) e da LDL-C (G3x = +31% vs. G2x = +10%). A testosterona diminuiu (G3x = -33% vs. G2x = -21%). PCR, HDL-C e colesterol total não sofreram alterações com o destreinamento. Com o retreinamento as modificações encontradas foram as seguintes: aumento da massa livre de gordura (G3x = +1,2% vs. G2x = +2%); incremento da força muscular de membros superiores (G3x = +7% vs. G2x = +7%) e inferiores (G3x = +11% vs. G2x = +9%); melhoria da qualidade muscular (G3x = +5% vs. G2x = +11%); redução da gordura

corporal relativa (G3x = -2.2 vs. G2x = -2.8%), da glicose (G3x = -2% vs. G2x = -6%), da LDL-C (G3x = -13% vs. G2x = -15%) e dos triglicerídeos (G3x = -24% vs. G2x = -17%). A testosterona aumentou em ambos os grupos (G3x = +14% vs. G2x = +8%). A hidratação não sofreu alterações. **Conclusões:** a) O TP com uma maior frequência semanal (3x vs. 2x por semana) promove maiores aumentos na força muscular de membros superiores. Uma frequência de 2-3 sessões semanais ao TP proporciona modificações positivas e similares na composição corporal e no perfil lipídico, metabólico e hormonal de idosas; b) 12 semanas de destreinoamento provoca perda de parte das adaptações promovidas pela prática do TP por igual período, embora uma maior retenção dos ganhos tenha sido mais evidenciada na força muscular; c) Um período de 12 semanas de retraining reestabeleceu a maioria das modificações causadas pelo destreinoamento, embora a magnitude das modificações sejam inferiores as alcançadas nas primeiras 12 semanas de TP, o que pode ser explicado em parte pelos diferentes níveis de treinabilidade das participantes na primeira etapa da intervenção quando eram não treinadas e na segunda etapa quando eram destreinadas. Enquanto mensagem prática, os resultados deste estudo demonstram a efetividade do TP para mulheres idosas e, sobretudo, a importância da manutenção da prática para a preservação das adaptações positivas acarretadas pelo treinamento. Adicionalmente, embora uma frequência maior ao TP produza maiores benefícios para algumas variáveis, no contexto geral uma frequência de duas sessões semanais parece ser suficiente para melhorar indicadores de saúde em mulheres idosas.

**Palavras-chave:** Envelhecimento. Exercício resistido. Tecido adiposo. Agentes anabólicos. Inflamação.

Nascimento, MA. **Effect of resistance training frequency, detraining, and retraining on muscular strength, body composition, and metabolic profile of older women.** 2015. 165 f. Thesis (Doctoral degree in Physical Education). Center of Physical Education and Sport. Londrina State University, Londrina, 2015.

## ABSTRACT

**Objectives:** To analyze the effect of resistance training (RT) in different weekly frequencies, followed by detraining and retraining on muscular strength, body composition, lipid, metabolic, and hormonal profiles in older women. **Methods:** Longitudinal study, structured in four moments: baseline (M1); after 12 weeks of RT (M2); after 12 weeks of detraining (M3); after 12 weeks of retraining (M4). Anthropometric (body mass, and height), body composition (fat mass, relative fat mass [%fat], fat-free mass [FFM], total body water [TBW], intracellular fluid [ICF], and extracellular fluid [ECF], muscular strength (1RM tests), energy intake and macronutrients (proteins, lipids, and carbohydrates), fasting glucose, lipid profile (total cholesterol, HDL-C, LDL-C, triglycerides), testosterone, C-reactive protein (CRP) were performed in all the moments. Participants were randomized in two groups: G2x = composed of older women who performed RT twice a week (Tuesdays and Thursdays), and G3x = composed of older women who performed RT three times a week (Mondays, Wednesdays, and Fridays). RT program was comprised by eight exercises, performed in one set of 10-15 repetitions, with 1-2 min rest interval between exercises. The same RT protocol was executed in both phases (training and retraining). **Results:** Twelve weeks of RT resulted in significant augments ( $P < 0.05$ ) on muscular strength of upper (G3x = +31% vs. G2x = +17%), and lower limbs (G3x = +16% vs. G2x = +18%); improvement on muscle quality (G3x = +24% vs. G2x = +17%); gains in FFM (G3x = +1.2% vs. G2x = +0.9%), reduction of %fat (G3x = -2.4% vs. G2x = -2.4%), fasting glucose (G3x = -8% vs. G2x = -6%), total cholesterol (G3x = -11% vs. G2x = -9%), LDL-C (G3x = -13% vs. G2x = -9%), CRP (G3x = -20% vs. G2x = -33%), without alterations in testosterone, and hydration (TBW, ICF, and ECF) ( $P > 0.05$ ). On the other hand, 12 weeks of detraining were not sufficient to eliminate the major effects produced by RT, although the following changes have been observed: reduction of FFM (G3x = -1.4% vs. G2x = -2.2%); increase in %fat (G3x = +3% vs. G2x = +2%); reduction of TBW (G3x = -5% vs. G2x = -8%), ECF (G3x = -2% vs. G2x = -8%), and ICF (G3x = -7% vs. G2x = -8%); reductions in muscular strength (G3x = -10% vs. G2x = -12%); augments in fasting glucose (G3x = +10% vs. G2x = +6%), triglycerides (G3x = +40% vs. G2x = +20%), and LDL-C (G3x = +31% vs. G2x = +10%). Testosterone decreased (G3x = -33% vs. G2x = -21%). CRP, HDL-C, and total cholesterol did not change after detraining. Retraining provided the following alterations: augments in FFM (G3x = +1.2% vs. G2x = +2%); increase in upper (G3x = +7% vs. G2x = +7%) and lower limb muscular strength (G3x = +11% vs. G2x = +9%); improvement in muscle quality (G3x = +5% vs. G2x = +11%); reduction of %fat (G3x = -2.2 vs. G2x = -2.8%), fasting glucose (G3x = -2% vs. G2x = -6%), LDL-C (G3x = -13% vs. G2x = -15%), and triglycerides (G3x = -24% vs. G2x = -17%). Testosterone increased in both groups (G3x = +14% vs. G2x = +8%), except for hydration. **Conclusions:** a) RT with greater weekly frequency (three vs. two times a week) promotes greater augments in upper limb muscular strength. A RT frequency of 2-3 times a week induce positive and similar

changes in body composition, and lipid, metabolic, and hormonal profiles in older women; b) Twelve weeks of detraining promote losses in part of the adaptations provided by RT with similar length, although a greater retention of gains has been more pronounced in muscular strength; c) A period of 12 weeks of retraining reestablished most of the alterations caused by detraining, although the magnitude of changes has been inferior to those achieved in the first 12 weeks of RT, which can partially be explained by the different levels of trainability of the participants in the first phase of the intervention, when they were untrained, and in the second phase when they were detrained. As a practice message, results of this study show the effectiveness of RT for older women, and, especially, the importance of always being engaged in RT programs, in order to preserve the positive adaptations provided by the training. In addition, although a greater weekly frequency of RT produces greater benefits for some variables, two weekly sessions seem to be sufficient to improve health indicators in older women.

**Keywords:** Aging. Resistance exercises. Adipose tissue. Anabolic agents. Inflammation.

## LISTA DE SIGLAS

ACE = água corporal extracelular

ACI = água corporal intracelular

ACT = água corporal total

ANOVA = análise de variância

BIS = bioimpedância elétrica espectral

DEXA = absorptometria radiológica de dupla energia

dL = decilitros

IGF-1 = fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1

IMC = índice de massa corporal

G2x = grupo que executou o programa de TP duas vezes por semana

G3x = grupo que executou o programa de TP três vezes por semana

HDL-C = lipoproteína de alta densidade

h = horas

IGF-1 = fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1

Kg = quilogramas

LDL-C = lipoproteína de baixa densidade

mg = miligramas

mL = mililitros

mm = milímetros

ng = nanogramas

M1 = momento 1 (pré-treinamento)

M2 = momento 2 (após 12 semanas de treinamento)

M3 = momento 3 (após 12 semanas de destreinamento)

M4 = momento 4 (após 12 semanas de retreinamento)

MLG = massa livre de gordura

PCR = proteína C-reativa

rpm = rotações por minuto

TP = treinamento com pesos

1RM = uma repetição máxima

TE = tamanho do efeito

%gord = gordura corporal relativa

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Delineamento experimental.....	41
<b>Figura 2</b> – Fluxograma do estudo.....	45
<b>Figura 3</b> – Fotos dos exercícios executados no programa de treinamento com pesos durante o treinamento e retreinamento .....	51
<b>Artigo 1</b>	
<b>Figura 1</b> – Representação esquemática do recrutamento e alocação das participantes.....	57
<b>Figura 2</b> – Força muscular dos grupos (G2x, n = 26 vs. G3x, n = 26) nos exercícios supino em banco vertical (painel A), cadeira extensora (painel B) e qualidade muscular (soma dos valores médios de 1RM nos exercícios supino em banco vertical e cadeira extensora, divididos pela massa livre de gordura (painel C) pré e pós-treinamento.....	68
<b>Figura 3</b> – Carga de treino (kg) dos grupos durante a intervenção (G2x, n = 26 vs. G3x, n = 26).....	69
<b>Artigo 2</b>	
<b>Figura 1</b> – Representação esquemática do recrutamento e alocação das participantes.....	88
<b>Figura 2</b> – Delineamento experimental do estudo .....	89
<b>Figura 3</b> – Força muscular (em kg) dos grupos (G2x, n = 21 vs. G3x, n = 24) nos exercícios supino em banco vertical e cadeira extensora nos diferentes momentos do estudo .....	99
<b>Artigo 3</b>	
<b>Figura 1</b> – Representação esquemática do recrutamento e alocação das participantes.....	114
<b>Figura 2</b> – Força muscular (em kg) nos exercícios supino em banco vertical, cadeira extensora e qualidade muscular dos grupos (G2x, n = 17 vs. G3x, n = 23) nos diferentes momentos do estudo .....	123
<b>Figura 3</b> – Carga de treino (kg) dos grupos durante a intervenção (G2x, n = 17 vs. G3x, n = 23 .....	124

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Programa de treinamento com pesos executado por ambos os grupos (G2x e G3x).....	51
<b>Artigo 1</b>	
<b>Tabela 1</b> – Características gerais dos grupos no pré-treinamento.....	64
<b>Tabela 2</b> – Ingestão energética e de macronutrientes dos grupos pré e pós-treinamento.....	65
<b>Tabela 3</b> – Componentes da composição corporal pré e pós-treinamento em ambos os grupos (G2x, n = 26 vs. G3x, n = 26).....	66
<b>Tabela 4</b> – Perfil metabólico após 12 semanas de TP em ambos os grupos (G2x, n = 26 vs. G3x, n = 26) .....	71
<b>Tabela 5</b> – Classificação das participantes de ambos os grupos de acordo com os pontos de corte pré-estabelecidos para cada um dos componentes do perfil metabólico pré e pós-treinamento.....	74
<b>Artigo 2</b>	
<b>Tabela 1</b> – Medidas antropométricas e de composição corporal pré-treinamento, pós-treinamento e destreinamento em mulheres idosas (G2x, n = 21 vs. G3x, n = 24).....	97
<b>Tabela 2</b> – Perfil metabólico ao longo de toda a intervenção para ambos os grupos (G2x, n = 21 vs. G3x, n = 24 .....	101
<b>Tabela 3</b> – Ingestão energética e de macronutrientes dos grupos ao longo do experimento (G2x, n = 21 vs. G3x, n = 24.....	103
<b>Artigo 3</b>	
<b>Tabela 1</b> – Medidas antropométricas e de composição corporal ao longo de toda a intervenção em mulheres idosas (G2x, n = 17 vs. G3x, n = 23).....	121
<b>Tabela 2</b> – Perfil metabólico dos grupos ao longo da intervenção (G2x, n = 17 vs. G3x, n = 23).....	125
<b>Tabela 3</b> – Ingestão energética e de macronutrientes dos grupos ao longo da intervenção (G2x, n = 17 vs. G3x, n = 23 .....	127

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>19</b>
2.1	FORÇA MUSCULAR E COMPOSIÇÃO CORPORAL DURANTE O ENVELHECIMENTO.....	19
2.2	TREINAMENTO COM PESOS E ADAPTAÇÕES NA FORÇA MUSCULAR E COMPOSIÇÃO CORPORAL E IDOSOS.....	23
2.3	TREINAMENTO COM PESOS E ADAPTAÇÕES METABÓLICAS E HORMONAIS DE IDOSOS.....	31
2.4	EFEITOS DE DIFERENTES FREQUÊNCIAS SEMANAIS AO TREINAMENTO COM PESOS EM IDOSAS.....	35
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>39</b>
<b>4</b>	<b>MÉTODOS</b> .....	<b>40</b>
4.1	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL .....	40
4.2	PARTICIPANTES.....	42
4.3	MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS .....	45
4.4	COMPOSIÇÃO CORPORAL .....	46
4.4.1	Absortometria Radiológica de Dupla Energia .....	47
4.4.2	Bioimpedância Elétrica Espectral .....	47
4.5	INDICADORES DE FORÇA MUSCULAR.....	47
4.5.1	Força Muscular .....	47
4.5.2	Carga de Treino.....	48
4.6	INGESTÃO ENERGÉTICA.....	49
4.7	PERFIL METABÓLICO .....	49
4.8	PROGRAMAS DE TREINAMENTO COM PESOS (TREINAMENTO E RETREINAMENTO) .....	50
4.9	DESTREINAMENTO.....	52
4.10	TRATAMENTO ESTATÍSTICO.....	52

<b>5</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>54</b>
5.1	ARTIGO 1 COMPARAÇÃO DE DUAS FREQUÊNCIAS SEMANAIS DE TREINAMENTO COM PESOS SOBRE A FORÇA MUSCULAR, QUALIDADE MUSCULAR, COMPOSIÇÃO CORPORAL E PERFIL METABÓLICO DE MULHERES IDOSAS .....	54
5.2	ARTIGO 2 EFEITO DA FREQUÊNCIA DE TREINAMENTO COM PESOS NA RETENÇÃO DA FORÇA MUSCULAR, COMPOSIÇÃO CORPORAL E PERFIL METABÓLICO DE MULHERES IDOSAS APÓS DESTREINAMENTO.....	84
5.3	ARTIGO 3 E EFEITO DA FREQUÊNCIA DE TREINAMENTO COM PESOS NO REGANHO DA FORÇA MUSCULAR, QUALIDADE MUSCULAR, COMPOSIÇÃO CORPORAL E PERFIL METABÓLICO DE MULHERES IDOSAS .....	110
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>133</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>136</b>
	<b>APÊNDICES.....</b>	<b>152</b>
	APÊNDICE A – Entrevista – Projeto das Idosas .....	153
	APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido .....	155
	APÊNDICE C – Ficha de Registro Alimentar .....	157
	APÊNDICE D – Ficha de Treinamento com Pesos .....	159
	<b>ANEXO.....</b>	<b>160</b>
	ANEXO A – Carta de Aprovação do Projeto pelo Comitê de Ética .....	161

## 1 INTRODUÇÃO

O processo natural de envelhecimento está atrelado a inúmeras modificações nos diferentes sistemas biológicos, tais como: aumento na quantidade de gordura corporal (1); redução da massa muscular (2), do conteúdo e densidade mineral óssea (3); declínio na capacidade de desenvolver força e potência muscular (4); redução da aptidão cardiorrespiratória (5), flexibilidade (6) e, conseqüentemente, perda da independência funcional (7, 8).

Em relação à força muscular, a redução ocorre gradativamente até por volta dos 50 anos de idade e de forma mais acentuada a partir daí, podendo resultar em perdas na ordem de 12-15% a cada década (9), atingindo, portanto, em alguns casos, reduções próximas de 50% na nona década de vida (10). Desse modo, a perda de força muscular pode trazer importantes conseqüências negativas para a autonomia funcional do indivíduo idoso, como a diminuição na velocidade de caminhada (11), aumento na dificuldade em subir escadas, transportar objetos, levantar-se da cadeira, além de comprometimento do equilíbrio, reduzindo a autonomia e a autoestima (12, 13).

Adicionalmente, a perda nos níveis de força muscular pode acarretar aumento anual nas taxas de incidência de quedas e conseqüentes fraturas (14, 15). Aproximadamente 30% dos indivíduos com mais de 65 anos de idade sofrem pelo menos uma queda por ano (16, 17), desencadeando prejuízos físico e psicológico, além de gerar um importante aumento nos custos com cuidados de saúde, expressos pela utilização de serviços especializados e aumento de internações hospitalares (18).

Por outro lado, no que tange às modificações nos diferentes componentes da composição corporal, incrementos do tecido adiposo estão associados a diversas disfunções orgânicas, tais como o diabetes tipo 2 (19), dislipidemia, aumento da resistência à insulina, intolerância à glicose e hipertensão arterial (20, 21). Aumentos na massa gorda podem ainda prejudicar a capacidade funcional de idosos (22), bem como aumentar a chance de desenvolvimento de doenças cardiovasculares (23). Há também indicativos de que maiores quantidades de conteúdo lipídico intramuscular estão associadas a menores níveis de força muscular e, conseqüentemente, maiores riscos de futuras limitações na mobilidade (24).

Não obstante, a perda da massa muscular, ao longo dos anos, denominada de sarcopenia, tem sido associada à redução do conteúdo mineral ósseo, da taxa metabólica basal (25), ao aumento no risco de quedas e no número de fraturas (26), tornando o indivíduo frágil e debilitado (27, 28). Um indivíduo, ao envelhecer, pode sofrer redução da massa muscular na ordem de 5% a cada década de vida, a partir dos 40 anos de idade, sendo que, após os 65 anos, este declínio pode acentuar-se consideravelmente, atingindo principalmente os membros inferiores, chegando a um total de até 40% quando comparado com a massa muscular do indivíduo jovem (29).

Todavia, embora o processo de envelhecimento acarrete diversas alterações no sistema orgânico, as quais podem ter um impacto negativo, sobretudo, na saúde e qualidade de vida, indivíduos que, ao longo de toda sua vida, adotam hábitos de vida saudáveis e um estilo de vida fisicamente ativo, podem atenuar, em grande parte, a queda de desempenho funcional associada a este fenômeno (30, 31). De fato, existem fortes indicativos de que a participação da população idosa em programas de exercícios físicos pode contribuir positivamente para um envelhecimento mais saudável (32, 33).

Neste sentido, na tentativa de reverter ou ao menos amenizar as modificações resultantes do processo de envelhecimento, pesquisas envolvendo programas de exercícios físicos de diferentes naturezas, acompanhados ou não por intervenções farmacológicas, têm sido realizadas com o intuito de verificar quais os possíveis benefícios atrelados a essas intervenções. Dentre os exercícios físicos de diferentes naturezas, a prática sistematizada de programas de treinamento com pesos (TP), especialmente em populações idosas, tem demonstrado grande potencial para o aumento da força muscular (34), equilíbrio (35), flexibilidade, autonomia funcional (36), potência, resistência muscular (37, 38), redução dos níveis de pressão arterial (39, 40), modificações na composição corporal, como por exemplo, aumentos na massa corporal magra (41-43) e densidade mineral óssea (44, 45), reduções na quantidade de gordura corporal (42, 43), além de alterações positivas no perfil lipídico (46).

Acredita-se, portanto, que muitas das limitações funcionais decorrentes do processo de envelhecimento poderiam ser atenuadas ou até mesmo prevenidas, simplesmente pelo envolvimento de indivíduos idosos com a prática regular de TP (47). Neste sentido, o Colégio Americano de Medicina do Esporte,

tem, ao longo dos últimos anos, buscado analisar de forma crítica as diversas informações disponíveis na literatura envolvendo a prática de TP em populações idosas, com o objetivo de fornecer um corpo de conhecimento capaz de dar suporte à correta orientação sobre a estruturação e prescrição dessa modalidade de exercício físico. Em um primeiro momento, houve a divulgação de um posicionamento padrão intitulado "Exercício e Atividade Física para Adultos Idosos", no qual foi recomendada a prática de programas de TP em idosos a uma frequência mínima de duas vezes por semana, contemplando de oito a dez exercícios para os principais grupos musculares, com oito a doze repetições cada, de moderada à alta intensidade (47).

Posteriormente, dois posicionamentos padrão mais atualizados foram disponibilizados, contendo informações complementares e mais específicas, tais como número de séries para cada exercício, intervalo de recuperação e velocidade de execução dos movimentos e a recomendação sobre o número de sessões semanais sofreu ajustes, o qual passou a ser de duas a três vezes por semana e o número de repetições foi alterado de acordo com cada objetivo (aumento de força muscular e hipertrofia, e/ou de resistência muscular) (30, 31). Entretanto, apesar do valioso esforço de entidades como o Colégio Americano de Medicina do Esporte na busca por uma recomendação mais adequada de um programa de TP para indivíduos idosos, as informações ainda não estão totalmente consolidadas, tendo em vista que um programa de TP possui inúmeras variáveis, as quais, dependendo da forma de estruturação, podem influenciar os resultados.

Dessa forma, pesquisas têm buscado manipular as diversas variáveis inerentes a um protocolo de TP, tais como diferentes intervalos de recuperação (48, 49), intensidades (50-53), volumes de exercícios (54), ordem de execução dos exercícios (55), número de séries (56), modelos de periodização (57, 58) e, também, diferentes frequências semanais (59-62) e os resultados têm apresentado consideráveis divergências. Dentre estas variáveis, a frequência semanal merece ser destacada pelo fato de que o número de vezes em que o indivíduo se submete a um programa de TP pode impactar em sua aderência, tendo em vista que um maior número de sessões de treinamento a ser realizado gera maior dispêndio de tempo por parte do praticante e maior custo (59).

Até o presente momento apenas quatro estudos mais recentes estão disponíveis na literatura sobre o impacto de diferentes frequências semanais em

idosos (59-62). Os resultados produzidos apontam respostas semelhantes na densidade mineral óssea e força muscular quando comparadas frequências de uma e duas vezes por semana (59, 61) e na força muscular, na comparação entre frequências semanais de duas e três vezes (60). Somente um estudo demonstrou que a execução de um programa de TP com maior volume (frequência semanal) proporciona maiores aumentos na força muscular e capacidade funcional em idosas (62).

Por outro lado, estudos mais atuais têm procurado analisar o efeito da manipulação das variáveis de um programa de TP, com períodos de destreino subsequentes, sobre desfechos de maior impacto para a saúde do idoso (força muscular máxima, capacidade funcional, flexibilidade, pressão arterial, composição corporal, entre outras) (15, 63-66). Investigações dessa natureza são relevantes, uma vez que permitem análise do que pode ocorrer com o indivíduo idoso quando da interrupção do TP. Nesse sentido, os achados indicam que períodos de destreino com duração de apenas quatro semanas já são suficientes para promover significativa redução de força e potência muscular (15), bem como reduções na área de secção transversa da musculatura esquelética e capacidade funcional (64).

Entretanto, apesar das iniciativas do Colégio Americano de Medicina do Esporte e dos pesquisadores de uma maneira geral, até o presente momento nenhum estudo se propôs a analisar o efeito do TP executado em diferentes frequências semanais, seguido de períodos de destreino e posterior retreino. O que existe, de fato, são duas investigações que analisaram o impacto de períodos de treinamento e retreino, todavia, sem variação no volume de treinamento (67, 68). Portanto, investigações sobre o efeito do TP, executado em diferentes frequências semanais, destreino e retreino podem colaborar na tomada de decisão para a prescrição mais adequada de protocolos de treinamento para idosos.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 FORÇA MUSCULAR E COMPOSIÇÃO CORPORAL DURANTE O ENVELHECIMENTO

A Organização Mundial da Saúde (69) aponta que em 1988 existiam aproximadamente 390 milhões de pessoas, em âmbito mundial, acima de 65 anos e estima-se que em 2025 essa população seja duas vezes maior, sendo que o Brasil, especificamente no ano de 2025, será o sexto país do mundo com o maior número de pessoas idosas (70, 71). Embora o crescimento da população idosa mundial seja um importante indicativo da melhoria da qualidade de vida, sabe-se que o processo de envelhecimento está atrelado a reduções importantes em inúmeras capacidades físicas, que culminam no declínio da capacidade funcional e na independência do idoso (72).

Dessa forma, a incidência de doenças crônico-degenerativas, incluindo doenças do sistema muscular e esquelético também tem crescido (38) e pesquisas têm apontado que muitas das modificações decorrentes do envelhecimento, como por exemplo, a redução na mobilidade e aptidão física, estão associadas à perda da força e massa muscular e aumento na quantidade de gordura corporal (24, 73).

Neste sentido, a força muscular, definida como a quantidade máxima de força que um músculo ou grupo muscular pode gerar em um padrão específico de movimento realizado em dada velocidade (74), passou a ser considerada, nas últimas décadas, um componente fundamental da aptidão física voltado para a manutenção da qualidade de vida, especialmente em idosos, fazendo parte da maioria dos programas de exercícios físicos recomendados para a promoção da saúde (21, 75).

A força muscular alcança seus valores máximos, em geral, por volta da segunda e terceira décadas de vida (76), reduz imperceptivelmente até os 50 anos e então tende a sofrer reduções de 12% a 15% a cada década (9). Frontera et al. (2), por exemplo, observaram um declínio anual da força muscular na ordem de 1,4 a 2,5% de acordo com o grupo muscular testado e a velocidade angular utilizada, o que confirma achados anteriores, que têm relatado declínios anuais na ordem de 1,4 a 5,4% (77, 78).

Vale destacar que menores quantidades de força muscular podem estar associadas à dificuldade de realização de atividades da vida diária de idosos, tais como subir degraus, tomar banho, vestir-se, deslocar-se para diferentes locais, além da maior incidência de quedas, as quais ocupam o terceiro lugar nas taxas de mortalidade causadas por agentes externos e o primeiro lugar entre as causas de internações, totalizando 56% das internações hospitalares (79).

Assim, as investigações sobre as possíveis causas da redução da força muscular ao longo dos anos têm indicado três possíveis mecanismos associados a este fenômeno, a saber: (1) Muscular: hipotrofia muscular acarretada, especialmente, pela diminuição no número e no tamanho de fibras musculares do tipo II (80), com alteração na contratilidade muscular ou do nível enzimático; (2) Neurológico: diminuição do número de unidades motoras, mudanças no sistema nervoso ou alterações endócrinas, as quais desencadeiam redução da massa muscular; e (3) Ambiental: redução do nível de atividade física habitual, alimentação inadequada ou presença de doenças (5, 81).

No que diz respeito à composição corporal, sua análise em diferentes populações tem sido uma área de grande interesse de pesquisadores e profissionais, sobretudo, das áreas de saúde pública, por ser essa uma variável da aptidão física relacionada à saúde que muito se associa à qualidade de vida dos indivíduos em diferentes faixas etárias.

A população idosa, por sua vez, parece ser uma das mais afetadas com relação às modificações na composição corporal, por sofrer uma grande influência do processo de envelhecimento. Entre as principais modificações observadas na composição corporal de idosos destacam-se redução progressiva da massa corporal magra, incrementos na quantidade de gordura corporal e diminuição da densidade mineral óssea (82), processos que podem ter importantes implicações na saúde e na capacidade funcional de idosos (83).

Dessa forma, a sarcopenia, fenômeno caracterizado pelo declínio substancial da massa muscular, pode proporcionar maior risco para quedas, fraturas, incapacidade, dependência, hospitalização recorrente e mortalidade (29). A sarcopenia, atualmente, possui importante contribuição no aumento dos custos de saúde pública (84, 85), tendo em vista o aumento do número de internações (86) e da quantidade de medicamentos necessários ao tratamento e prevenção de enfermidades (87). Há indicativos de que a sarcopenia esteja associada de três a

quatro vezes com o aumento da incapacidade funcional, independente da idade, sexo, obesidade, etnia, nível socioeconômico e morbidade crônica (88). Há ainda indicativos de que indivíduos sarcopênicos possuem mais limitações físicas do que aqueles considerados normais, no tocante ao volume muscular (26).

Além disso, as potenciais consequências da redução de massa muscular decorrente do processo de envelhecimento são diversas, incluindo redução dos níveis de força e potência muscular, redução da taxa metabólica de repouso e redução da capacidade de oxidação lipídica. Diversas doenças podem estar associadas à sarcopenia, dentre as quais destacam-se a doença pulmonar obstrutiva crônica, câncer, insuficiência renal crônica, infecções, diabetes tipo 2, infarto, insuficiência cardíaca congestiva, osteoartrite (88-90) e, mais recentemente, a obesidade sarcopênica, definida como a perda da massa muscular e concomitante aumento da quantidade de gordura corporal (91, 92).

Embora a etiologia da sarcopenia ainda não esteja totalmente esclarecida, existem possíveis mecanismos que induzem este processo, entre eles a perda de alguns neurônios motores na coluna vertebral, falha endógena de alguns hormônios, redução da atividade física e ingestão inadequada de proteínas (93).

Um grupo de pesquisadores examinou a prevalência de sarcopenia em homens e mulheres idosas brancas e constatou que o seu aparecimento aumenta de 13-24% nos sujeitos abaixo de 70 anos de idade. Além disso, os autores verificaram que a massa muscular diminui progressivamente após a segunda década de vida, em ambos os sexos (88).

Vale ressaltar que a redução média da massa corporal magra é de aproximadamente 40% entre os 20 e 60 anos de idade. Entretanto, essa redução varia em torno de 10% até os 50 anos, sendo que, nos anos subsequentes ocorre o aumento de sua magnitude (10). Além disso, indivíduos idosos geralmente tornam-se menos ativos ao longo dos anos, acentuando ainda mais a perda muscular e a prevalência de incapacidade física (94). Segundo Hallal et al. (95), de um total de 183 mulheres entrevistadas, com idades entre 60 e 69 anos, 43,2% foram consideradas insuficientemente ativas, sendo que com o avançar da idade esses valores foram ainda superiores, chegando a 69,1% nas mulheres com mais de 70 anos de idade.

Por outro lado, sabe-se que mulheres que praticam exercícios físicos ao longo dos seus anos de vida podem ser consideradas de 20 a 30 anos mais

jovens, em termos fisiológicos, comparadas aos seus pares sedentários (96) e que, o aumento dos níveis de atividade física habitual pode proporcionar aumento na expectativa de vida de idosas (97). Uma pesquisa (98), ao analisar a relação entre a quantidade de massa muscular e o nível de atividade física, verificou que mulheres pós-menopausadas, com idades entre 45 e 62 anos, que possuíam maior nível de atividade física habitual apresentavam menores perdas de massa muscular após três anos de acompanhamento.

Portanto, tendo em vista que o nível de atividade física de uma pessoa pode contribuir em até 60% para o gasto energético total e o fato da diminuição da massa muscular ocasionar redução de aproximadamente 5% no metabolismo, a sarcopenia, quando associada ao sedentarismo, passa a ter forte contribuição para o aumento na quantidade de gordura corporal, devido ao consequente superávit de calorias (20).

Existem outras modificações consideráveis nos componentes corporais, referentes às alterações internas, que também afetam o organismo com o envelhecimento, tais como a quantidade de gordura corporal, particularmente a de tronco, a qual geralmente sofre um aumento considerável a partir dos 45 anos de idade (99), apresentando redução após os 70 anos (100). Esse aumento da deposição de gordura corporal, especialmente na região abdominal, está associado diretamente à prevalência de morbidade por distúrbios metabólicos (101) e doenças cardiovasculares em indivíduos idosos (102).

Outra alteração que ocorre na composição corporal, com o processo de envelhecimento, é a diminuição do conteúdo mineral ósseo, que por sua vez, acarreta aumento da incidência de fraturas em idosos, acompanhada pela elevação da prevalência dos sintomas da osteoporose, que só surgem quando a perda óssea já é bastante acentuada. A osteoporose é caracterizada por uma diminuição igual ou acima de 2,5 desvios padrões da densidade mineral óssea em relação à densidade mineral óssea da população jovem, que por sua vez, acomete aproximadamente dez milhões de brasileiros, constituindo-se de um problema de saúde pública de grande extensibilidade (103).

O desenvolvimento da osteoporose pode estar relacionado a vários fatores de risco, tais como: baixa massa corporal, raça branca, sexo feminino, idade avançada, hábito de fumar, baixa ingestão de cálcio, sedentarismo, menopausa precoce e histórico materno de fratura do colo femoral (104). Algumas investigações

têm relatado a existência de uma relação entre a densidade mineral óssea e alguns componentes da composição corporal, sobretudo com a massa corporal total e massa muscular (105), bem como com a massa gorda (106). O tecido adiposo, por exemplo, parece auxiliar na inibição da perda óssea, em que se combinam fatores hormonais, tais como estrógeno sérico e níveis de leptina, para induzir a diferenciação de osteoblastos na medula, facilitando a formação óssea e a ação mecânica exercida pela gordura corporal no tecido ósseo. A massa corporal magra, por sua vez, estaria relacionada à intensificação da força muscular e estimulação da remodelagem óssea nos locais pressionados pelo músculo (107).

## 2.2 TREINAMENTO COM PESOS E ADAPTAÇÕES NA FORÇA MUSCULAR E COMPOSIÇÃO CORPORAL DE IDOSOS

Devido às inúmeras modificações provenientes do envelhecimento nos sistemas biológicos do organismo humano, além do impacto sobre variáveis psicológicas, comportamentais, cognitivas e sociais, pesquisas vêm sendo amplamente desenvolvidas, ao longo dos últimos anos, na tentativa de encontrar estratégias que mais bem se adequem ao combate contra tais efeitos deletérios e, dentre as diversas estratégias adotadas, a execução de programas de TP tem recebido considerável atenção, principalmente, pelas relevantes respostas positivas proporcionadas por esse tipo de exercício físico sobre a força muscular e composição corporal de idosos.

A literatura teve seu marco inicial na investigação de programas de TP em populações idosas em meados dos anos 90, quando um grupo de pesquisadores norte-americanos publicou um estudo com homens e mulheres acima de 86 anos de idade, os quais foram submetidos a oito semanas de TP de alta intensidade e os resultados apontaram aumentos na força muscular na ordem de 174% e de 9% na área de secção transversa da coxa (108). A partir daí, diversos outros estudos vêm sendo realizados e os achados têm apontado que a prática sistematizada de programas de TP possui como uma das principais alterações aumentos na força muscular, os quais podem variar de 8-85% (75, 109-112) e chegar até mesmo a incrementos na ordem de 227% (113).

Essa variação, em termos de aumentos na força muscular, deve-se, principalmente, ao tempo de duração da intervenção, o qual oscilou entre oito

semanas (114, 115) e 24 meses (109) e às características específicas de cada programa de TP, tais como o número de séries, de exercícios e de repetições, ordem de execução dos exercícios, intensidade do treinamento, tempo de intervalo entre séries e exercícios, tipos de exercícios físicos realizados durante a intervenção, além do TP e local de realização dos treinamentos). Há relatos, por exemplo, de que o fato de indivíduos idosos executarem o programa de TP em quatro locais diferentes, conseqüentemente em equipamentos distintos, pode resultar em diferentes intensidades (carga utilizada em cada exercício) durante as sessões de treinamento (116).

Em relação ao número de exercícios realizados, Ferris et al. (117) apontam que os resultados referentes à força muscular de membros inferiores não apresentaram aumentos significantes, possivelmente pelo fato do programa de TP ter enfatizado mais os membros superiores (quatro exercícios) do que os inferiores (somente dois exercícios). Por outro lado, uma revisão sistemática realizada para identificar tendências comuns em termos de efeitos decorrentes da prática de programas de TP, levando em consideração a manipulação das variáveis relacionadas ao próprio programa elaborado, verificou que, de todas as variáveis revisadas (número de séries, frequência semanal, intensidade da carga, intervalos e ordem dos exercícios), somente para a intensidade da sobrecarga foram encontradas evidências permitindo afirmar que cargas maiores seriam mais eficazes para o aumento da força muscular em indivíduos idosos (118).

Além disso, as características físicas dos participantes em cada estudo, tais como a faixa etária, nível de treinabilidade antes do início da intervenção (sedentários ou fisicamente ativos), experiência prévia com a prática de TP, condições de saúde, utilização de medicamentos e ainda, número de indivíduos por grupo, falta de um grupo controle (110, 116, 117, 119), bem como a análise das informações sem distinção de gênero (75, 109, 119) podem, muitas vezes, dificultar a comparação entre os resultados.

A falta de controle do nível de atividade física pode também dificultar a interpretação dos resultados. Binder et al. (41), após nove meses de intervenção, verificaram aumentos significantes na força muscular do grupo treinamento e manutenção para o grupo controle. Entretanto, os autores comentam que o programa de exercícios de flexibilidade realizado pelo grupo controle, a uma frequência de duas a três vezes por semana, pode ter sido suficiente para influenciar

os resultados e que, portanto, a utilização de um grupo controle puro (sedentários) talvez tivesse proporcionado outro desfecho. Neste sentido, uma pesquisa encontrou, após 12 meses de intervenção, reduções significantes na força muscular na ordem de 22% de homens e mulheres idosos, que participaram do grupo controle, que por sua vez não foi submetido a nenhum tipo de exercício físico durante toda a investigação (120).

Outro aspecto importante, por exemplo, é a falta de informações detalhadas sobre a operacionalização dos testes e a ausência de aplicação de processos de familiarização aos testes utilizados para obtenção dos níveis de força muscular. Alguns estudos descrevem com detalhes quais os procedimentos adotados (tempo de intervalo entre as tentativas, número de tentativas realizadas em casa sessão, número de sessões de testagem, período de familiarização ao teste e aos exercícios) (110, 112, 119), enquanto outros simplesmente omitem ou não relatam detalhadamente tais informações (41, 43, 109, 117, 121), o que poderia interferir na qualidade dos resultados do teste, bem como na prescrição da intensidade do programa a ser realizado.

Um estudo (115), por exemplo, encontrou aumentos significantes na força muscular no grupo controle, composto por homens e mulheres idosos (60-80 anos de idade), na ordem de 4,7 e 7,9%, para membros superiores e inferiores, respectivamente. Dessa forma, pelo fato desses indivíduos não terem realizado nenhum tipo de exercício físico durante todo o período de duração do estudo (oito semanas), os autores sugerem a possibilidade de ter ocorrido efeito de aprendizagem sobre a técnica envolvida na sessão de testagem.

Neste sentido, um grupo de pesquisadores brasileiros (122) desenvolveu uma investigação com idosas saudáveis e sem experiência prévia com TP, no intuito de analisar o número de sessões de teste de força muscular, especificamente de uma repetição máxima (1RM), necessário para se estabelecer medidas consistentes e verificaram a necessidade de empregar de 2 a 3 sessões de testagem, o que por sua vez, reforça a importância de se empregar sessões de familiarização aos testes previamente à mensuração, efetivamente, da força muscular, na tentativa de se obter valores mais realistas e, posteriormente, detectar de forma mais precisa, as modificações neste componente após dado período de intervenção com TP.

A escolha dos exercícios a serem utilizados durante o teste de 1RM, para representarem os níveis de força muscular das principais regiões do corpo (tronco, membros superiores e inferiores) é outro aspecto relevante. Teixeira et al. (116) encontraram resultados na força muscular variando de 28%-77%, dependendo do exercício utilizado. Portanto, enquanto algumas pesquisas que optaram pelo exercício leg press, por exemplo, para representar os níveis de força muscular de membros inferiores, encontraram aumentos variando de 27-85%, outras, que utilizaram o exercício cadeira extensora, apresentaram resultados variando de 18-47%.

Possivelmente o número de articulações e a quantidade e tamanho dos grupamentos musculares envolvidos, especificamente para cada exercício, seria uma justificativa razoável para as diferenças entre os resultados, tendo em vista que, de maneira geral, existe uma relação diretamente proporcional entre a quantidade e tamanho dos grupamentos musculares e a produção de força muscular.

Dessa forma, diversas pesquisas foram desenvolvidas com o intuito de analisar o comportamento da força muscular em decorrência da prática de TP, especificamente em indivíduos adultos, indicando que os ganhos de força muscular nas fases iniciais desse tipo de programa são devidos principalmente a adaptações neurais, onde ocorre maior ativação muscular, melhor recrutamento das fibras musculares, maior frequência de disparos das unidades motoras da musculatura agonista e simultâneo decréscimo na coativação dos músculos antagonistas (123, 124). A partir daí, a hipertrofia muscular, por meio do aumento na área de secção transversa das fibras musculares do tipo I e II, passa a desempenhar maior contribuição para o desenvolvimento da força muscular (125).

Todavia, essas modificações não parecem ocorrer de maneira similar em idosos. Martel et al. (126) verificaram que, homens e mulheres adultos e idosos, após nove semanas de um mesmo programa de TP, apresentaram respostas hipertróficas distintas, demonstrando que idosos (homens e mulheres de 65-75 anos) parecem desenvolver a hipertrofia de fibras musculares do tipo I mais lentamente, quando comparados a adultos de ambos os sexos, de 20 a 30 anos de idade. Por outro lado, as mulheres idosas obtiveram, após a intervenção, um aumento de 49% na área de secção transversa das fibras musculares do tipo II, diferentemente do aumento que ocorreu para os homens e mulheres jovens, respectivamente (41% e 21%), bem como para os homens idosos (25%).

Esses resultados podem ter implicações clínicas importantes, em especial para populações idosas, tendo em vista que grande parte da perda da massa muscular decorrente do processo de envelhecimento é atribuída a reduções no número e tamanho das fibras musculares do tipo II, demonstrando, portanto, que a prática de programas de TP pode ser bastante efetiva para esse tipo de população.

Independentemente dos mecanismos responsáveis pelo aumento da força muscular, ou mesmo da sua magnitude de modificação após um período de intervenção, uma das informações mais relevantes é que, em indivíduos idosos, os incrementos na força muscular, decorrentes da prática de TP, podem proporcionar melhoria na velocidade de caminhada, na capacidade de equilíbrio (35) e na autonomia funcional de uma forma geral (36), resultando em melhor capacidade para a realização das atividades da vida diária e, conseqüentemente, mudança positiva na qualidade de vida (127).

No que diz respeito às modificações nos diferentes componentes da composição corporal, sabe-se que a manutenção de um ótimo volume muscular ao longo dos anos desempenha papel decisivo na prevenção de doenças crônicas, devido, principalmente, a uma menor necessidade de cuidados médicos (128-130). Neste sentido, inúmeras pesquisas envolvendo programas de TP e populações idosas vêm sendo desenvolvidas e, embora a sarcopenia seja considerada uma disfunção multifatorial, diversos autores apontam que a prática de exercícios físicos, em especial o TP, pode ser uma maneira bastante efetiva para melhorar a massa muscular e, conseqüentemente, a qualidade de vida de mulheres idosas pós-menopausadas (131, 132), tendo em vista que muitos fatores músculo-esqueléticos decorrentes da idade podem ser amenizados com a prática desse tipo de modalidade de exercício físico, corroborando a afirmação de que o sistema neuromuscular de idosos é altamente responsivo a esse tipo de exercício (133).

Embora as respostas na composição corporal apresentem-se de maneira mais modesta e discreta, quando comparadas à força muscular, algumas pesquisas têm, de fato, demonstrado aumentos significantes na massa corporal magra, variando de 0,7 kg a 12,09 kg (11, 41, 42, 119, 134-136), incrementos na área de secção transversa muscular na ordem de 5-12% após períodos de 10-14 semanas de TP em idosos (137-140), bem como aumentos na massa muscular (141). Uma meta-análise (142), por exemplo, investigou os efeitos do TP em homens

e mulheres idosos, especificamente, sobre a massa corporal magra e verificou que os estudos analisados apontaram aumentos de aproximadamente 1 kg na massa corporal magra após uma média de 20 semanas de intervenção. Um aspecto importante a ser mencionado deste estudo é que um maior volume de treino, especificamente número de séries, foi associado a maiores aumentos da massa corporal magra. Todavia, não houve relação significativa entre duração, intensidade, ou mesmo frequência semanal de treino com a massa corporal magra.

Vale destacar que, embora o aumento apontado não seja consideravelmente expressivo, possui importante relevância clínica, tendo em vista a natural redução da massa corporal magra após certa idade, devido ao envelhecimento (26). Por outro lado, outras investigações não confirmam tais respostas (143-145).

Para a gordura corporal, as respostas são menos acentuadas do que aquelas obtidas sobre a massa corporal magra (116) e seguem, portanto, um comportamento diferenciado, com poucos estudos apontando reduções significantes, chegando a valores máximos de 2 kg (42, 43, 134, 146, 147) e outros demonstrando que, mesmo após períodos de 4-12 meses de intervenção com programas de TP em idosas, houve reduções relativamente de baixa magnitude (variações de 0,2-0,7 kg) (148-152).

Da mesma maneira que para a força muscular, características específicas dos programas de TP (número de séries, de exercícios, intensidade do treinamento, tempo de duração do estudo, tipos de exercícios físicos realizados durante a intervenção), características físicas dos sujeitos participantes (sedentários, fisicamente ativos, obesos, sobrepesados), falta de grupo controle, presença de patologias (por exemplo, osteoporose), utilização de medicamentos e adoção de procedimentos estatísticos inadequados podem ser considerados fatores intervenientes na identificação de modificações dos componentes da composição corporal.

Em relação ao tipo de treinamento realizado, embora Tsuzuku et al. (153) tenham encontrado reduções significantes na quantidade de gordura visceral, a amostra (homens e mulheres idosos) foi submetida a um programa de TP não-instrumental, utilizando como sobrecarga o peso do próprio corpo, o que por sua vez inviabiliza a comparação dos resultados com outras pesquisas.

A intensidade do treinamento pode também influenciar os resultados, tendo em vista que Kalapotharakos et al. (75) demonstraram que homens e mulheres idosos fisicamente inativos, após a execução de 12 semanas de TP, considerado de alta intensidade (80% de 1RM) e, de outro, de moderada intensidade (60% de 1RM), a uma frequência de três vezes por semana, obtiveram aumentos na área muscular total de 9,6% (alta intensidade) e de 7,2% (moderada intensidade), estatisticamente diferentes entre si.

No tocante à falta de controle do nível de atividade física e ainda, à realização de outros tipos de exercícios físicos, adicionalmente ao programa de TP, Goodpaster et al. (113), em um estudo com idosos do sexo masculino e feminino (70-89 anos), verificaram que o grupo treinamento, embora tenha participado de 12 meses de intervenção com atividades físicas de moderada intensidade (TP, exercícios aeróbios, de flexibilidade e de equilíbrio), reduziu significativamente a massa muscular (3%), assim como o grupo controle (4%), não havendo diferença entre os grupos. Por outro lado, o grupo controle apresentou um aumento significativo de 18% na infiltração de gordura corporal na musculatura, processo que geralmente ocorre com o envelhecimento, caracterizado basicamente pela redistribuição da gordura corporal, havendo aumento da gordura interna em relação à gordura subcutânea, bem como uma migração dos depósitos de gordura dos membros para a região de tronco. No grupo treinamento, por sua vez, houve atenuação desse aumento (1,2%,  $P > 0,05$ ), demonstrando o potencial da atividade física em prevenir o aumento da quantidade de gordura corporal.

Entretanto, além deste estudo ter sido conduzido por um período de tempo bastante superior à maioria dos estudos reportados anteriormente, os indivíduos foram submetidos a outras modalidades de exercício físico além do TP, o que poderia justificar os resultados encontrados, uma vez que esse tipo de treinamento, por si só, não parece ser adequado para causar um gasto energético capaz de induzir modificações substanciais sobre a quantidade de gordura corporal (154).

A respeito da utilização de medicamentos, em especial a terapia de reposição hormonal, Teixeira et al. (116) encontraram resultados bastante interessantes ao submeterem mulheres pós-menopausadas a um programa de TP ou terapia de reposição hormonal. Os resultados apontaram aumento significativo de 2,3% na massa corporal magra após 12 meses de treinamento, tanto no grupo que

foi submetido à terapia de reposição hormonal e treinamento, quanto no grupo que treinou, mas não fez reposição (placebo). Por outro lado, os autores verificaram que o grupo controle submetido à terapia de reposição hormonal não apresentou redução da massa corporal magra, quando comparado ao grupo controle puro que não realizou qualquer tipo de intervenção.

Outro ponto que merece ser destacado é a grande quantidade de métodos e técnicas utilizada para a avaliação da composição corporal e os procedimentos adotados, previamente às avaliações. Um estudo envolvendo indivíduos idosos de ambos os sexos, saudáveis (entre 60 e 83 anos de idade), com um programa de TP realizado a uma frequência de três vezes por semana, com intensidade variando de 60-70% de 1RM, não encontrou alterações significantes na composição corporal, especificamente no percentual de gordura corporal, mesmo após os 24 meses de intervenção. Contudo, neste estudo o método utilizado para a avaliação da composição corporal foi espessura de dobras cutâneas, um método que apresenta importantes limitações quando aplicado, sobretudo em indivíduos idosos (109).

Por outro lado, pesquisas utilizando o método de bioimpedância elétrica, podem gerar informações conflitantes, indicando desde alterações significantes nos componentes da composição corporal (43, 132, 134-136), até nenhuma modificação (143). Esse fato pode ser explicado, em parte, por mudanças no nível de hidratação, na quantidade de gordura corporal e conteúdo mineral ósseo, muitas vezes não controladas.

Embora ainda não existam informações consolidadas sobre os efeitos na massa corporal magra, o TP parece desempenhar papel fundamental no aumento da massa muscular e, conseqüentemente, no balanço energético, tendo em vista que homens e mulheres geralmente aumentam seu gasto calórico em torno de 15% após 12 semanas com esse tipo de intervenção, o que por sua vez poderia ser atribuído à elevação da taxa metabólica de repouso, ao gasto de energia proveniente do exercício e ao aumento do nível de atividade física habitual (144). Trevisan e Burini (135), por exemplo, verificaram que após 16 semanas de um programa de TP, executado três vezes por semana a 60-80% de 1RM, em 15 mulheres pós-menopausadas sedentárias, entre 45 e 70 anos de idade, houve aumento no gasto energético de repouso de aproximadamente 8,4%.

Além disso, alguns pesquisadores afirmam que o aumento da massa muscular parece estar estreitamente associado ao comportamento de alguns hormônios durante o esforço. Para Janssen et al. (155) os principais hormônios envolvidos nesse processo são a testosterona, o hormônio do crescimento e os fatores de crescimento ligados à insulina, sobretudo em indivíduos do sexo masculino.

### 2.3 TREINAMENTO COM PESOS E ADAPTAÇÕES METABÓLICAS E HORMONAIAS DE IDOSOS

Tendo em vista a crescente procura, por parte de indivíduos idosos, pela prática sistematizada de programas de TP, principalmente na tentativa de atenuar os efeitos deletérios do processo natural de envelhecimento, a literatura tem explorado cada vez mais a aplicação desse tipo de modalidade de exercício físico em idosos, no intuito de se averiguar as possíveis alterações metabólicas e hormonais.

Neste sentido, o perfil lipídico vem sendo investigado, uma vez que o mesmo é considerado fator de risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares, a qual tem se tornado a mais importante causa de morbidade e mortalidade, especialmente na população idosa (156, 157). A análise do perfil lipídico foca-se, basicamente, nas dislipidemias, as quais são distúrbios do metabolismo lipídico, com repercussões sobre os níveis das lipoproteínas sanguíneas. Especificamente, o desequilíbrio entre as lipoproteínas aterogênicas e ateroprotetoras tem sido investigado, entre as quais podem ser destacadas a lipoproteína de baixa (LDL-C) e de alta (HDL-C) densidade, triglicerídeos e colesterol total (158). Vale ressaltar que é comum o surgimento, em indivíduos idosos, da conhecida tríade lipídica, caracterizada pela baixa concentração de HDL-C, elevados níveis de triglicerídeos e uma preponderância de LDL-C, a qual é considerada um importante componente da síndrome metabólica (158).

Desta forma, dentre as intervenções farmacológicas e não-farmacológicas para a busca por um perfil lipídico adequado, um dos tratamentos não-farmacológicos amplamente utilizados é o TP. Diversas investigações têm analisado as possíveis alterações no perfil lipídico mediante a prática sistematizada desse tipo de exercício físico, porém, as informações ainda são razoavelmente controversas. Algumas pesquisas têm demonstrado alterações significantes em

idosos após a prática de TP, como por exemplo, reduções de 17% no LDL-C, de 6% no colesterol total e de 25% nos triglicerídeos, além de aumentos significantes de 22% no HDL-C após 10 semanas de TP, três vezes por semana (159), sem alterações no peso corporal e hábitos alimentares, o que, segundo os autores, reforça a indicação desse tipo de treinamento para modificar o perfil lipídico de idosos. Outros pesquisadores também encontraram aumentos significantes no HDL-C (+7%) e reduções nos triglicerídeos (-23%) após 12 semanas de TP, três vezes por semana (153) em mulheres e homens idosos.

Por outro lado, pesquisadores observaram que 12 semanas de TP, duas vezes por semana, proporcionaram reduções no HDL-C (-6%,  $P = 0,04$ ), porém, sem alterações no colesterol total, triglicerídeos e LDL-C (160) em homens e mulheres idosos. Adicionalmente, Correa et al. não encontraram modificações no perfil lipídico de mulheres pós-menopausadas após 10 semanas de TP, executado três vezes por semana (161). Tsuzuku et al. (153) também não observaram modificações no LDL-C e colesterol total em homens e mulheres idosos mediante aplicação de um programa de 12 semanas de TP, três vezes por semana. Outra pesquisa verificou que mulheres idosas submetidas a um protocolo de TP durante 32 semanas, duas vezes por semana, não modificaram nenhum dos componentes do perfil lipídico (162).

Possíveis explicações para as discrepâncias entre os estudos supracitados estão relacionadas ao reduzido número de investigações e às inúmeras variáveis intervenientes nos resultados, como por exemplo, idade, características específicas dos programas de treinamento (volume, intensidade), variáveis antropométricas (peso corporal, gordura corporal relativa), métodos para mensuração dos componentes da composição corporal, entre outros (63, 163, 164). Algumas investigações reportam que as modificações no perfil lipídico estão relacionadas à redução do peso corporal induzida pelo programa de exercício físico empregado (165). Ainda, especificamente sobre as concentrações de HDL-C, geralmente um programa de exercícios físicos que não proporciona perda de peso corporal ou um gasto energético acima de 1100 kcal por sessão de treinamento provavelmente não induz a modificações em suas concentrações (166).

No entanto, alguns pesquisadores advogam que melhorias no perfil lipídico de idosos estão atreladas às modificações nos componentes da composição corporal, independentemente de alterações no peso corporal, como aumentos na

massa livre de gordura e redução da gordura corporal relativa, uma vez que encontraram, após um período de intervenção com programas de TP (24 semanas, três vezes por semana) alterações positivas no perfil lipídico de idosos, mesmo sem ter ocorrido diminuição no peso corporal, além da constatação de uma associação positiva entre as modificações na composição corporal e o perfil lipídico (164).

De maneira geral, independente da lacuna ainda existente acerca da fatídica efetividade da execução de programas de TP sobre positivas alterações no perfil lipídico, a adoção de hábitos de vida saudáveis, como a prática de exercícios físicos e uma alimentação balanceada é de extrema importância para a prevenção de desenvolvimento de doenças cardiovasculares (167, 168).

Ainda em relação às doenças cardiovasculares, o processo natural de envelhecimento é considerado um estado inflamatório e níveis de marcadores inflamatórios são preditores de mortalidade (169), dentre os quais podem se destacar a proteína C-reativa (PCR), descrita aproximadamente na década de 30, a qual é considerada uma proteína de fase aguda, um marcador inespecífico de processo inflamatório sistêmico (170), além de possuir estreita relação com eventos cardiovasculares (171) e associação com a perda de força muscular (172).

Alguns pesquisadores reportam que modificações positivas na PCR são possíveis por meio de programas de TP com uma duração mínima de 16 semanas ou mais, e que frequências de uma ou duas vezes por semana não são suficientes para promover um efeito anti-inflamatório desejado (173). Martins et al., por exemplo, verificaram que homens e mulheres idosos, submetidos a 16 semanas de TP, três vezes por semana, não modificaram os níveis de PCR (63). Outros pesquisadores, mesmo após 24 semanas de um programa de exercícios aeróbios, executado quatro vezes por semana, não encontraram alterações (174). Adicionalmente, 10 meses de um programa de TP, três vezes por semana também não observaram modificações nos níveis de PCR em homens e mulheres idosos (175).

Apesar dos mecanismos responsáveis pelos efeitos de programas de TP em marcadores inflamatórios, tais como a PCR, ainda não estarem bem estabelecidos na literatura, indicativos apontam a existência de uma correlação inversa entre níveis de PCR e a prática regular de atividade física, o que, de certa forma, reforça a importância de se engajar em um programa de exercícios físicos,

principalmente para populações idosas, tendo em vista os efeitos deletérios do envelhecimento sobre os aspectos inflamatórios (176-179).

A glicemia também tem sido alvo de investigação na população idosa, especialmente pela sua relação com a síndrome metabólica, intolerância à glicose, resistência à insulina, hipertensão arterial e diabetes do tipo 2 (180). Os estudos envolvendo idosos e programas de TP têm produzido resultados positivos, com reduções significantes na glicose na ordem de 2%, 7% e até 28% após 16-24 semanas de intervenção, com frequências de duas a três vezes por semana (53, 181-183). Tais reduções provavelmente ocorrem devido à relação inversa entre a quantidade de massa muscular e a glicose, na qual um maior volume muscular adquirido por meio da prática de TP eleva a quantidade de musculatura disponível para captação de glicose no sangue, reduzindo, assim, situações de hiperglicemia (184). Vale destacar que existe recomendação da prática de programas de TP para indivíduos diabéticos tipo 2, principalmente, idosos, preferencialmente com supervisão das sessões de treinamento por profissionais capacitados (185, 186).

Outro aspecto fundamental é que a redução da gordura visceral por meio da prática de programas de TP pode proporcionar alterações no perfil lipídico e metabolismo da glicose, promovendo, assim, atenuação da resistência à insulina, tendo em vista que o acúmulo de gordura abdominal está associado a uma reduzida depuração metabólica da insulina devido a uma diminuição na extração de insulina hepática (153). Todavia, há relatos de que o TP não proporciona reduções significantes na glicose de adultos idosos (153, 164, 187).

No que diz respeito às alterações hormonais, principalmente hormônios anabólicos, a testosterona é um andrógeno endogenamente secretado e que possui significantes efeitos sobre a composição corporal e, portanto, pode contrapor o processo natural de envelhecimento e, conseqüentemente, manter a qualidade de vida de indivíduos idosos (188), além de desempenhar papel decisivo na hipertrofia muscular induzida pelo exercício.

Sabe-se que com o avançar dos anos, ocorre declínio dos hormônios anabólicos, tais como testosterona, hormônio do crescimento (130) e que, essas reduções estão relacionadas ao processo de sarcopenia. Além disso, a atrofia muscular proveniente do envelhecimento segue acompanhada de um aumento na infiltração de componentes não-contráteis no tecido muscular, tais como tecido conectivo e gordura intramuscular (189). Alguns estudos disponíveis na

literatura têm demonstrado que, em indivíduos idosos, a execução de programas de TP com duração de 21-24 semanas não proporcionam modificações significantes nos níveis de testosterona (190, 191). Uma das possíveis razões para estes resultados seria o volume e intensidade do programa de TP, os quais, provavelmente, não tenham sido suficientes para induzir modificações hormonais, apesar das positivas alterações em outras variáveis, tais como força muscular, atividade eletromiográfica, espessura muscular e gordura corporal relativa.

Sabe-se, entretanto, que diferentes intensidades de TP (50-80% de 1RM) executadas de forma aguda (única sessão de exercícios) não produzem diferentes respostas nos níveis de testosterona de mulheres jovens e idosas (192, 193).

#### 2.4 EFEITOS DE DIFERENTES FREQUÊNCIAS SEMANAIS AO TREINAMENTO COM PESOS EM IDOSAS

A prática de programas de TP em meio a diferentes populações tem crescido consideravelmente, tendo em vista os inúmeros benefícios advindos desse tipo de exercício físico, o que por sua vez, desencadeou, ao longo das últimas décadas, a publicação de mais de onze mil trabalhos científicos, dos quais cerca de 30 a 40% são voltados, especificamente, a indivíduos idosos. Dentre esses estudos, tem-se constatado um interesse, por parte dos pesquisadores, pela manipulação das variáveis de um programa de TP (volume e intensidade) e os possíveis efeitos sobre diferentes desfechos (força muscular, composição corporal, respostas hormonais, variáveis hemodinâmicas, entre outros), na tentativa de se averiguar a estruturação do programa de TP mais eficiente.

No que diz respeito a essas variáveis, podem ser citadas aquelas relacionadas ao volume de treinamento, tais como número de séries, de exercícios e de repetições, duração das sessões de treinamento, bem como a frequência semanal, além daquelas que caracterizam a intensidade, como por exemplo, a carga imposta a cada exercício, intervalo de recuperação entre as séries e a velocidade de execução dos exercícios. A frequência semanal, especialmente, tem recebido atenção diferenciada, principalmente pela sua relação com o processo de aderência do indivíduo ao programa de treinamento, com o custo-benefício, bem como devido à falta de evidências sobre a possível diferença de efetividade mediante a execução

do TP em diferentes frequências semanais.

Apesar das recomendações do Colégio Americano de Medicina do Esporte (30, 31, 47) acerca da frequência semanal à qual indivíduos idosos devem se submeter, existe escassez desse tipo de informação, a qual, inclusive, foi constatada por uma meta-análise (194), que analisou a relação dose-resposta de programas de TP em idosos e encontrou somente duas investigações realizadas até aquele momento, envolvendo programas de TP em idosos.

O primeiro estudo (195), provavelmente pioneiro nesta concepção de investigação, submeteu homens e mulheres idosos (65-79 anos de idade) a um grupo controle e a um programa de TP, executado em três condições: uma vez, duas vezes e três vezes por semana, todas por 24 semanas, envolvendo três séries de oito exercícios, oito repetições cada, a 80% de 1RM. Os resultados mostraram que ambas as frequências semanais produziram aumentos significantes na força muscular e na performance funcional, sem diferença nos resultados entre as diferentes frequências semanais. Vale destacar que neste estudo os aumentos na força muscular deram-se, primordialmente, por aspectos neurais e não hipertróficos, tendo em vista a moderada alteração na massa livre de gordura dos participantes. Apesar dos achados, é importante apontar que o estudo não controlou ou não mensurou o nível de atividade física habitual e a ingestão energética dos grupos, o que poderia, talvez, explicar a não observância de alterações nas variáveis analisadas, em especial, os componentes da composição corporal e a força muscular.

O segundo estudo (59) comparou nove semanas de um programa de TP, composto por uma série de 10-15 repetições para seis exercícios, executados a uma frequência de uma e duas vezes por semana, em homens e mulheres idosos, entre 65 e 79 anos de idade e constatou, após intervenção, incrementos significantes na força muscular na ordem de 23-44% para o grupo que realizou o TP uma vez por semana e de 18-52% para o grupo de duas vezes por semana, porém, sem diferença significativa entre os grupos. Entretanto, esta investigação limitou-se a verificar somente as respostas do TP sobre níveis de força muscular, o que por sua vez, impede a análise sobre outras importantes variáveis, tais como os componentes da composição corporal (massa livre de gordura, gordura corporal relativa), capacidade funcional, qualidade de vida, respostas hormonais, entre outras. Outro aspecto que merece ser destacado enquanto limitação do estudo

é a amostra, a qual foi constituída por um número desigual e reduzido de homens e mulheres idosos, o que dificulta a extrapolação dos resultados, bem como a comparação entre os sexos.

Mais recentemente, um grupo de pesquisadores norte-americanos (60) submeteu homens e mulheres acima de 65 anos de idade a um programa de TP executado em duas e três vezes por semana, ambos por 8 semanas, 3 séries de oito repetições para cada um dos 11 exercícios para membros superiores, inferiores e tronco, com aproximadamente 75% de 1RM, com dois minutos de intervalo entre as séries. Após o período de intervenção, houve incrementos significantes e similares na força muscular de membros inferiores, superiores e de tronco de aproximadamente 20% para ambos os grupos (duas e três vezes por semana), bem como na massa livre de gordura, a qual aumentou 2,4% e 1,9% para os grupos de duas e três vezes por semana, respectivamente. Todavia, a capacidade funcional não sofreu alterações após o período experimental.

De maneira geral, uma das limitações deste estudo foi o curto período de duração da intervenção, principalmente quando se objetiva proporcionar modificações positivas nos componentes da composição corporal, tais como a massa livre de gordura, a qual, por sua vez, necessita, aparentemente, de um período mais longo de intervenção (acima de 12-16 semanas) (196). Além disso, embora tenha havido relato positivo por parte dos sujeitos quanto ao seu dia-a-dia e bem-estar após a investigação, os testes utilizados para avaliação da capacidade funcional não sofreram alterações, possivelmente pelo fato desses testes serem geralmente utilizados para idosos frágeis, com algum tipo de patologia e os sujeitos da investigação serem idosos saudáveis e ativos fisicamente.

Posteriormente, pesquisadores canadenses (61) analisaram o efeito de frequências de uma e duas vezes por semana na densidade mineral óssea de idosas saudáveis e ativas (65-75 anos de idade), ambas com duração de 12 meses, oito exercícios, duas séries de oito repetições máximas e não encontraram diferenças significantes entre os grupos na densidade mineral da tíbia após a pesquisa. Ao menos duas justificativas poderiam ser apontadas para embasar os resultados encontrados, sendo uma delas o fato de que os sujeitos possivelmente já estivessem em seu "status optimo" em termos de saúde óssea e que, portanto, o TP não desencadeou significantes alterações e a segunda relacionada ao fato de que as técnicas de imagem disponíveis atualmente não terem potencial suficiente para

detecção de modificações na densidade óssea em locais mais específicos. Assim como nos estudos anteriores, as informações desta pesquisa não podem ser externadas a indivíduos idosos de uma forma geral, tendo em vista que a amostra era constituída por idosas ativas e saudáveis.

Por fim, um grupo de pesquisadores brasileiros (62) investigou o efeito da frequência de uma, duas e três sessões semanais na força muscular e capacidade funcional de idosas e concluiu, contrário aos estudos citados anteriormente, que um maior volume de treinamento proporciona maiores incrementos na força muscular e capacidade funcional. Uma possível explicação para a diferença nos resultados deste estudo com os citados anteriormente é a diferença no volume de treinamento, especificamente no número de séries e de exercícios, os quais foram superiores para este estudo.

Em síntese, verifica-se a existência de uma lacuna no conhecimento acerca da manipulação do volume de treino, especificamente na frequência semanal e os possíveis benefícios nos diferentes componentes corporais. O que existe, aparentemente, em termos de volume de treino, é que há uma relação positiva e significativa entre um maior número de séries executadas em dada sessão de treino e aumentos na massa corporal magra. Todavia, há ainda escassez de informação quanto à frequência semanal à qual o indivíduo é submetido ao programa de TP e seu impacto, tanto na massa corporal magra, quanto em outras variáveis (força muscular, gordura corporal, hormônios, entre outros) (142).

### 3 OBJETIVOS

Os objetivos da presente tese foram:

1) Analisar o efeito de diferentes frequências semanais de um programa de treinamento com pesos sobre a força muscular, composição corporal e perfil metabólico de mulheres idosas.

2) Investigar o efeito de um período de destreinamento sobre a força muscular, composição corporal e perfil metabólico de mulheres idosas previamente submetidas a diferentes frequências semanais de um programa de treinamento com pesos.

3) Verificar o efeito de um período de destreinamento e subsequente retreinamento sobre a força muscular, composição corporal e perfil metabólico de mulheres idosas.

## 4 MÉTODOS

Para a presente tese foi adotado o modelo alternativo, ou escandinavo, pelo qual a contextualização do problema dá origem ao estabelecimento de diferentes objetivos, que por sua vez, são analisados a partir da redação de dois ou mais artigos. Portanto, esta tese foi composta por uma introdução expandida, revisão da literatura, seguida de três artigos originais, oriundos de uma pesquisa conduzida pelo Grupo de Estudo e Pesquisa em Metabolismo, Nutrição e Exercício, do Centro de Educação Física e Esporte, da Universidade Estadual de Londrina/PR. Assim, os objetivos do presente estudo foram analisados a partir da redação dos seguintes artigos a serem submetidos a periódicos indexados, de acordo com a normatização exigida pelos mesmos, a serem escolhidos posteriormente.

- **Artigo original 1:** Comparação de duas frequências semanais de treinamento com pesos sobre a força muscular, qualidade muscular, composição corporal e perfil metabólico de mulheres idosas
- **Artigo original 2:** Efeito da frequência de treinamento com pesos na retenção da força muscular, composição corporal e perfil metabólico de mulheres idosas após destreinamento.
- **Artigo original 3:** Efeito da frequência de treinamento com pesos no ganho da força muscular, qualidade muscular, composição corporal e perfil metabólico de mulheres idosas.

### 4.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

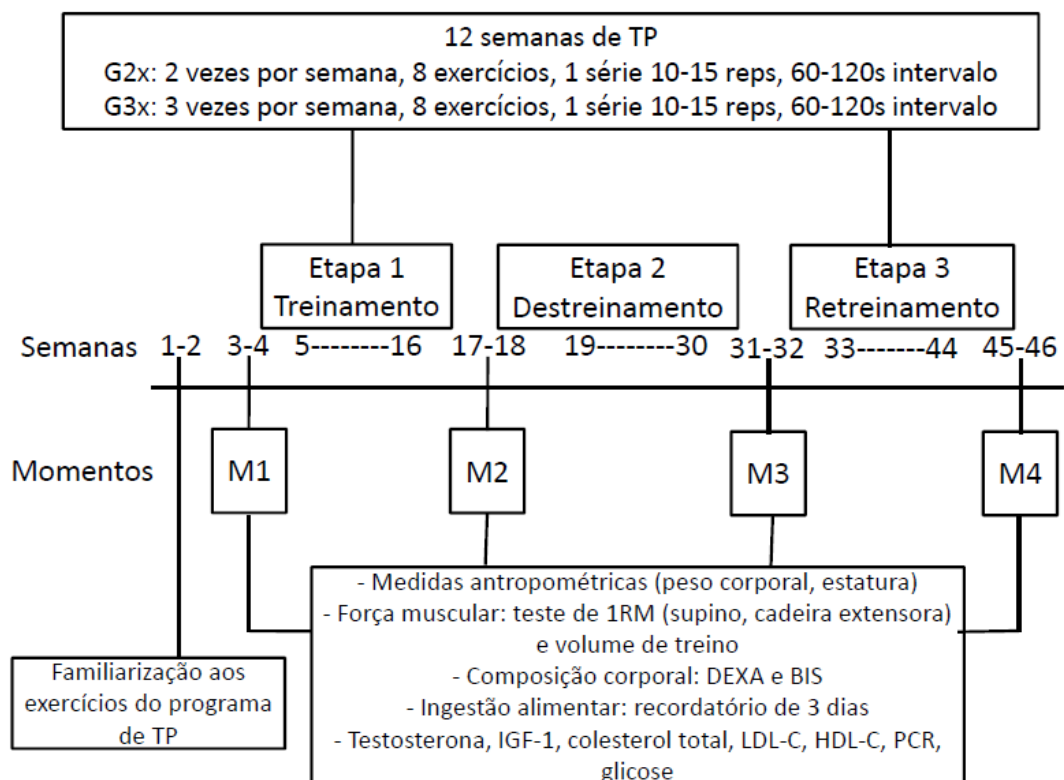
A tese foi desenvolvida a partir do banco de dados gerado por um projeto de pesquisa de corte longitudinal denominado “Impacto de diferentes frequências semanais ao treinamento com pesos em mulheres idosas”, financiado parcialmente pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq (processo número 10656/2012) (ANEXO A). O projeto foi estruturado em quatro momentos de coleta de dados (momento 1 (M1), momento 2 (M2), momento 3 (M3) e momento 4 (M4)) e executado em três etapas, sendo a etapa 1 denominada de período de treinamento (compreendida entre M1 e M2), etapa 2 período de

destreinamento (compreendida entre M2 e M3) e etapa 3 período de retreinamento (compreendida entre M3 e M4).

A duração total do estudo foi de 46 semanas, das quais as duas primeiras semanas (semanas 1-2) foram utilizadas para familiarização aos exercícios do programa de TP, 12 semanas foram destinadas ao treinamento (semanas 5-16), seguidas de 12 semanas de destreinamento (semanas 19-30) e, posteriormente, mais 12 semanas de retreinamento (semanas 33-44). Oito semanas foram utilizadas para aplicação das avaliações nos quatro diferentes momentos (M1, semanas 3-4; M2, semanas 17-18; M3, semanas 31-32 e M4, semanas 45-46).

Nos diferentes momentos foram realizadas medidas antropométricas, de composição corporal, de indicadores neuromusculares, além de registros alimentares e análises sanguíneas. As variáveis analisadas foram indicadores de força muscular, componentes da composição corporal (massa de gordura, massa livre de gordura, água corporal total, intracelular e extracelular), consumo dos macronutrientes (proteínas, gorduras e carboidratos), glicose, perfil lipídico (colesterol total, HDL-C, LDL-C, triglicerídeos), testosterona, PCR. Na figura 1 é apresentado o delineamento experimental adotado para a presente investigação.

**Figura 1 – Delineamento experimental.**



**Nota.** G2x = grupo que executou o programa de TP duas vezes por semana; G3x = grupo que executou o programa de TP três vezes por semana; M1 = momento 1 de avaliação; M2 = momento 2 de avaliação; M3 = momento 3 de avaliação; M4 = momento 4 de avaliação; TP = treinamento com pesos; 1RM = uma repetição máxima; DEXA = absorptometria radiológica de dupla energia; BIS = bioimpedância elétrica espectral; s = segundos; reps = repetições; HDL-C = lipoproteína de alta densidade; LDL-C = lipoproteína de baixa densidade; PCR = proteína C-reativa; IGF-1 = Fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1.

## 4.2 PARTICIPANTES

A amostra foi selecionada 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 gerada uma lista contendo os dados pessoais (nome e telefone) dos indivíduos que demonstrarem interesse em participar do estudo, para que sejam 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: os participantes deveriam ter idade igual ou superior a 60 anos, serem do sexo feminino, não serem tabagistas, não diabéticos, aparentemente saudáveis, não deveriam fazer uso de medicamentos que pudessem interferir nas variáveis analisadas, tais como a ingestão de cálcio, terapia de reposição hormonal, insulina, betabloqueadores, anticonvulsivantes, antidepressivos, não serem portadores de alguma cardiopatia, não serem etilistas e não estarem envolvidos com a prática de atividade física regular sistematizada mais do que uma vez por semana, ao longo dos últimos seis meses anteriores ao início do estudo.

Finalmente, as participantes somente foram incluídas no estudo após terem sido avaliadas por um médico cardiologista e liberadas sem restrição para participação em programas de exercícios físicos. 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% não foram inseridas nas análises, o que, portanto, correspondeu a um mínimo de 19 sessões de treinamento para o grupo que realizou frequência semanal de treinamento de duas vezes (G2x) e 30 sessões de treinamento para o grupo de três vezes por semana (G3x).

Para o cálculo do tamanho da amostra foi assumido o erro tipo 1 ( $\alpha=0,05$ ) e o erro tipo 2 ( $\beta=0,20$ ), com seu intervalo de confiança de 95%, e esperou-

se detectar uma diferença de 10% no aumento da força muscular entre os grupos G2x e G3x. Para tanto foi utilizada a seguinte fórmula (197):

$$N = \frac{P1 (100 - P1) + P2 (100 - P2) \times f(\alpha.\beta)}{(P1 - P2)^2}$$

Onde:

N = Número de participantes em cada grupo

P1 = % de sucesso esperado no grupo G2x (25%)

P2 = % de sucesso esperado no grupo G3x (35%)

$\alpha = 0,05$

$\beta = 0,20$

$f(\alpha.\beta) = 7,9$

Desta forma, partindo-se de um levantamento dos estudos disponíveis na literatura, especificamente entre os anos de 2003 a 2014, que envolveram, necessariamente, a prática de programas de TP em indivíduos idosos e a avaliação dos níveis de força muscular, foram encontrados aumentos de aproximadamente 25% (P1) e 35% (P2) para a execução de TP a uma frequência de duas e três vezes por semana, respectivamente. Além disso, foi adicionado ao tamanho previsto para a amostra um excedente de 15%, referente a uma possível perda amostral que pudesse ocorrer durante a intervenção.

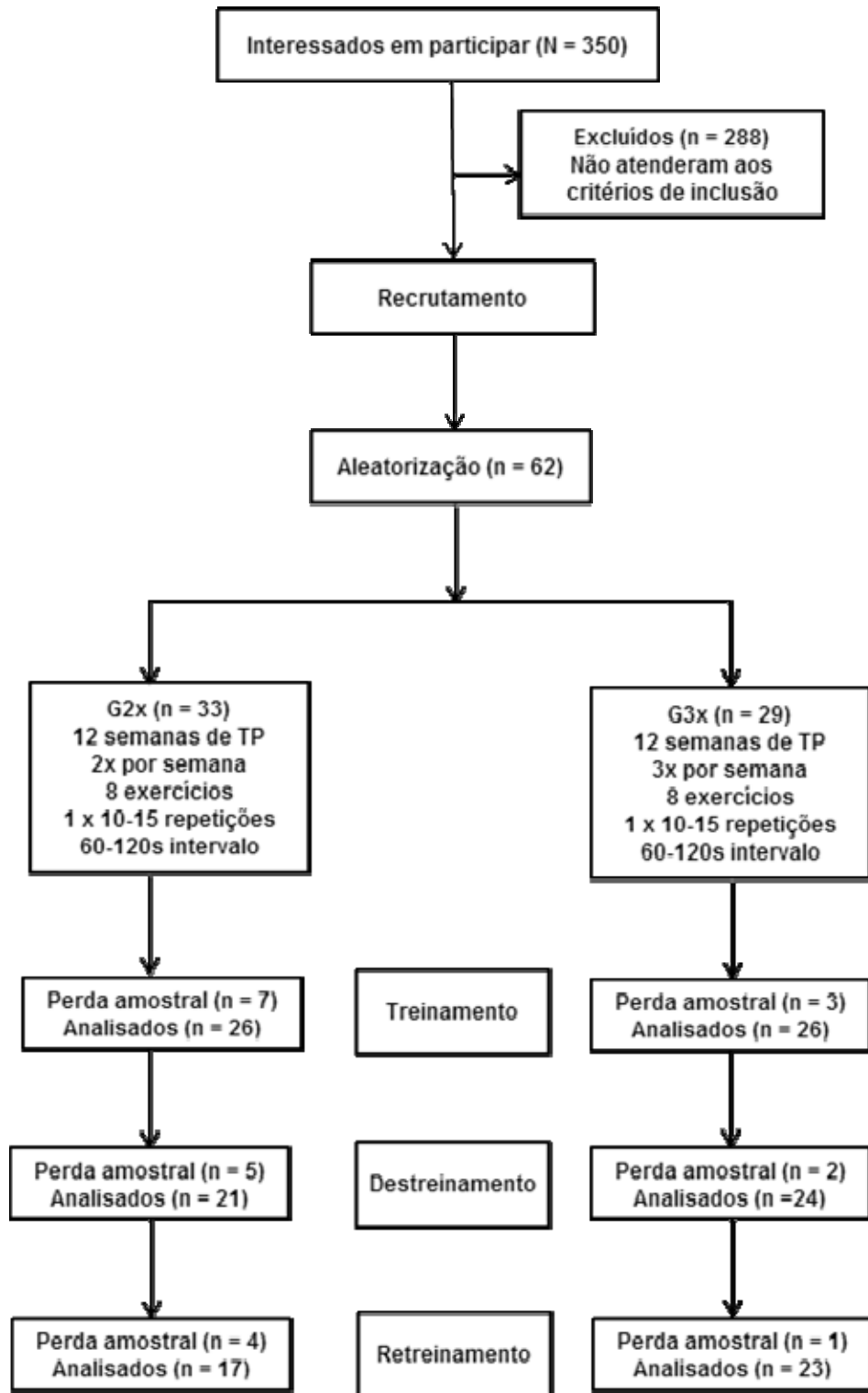
Portanto, para o presente estudo, o tamanho inicial da amostra estimado pelo cálculo amostral foi de 46 participantes.

Após encerradas todas as entrevistas, foi realizada uma análise individual dos questionários (APÊNDICE A) e aquelas que contemplaram os critérios de inclusão foram convidadas para participação no estudo. Todas as participantes, após serem convenientemente informadas sobre a proposta do estudo e procedimentos aos quais seriam submetidas, assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE B). Esse projeto foi financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Londrina, de acordo com as normas da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde sobre

pesquisa envolvendo seres humanos (processo número 10656/2012, parecer número 048/2012) (ANEXO A).

A partir daí, 62 idosas selecionadas foram aleatorizadas em dois grupos (G3x e G2x). O grupo G3x realizou três sessões semanais de TP, tanto no treinamento, quanto no retreinamento, em dias alternados (Segundas, Quartas e Sextas-feiras), totalizando 36 sessões ao final de cada etapa, ao passo que o grupo G2x realizou duas sessões semanais de TP, também em dias alternados (Terças e Quintas-feiras), totalizando 24 sessões de treinamento em cada etapa.

**Figura 2 – Fluxograma do estudo.**



#### 4.3 MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS

A massa corporal foi mensurada em uma balança de plataforma digital, marca Urano, modelo PS 180, com resolução de 0,1 kg, ao passo que a

estatura foi determinada em um estadiômetro de madeira com resolução de 0,1 cm, de acordo com os procedimentos descritos por (198). 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, modelo G.E. PRODIGY – LNR 41.990, 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 deveriam estar 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 padrões 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 sobre a massa de gordura, gordura corporal relativa e massa livre de gordura.

Medidas prévias de teste-reteste em nove idosas foram realizadas com intervalo de 24-48 h entre elas, resultando em Erro Padrão de Medida de 0,96% e Coeficiente de Correlação Intraclasse  $> 0,98$  para % de gordura corporal, e Erro Padrão de Medida de 1,16 kg e Coeficiente de Correlação Intraclasse  $> 0,93$  para massa livre de gordura.

#### 4.4.2 Bioimpedância Elétrica Espectral

Medidas de bioimpedância elétrica espectral (Xitron Hydra, modelo 4200, Xitron Technologies, San Diego, CA, USA) foram utilizadas para a determinação da água corporal total e das frações intra e extracelular, 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 supinada e as pernas abduzidas em 45° por aproximadamente 10min. 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 (199).

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 aos testes. 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 feitos nas primeiras horas da manhã, em jejum, inclusive de água, de pelo menos oito horas, após o esvaziamento da bexiga.

Medidas prévias de teste-reteste em nove idosas foram realizadas com intervalo de 24-48 h entre elas, resultando em Erro Padrão de Medida de 0,32 L e Coeficiente de Correlação Intraclasse > 0,98 para para água corporal extracelular, Erro Padrão de Medida de 0,19 L e Coeficiente de Correlação Intraclasse > 0,99 para água corporal intracelular, Erro Padrão de Medida de 0,38 L e Coeficiente de Correlação Intraclasse > 0,98 para para água corporal total.

#### 4.5 INDICADORES DE FORÇA MUSCULAR

##### 4.5.1 Força Muscular

A força muscular foi determinada por meio do teste de uma repetição máxima (1RM) em dois 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 e cadeira extensora, respectivamente. O intervalo entre os exercícios foi de cinco minutos. Esses exercícios foram escolhidos por serem bastante populares nos programas de TP de indivíduos com diferentes níveis de treinabilidade.

Cada um dos dois 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 fossem completadas duas repetições na primeira tentativa, ou mesmo se não fosse completada sequer uma repetição, uma segunda tentativa seria 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 derradeira tentativa, caso ainda não se tivesse determinado a carga referente a uma única repetição máxima. Portanto, a carga registrada como 1RM foi aquela na qual foi possível ao indivíduo completar somente uma única repetição máxima (200). A velocidade de execução dos movimentos durante os testes de 1RM não foi controlada.

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 h. Vale ressaltar que a forma e a técnica de execução de cada exercício foram padronizadas e continuamente monitoradas, na tentativa de garantir a eficiência do teste.

Adicionalmente, os resultados de 1RM foram utilizados para calcular a qualidade muscular, a qual foi determinada por meio da soma dos escores de 1RM nos exercícios supino em banco vertical e cadeira extensora (em quilogramas), divididos pela MLG (em kg).

#### 4.5.2 Carga de Treino

Durante todo o estudo, especificamente nas etapas 1 (treinamento) e 3 (retreinamento), a carga utilizada (kg) em cada um dos exercícios foi registrada na

ficha de treinamento (APÊNDICE D) de todas as participantes, individualmente. Desta forma, a carga de treino foi calculada, semanalmente, por meio do somatório das cargas empregadas em cada um dos oito exercícios.

#### 4.6 INGESTÃO ENERGÉTICA

Registros alimentares de três dias (APÊNDICE C) foram utilizados para monitoramento dos hábitos alimentares das participantes durante o período do estudo. Os dias da semana adotados para o preenchimento dos registros foram Segunda-feira, Quinta-feira e Domingo.

As informações sobre a forma de preenchimento dos registros foram fornecidas individualmente às participantes por uma nutricionista habituada a esse tipo de procedimento. Medidas caseiras padronizadas foram utilizadas para a estimativa da quantidade de alimentos e bebidas consumidas. O consumo energético total e as proporções ingeridas de macronutrientes foram determinados por meio do programa para avaliação nutricional Avanutri Processor Nutrition Software, Rio de Janeiro, Brasil; Versão 3.1.4.

Todas as participantes foram orientadas a não modificarem seus hábitos alimentares diários durante todo o período de duração do estudo. A ingestão de água foi ad libitum.

#### 4.7 PERFIL METABÓLICO

Coletas de sangue foram realizadas em sala adaptada para este fim, na própria universidade, para posterior dosagem em laboratório especializado no Hospital Universitário da Universidade Estadual de Londrina. As coletas foram realizadas entre 7h00 e 9h00, por duas técnicas de laboratório especializadas, após 12 h de jejum e após no mínimo 48 h desde a última sessão de treinamento. Para a coleta as participantes foram posicionadas sentadas, por um período de pelo menos cinco minutos de repouso, com o braço apoiado sobre um suporte que fica aproximadamente à altura de seus ombros. O braço foi garroteado no ponto médio do úmero e feita assepsia com algodão embebido em álcool 70%, e puncionado com agulha descartável de 25 X 8 mm no referido local.

Dez mililitros de sangue venoso na prega do cotovelo foram coletados e depositados em dois tubos a vácuo, um com gel separador sem anticoagulante, centrifugadas por 10 min a 3.000 rpm para separar o soro. 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 determinações de glicose, colesterol total, HDL-C, triglicerídeos e PCR foram feitas em um sistema auto-analisador bioquímico Dimension®RxL, (Deerfield, IL, EUA). LDL-C foi calculada por meio de equação específica (201). As determinações utilizaram métodos consagrados na literatura médica e foram realizadas de acordo com os protocolos dos fabricantes. A testosterona e o fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1 (IGF-1) foram determinados pelo método de quimiluminescência, por meio do analisador imunoensaio LIAISON (Soaring S.T.A, Saluggia, Itália).

#### 4.8 PROGRAMAS DE TREINAMENTO COM PESOS (TREINAMENTO E RETREINAMENTO)

Durante as etapas 1 (treinamento) e 3 (retreinamento) o programa de TP teve duração de 12 semanas cada e teve como objetivo o fortalecimento muscular. Em cada uma das etapas 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. Todas as participantes foram supervisionadas individualmente por instrutores experientes na tentativa de uniformizar o padrão dos movimentos e fornecer segurança às voluntárias. A carga de treinamento diária e o número de repetições para cada exercício foram registrados na ficha de treinamento de cada voluntária (APÊNDICE D). As participantes foram, inicialmente, submetidas a seis sessões de familiarização com os equipamentos e exercícios antes de iniciarem a execução do programa de treinamento.

O programa de TP, em ambas as etapas foi estruturado para estimular os diferentes segmentos corporais (membros superiores, tronco e membros inferiores), executados de acordo com a ordem apresentada na tabela 1. As cargas

foram reajustadas periodicamente, em cada exercício, quando o número máximo de repetições programado (21) foi atingido em duas sessões de treinamento consecutivas.

**Tabela 1** – Programa de treinamento com pesos executado por ambos os grupos (G2x e G3x).

Exercício	Número de séries	Número de repetições máximas	Intervalo de recuperação (s)
1. Supino vertical	1	10-15	60-120
2. Leg press	1	10-15	60-120
3. Remada articulada	1	10-15	60-120
4. Cadeira extensora	1	10-15	60-120
5. Tríceps no pulley	1	10-15	60-120
6. Mesa flexora	1	10-15	60-120
7. Rosca no banco Scott	1	10-15	60-120
8. Panturrilha sentada	1	10-15	60-120

**Nota.** G2x = grupo que executou o programa de TP duas vezes por semana; G3x = grupo que executou o programa de TP três vezes por semana; s = segundos.

Abaixo seguem fotos de cada exercício.

**Figura 3** – Fotos dos exercícios executados no programa de treinamento com pesos durante o treinamento e retraining.



Supino vertical



Leg Press



Remada articulada



Cadeira extensora



Rosca no banco Scott



Mesa flexora



Tríceps no pulley



Panturrilha sentada

Ao final de cada sessão de treinamento, aproximadamente cinco minutos foram destinados para o alongamento dos grupos musculares exercitados durante o programa de TP. Todas as participantes foram orientadas a manterem os níveis normais de atividade física ao longo do estudo e a não iniciarem novos programas de exercícios físicos durante o período experimental.

#### 4.9 DESTREINAMENTO

As idosas de ambos os grupos tiveram um período de doze semanas em que não realizaram o programa de TP proposto pelo presente estudo, denominado de destreinamento. Foi solicitado às participantes que mantivessem seus hábitos de vida regulares e que não se engajassem em programas de exercícios físicos durante o destreinamento.

#### 4.10 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Para análise da distribuição dos dados foi empregado o teste de Shapiro-Wilk. Os dados que não apresentaram distribuição normal foram normalizados por função logarítmica. O teste de Levene foi utilizado para análise da homogeneidade das variâncias.

Para o artigo 1, análise de variância (ANOVA) 2 x 2 para medidas repetidas foi utilizada para as comparações intra e inter-grupos. Para os artigos 2 e 3, análise de variância (ANOVA) 2 x 3 para medidas repetidas foi utilizada para as comparações intra e inter-grupos. Em ambos os artigos, nas variáveis nas quais a esfericidade foi violada como indicado pelo teste de Mauchly, as análises foram ajustadas pela correção de Greenhouse-Geisser. O teste post hoc de Bonferroni foi utilizado quando uma razão F significativa foi identificada para efeito isolado dos fatores analisados ou para interação entre eles.

Diferenças na linha de base foram exploradas pelo teste t de Student para amostras independentes. A magnitude do tamanho das diferenças foi calculada pelo tamanho do efeito. Um tamanho do efeito de 0,20-0,49 foi considerado pequeno, 0,50-0,79 como moderado e  $\geq 0,80$  como grande (202).

Para análise dos dados foi utilizado o programa estatístico STATISTICA versão 10.0, adotando-se um nível de significância de  $P < 0,05$ .

## 5 RESULTADOS

### 5.1 ARTIGO 1 Comparação de duas frequências semanais de treinamento com pesos sobre a força muscular, qualidade muscular, composição corporal e perfil metabólico de mulheres idosas

#### Resumo

O objetivo do presente estudo foi comparar o efeito de duas frequências semanais ao treinamento com pesos (TP) sobre a força muscular, qualidade muscular, composição corporal e perfil metabólico de mulheres idosas. Cinquenta e duas mulheres idosas ( $\geq 60$  anos) foram aleatorizadas para a execução de um programa de TP em duas ou três vezes por semana (G2x,  $n = 26$  vs. G3x,  $n = 26$ ), durante 12 semanas (8 exercícios, 1 série de 10-15 repetições máximas). Medidas antropométricas, de composição corporal (massa livre de gordura [MLG], massa gorda, gordura corporal relativa [%gord], água corporal total, intra e extracelular), força muscular (supino em banco vertical e cadeira extensora), qualidade muscular, glicose, triglicerídeos, colesterol total, HDL-C, LDL-C, proteína C-reativa (PCR), fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1 (IGF-1), testosterona e ingestão energética foram realizadas pré e pós-treinamento. Interação significativa tempo vs. grupo ( $P < 0,05$ ) foi observada somente para força muscular no supino em banco vertical, com maiores aumentos para G3x (G3x = +31,1% vs. G2x = +17,5%) e para qualidade muscular (G3x = +24% vs. G2x = +17%). A força muscular no exercício cadeira extensora (G3x = +16,35% vs. G2x = +18,19%), MLG (G3x = +1,2% vs. G2x = +0,9%), massa gorda (G3x = -2,1% vs. G2x = -2,8%), %gord (G3x = -2,4% vs. G2x = -2,4%), glicose (G3x = -8% vs. G2x = -6%), colesterol total (G3x = -11% vs. G2x = -9%), LDL-C (G3x = -13% vs. G2x = -9%), PCR (G3x = -20% vs. G2x = -33%) variaram de forma similar para ambos os grupos. Testosterona, HDL-C, triglicerídeos e IGF-1 não sofreram alterações ao longo de todo o estudo para os grupos. Concluiu-se que o TP executado a uma maior frequência semanal (3 vezes por semana) promove maiores aumentos na força muscular de membros superiores, todavia, igualmente efetivo (duas ou três vezes por semana) para as modificações na composição corporal e perfil metabólico de mulheres idosas.

**Palavras-chave:** envelhecimento, exercícios resistidos, tecido adiposo, agentes anabólicos, inflamação.

## **Introdução**

Modificações no perfil hormonal, reduções na força muscular e alterações nos componentes da composição corporal, como por exemplo, perda de massa muscular e aumentos na quantidade de gordura corporal são consequências comuns do processo de envelhecimento (27) e estão associadas à fraqueza muscular, aumento no risco de quedas e fraturas. Estas alterações aumentam o risco de desenvolvimento do diabetes tipo 2, intolerância à glicose e hipertensão arterial (14, 19-21). Adicionalmente, reduções nas concentrações de hormônios anabólicos e aumentos nos marcadores inflamatórios induzem reduções na força e massa muscular (190), bem como o desenvolvimento de aterosclerose (171).

Devido a essas modificações e ao aumento no número de indivíduos com estilo de vida sedentário, fortes evidências têm apontado a prática de programas de treinamento com pesos (TP) como uma das principais medidas contra os declínios provenientes do envelhecimento (31, 47, 56). Porém, parece ainda existir escassez de informação sobre o efeito da manipulação das diferentes variáveis que envolvem os programas de TP sobre os inúmeros desfechos em indivíduos idosos. Investigações mais recentes têm analisado os possíveis efeitos do TP na força muscular mediante diferentes combinações de intervalos de recuperação entre séries (48), diferentes intensidades (50), bem como do número de séries (56).

Independentemente do número de sessões semanais, há indicativos de que a realização de um programa de TP deve ocorrer de duas a três vezes por semana (31, 47), todavia, a frequência semanal mais apropriada ainda não está bem estabelecida na literatura, tendo em vista que os resultados dos estudos que envolvem manipulação no número de sessões semanais de TP são controversos, principalmente em termos de capacidade funcional (60, 62) e força muscular (59). Além disso, perfis hormonal, lipídico e inflamatório, incluindo, por exemplo, proteína C-reativa (PCR), considerada um fator de risco devido à sua associação com eventos cardiovasculares (171) e reduções nos níveis de força muscular (172) podem ser consideradas variáveis extremamente importantes, as quais são, em muitos casos, pouco investigadas, especialmente em estudos envolvendo comparações de diferentes frequências semanais ao TP.

Assim, novas pesquisas precisam ser desenvolvidas com indivíduos idosos, objetivando analisar o possível efeito de diferentes frequências ao TP sobre diferentes desfechos, principalmente aqueles que possuem estreita relação com a saúde desse tipo de população. Portanto, o objetivo do presente estudo foi comparar o efeito de duas diferentes frequências semanais ao TP sobre a força muscular, qualidade muscular, composição corporal e perfil metabólico de mulheres idosas. A hipótese seria de que indivíduos idosos submetidos a uma maior frequência semanal ao TP apresentariam modificações superiores àqueles que, por sua vez, estivessem engajados ao programa de TP executado a uma menor frequência semanal.

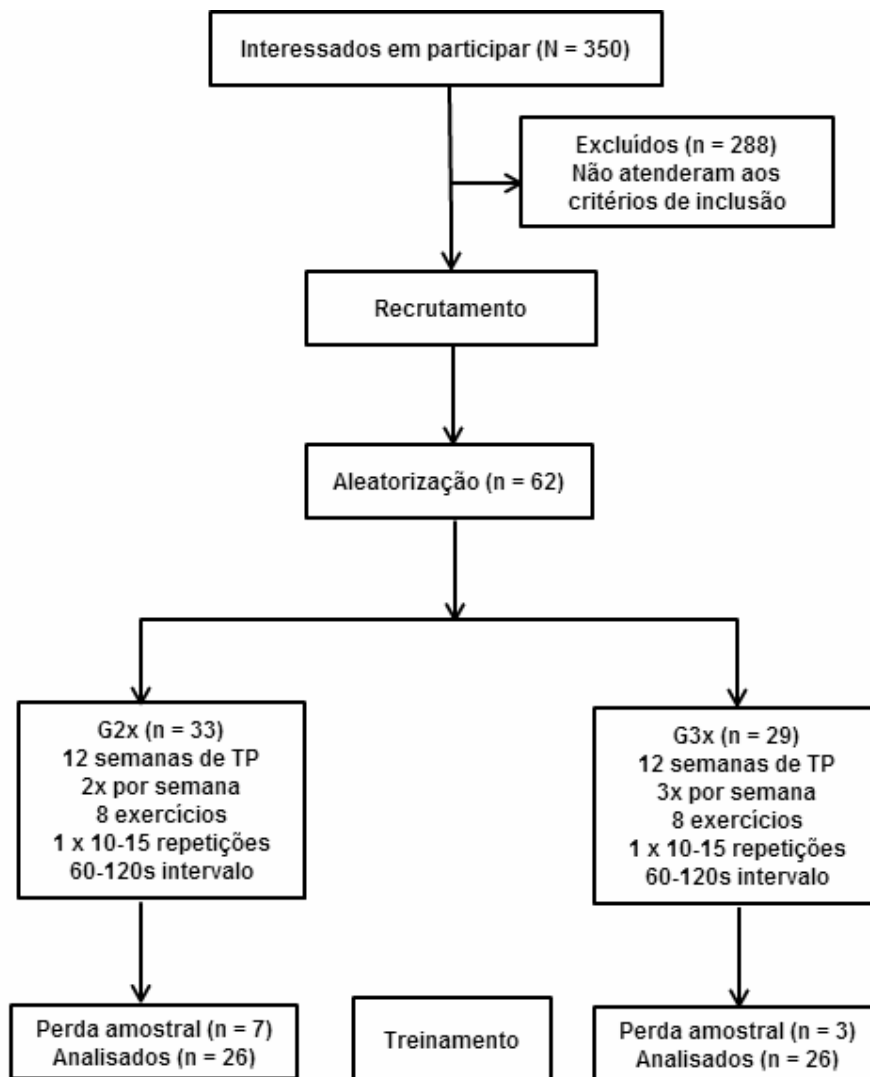
## **Materiais e métodos**

### **Participantes**

Inicialmente, 350 mulheres idosas ( $\geq 60$  anos) voluntariaram-se para participar do presente estudo. O recrutamento foi realizado por meio de divulgação com distribuição de panfletos em residências, feiras e regiões comerciais próximas ao local de treinamento, além de informativos em jornais, rádio, televisão e correio. Todas as participantes interessadas preencheram um histórico de saúde detalhado e questionário de atividade física e foram, subsequentemente, admitidas ao estudo de acordo com os seguintes critérios de inclusão: não hipertensas (pressão arterial sistólica  $< 140$  mmHg e pressão arterial diastólica  $< 90$  mmHg), não-diabéticas, livres de qualquer disfunção cardíaca ou renal, não-fumantes, sem estarem realizando terapia de reposição hormonal e não estarem envolvidas com a prática de programas de exercícios físicos a uma frequência maior do que uma vez por semana nos últimos seis meses precedentes ao início do estudo.

Posteriormente a este processo, sessenta e duas mulheres idosas foram incluídas na presente investigação e submetidas a um teste de esforço realizado por um cardiologista antes de serem liberadas sem restrições para participação na pesquisa. As participantes foram então aleatorizadas em um dos dois grupos: um grupo que executou o programa de TP duas vezes por semana (G2x,  $n = 33$ ) e um grupo que realizou o mesmo programa de TP três vezes por semana (G3x,  $n = 29$ ), ambos por 12 semanas. Como critério de exclusão, a aderência às sessões de treinamento foi estabelecida em 80% do total das sessões pré-determinadas para cada um dos grupos, sendo, portanto, um mínimo de 19

sessões para o G2x e 30 sessões para G3x. Cinquenta e duas participantes finalizaram o estudo e, portanto, foram incluídas nas análises (G2x,  $n = 26$  vs. G3x,  $n = 26$ ). As razões para a perda amostral incluíram abandono voluntário e não aderência ao treinamento. Após receberem informações sobre a finalidade do estudo e os procedimentos aos quais seriam submetidas, todas as participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética local, de acordo com as normas da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde sobre pesquisa envolvendo seres humanos. A figura 1 ilustra o processo de recrutamento e de alocação das participantes.



**Figura 1.** Representação esquemática do recrutamento e alocação das participantes.

## **Delineamento experimental**

O estudo foi estruturado em um total de 16 semanas, com duas semanas dedicadas às avaliações, 12 semanas ao programa de TP e, finalmente, duas semanas para avaliações finais. Medidas antropométricas, de composição corporal, força muscular, qualidade muscular e de perfil metabólico foram realizadas pré e pós-treinamento. As participantes foram orientadas a não executar outro tipo de exercício físico ao longo de todo o experimento.

## **Medidas antropométricas**

A massa corporal foi mensurada em uma balança de plataforma digital, marca Urano, modelo PS 180, com resolução de 0,1 kg, ao passo que a estatura foi determinada em um estadiômetro de madeira com resolução de 0,1 cm, de acordo com os procedimentos descritos por (198). 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).

## **Composição corporal**

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, modelo G.E. PRODIGY – LNR 41.990, 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 deveriam estar 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 padrões 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 sobre a massa de gordura, gordura corporal relativa e massa livre de gordura.

Medidas prévias de teste-reteste em nove idosas foram realizadas com intervalo de 24-48 h entre elas, resultando em Erro Padrão de Medida de 0,96% e Coeficiente de Correlação Intraclasse  $> 0,98$  para % de gordura corporal, e Erro Padrão de Medida de 1,16 kg e Coeficiente de Correlação Intraclasse  $> 0,93$  para massa livre de gordura.

Medidas de bioimpedância elétrica espectral (Xitron Hydra, modelo 4200, Xitron Technologies, San Diego, CA, USA) foram utilizadas para a determinação da água corporal total (ACT) e das frações intra (ACI) e extracelular (ACE), 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 supinada e as pernas abduzidas em  $45^\circ$  por aproximadamente 10min. 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 (199).

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 aos testes. 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 feitos nas primeiras horas da manhã, em jejum, inclusive de água, de pelo menos oito horas, após o esvaziamento da bexiga.

Medidas prévias de teste-reteste em nove idosas foram realizadas com intervalo de 24-48 h entre elas, resultando em Erro Padrão de Medida de 0,32 L e Coeficiente de Correlação Intraclasse  $> 0,98$  para para água corporal extracelular, Erro Padrão de Medida de 0,19 L e Coeficiente de Correlação Intraclasse  $> 0,99$  para água corporal intracelular, Erro Padrão de Medida de 0,38 L e Coeficiente de Correlação Intraclasse  $> 0,98$  para para água corporal total.

## **Ingestão energética**

Registros alimentares de três dias foram utilizados para monitoramento dos hábitos alimentares das participantes durante o período do estudo. Os dias da semana adotados para o preenchimento dos registros foram Segunda-feira, Quinta-feira e Domingo.

As informações sobre a forma de preenchimento dos registros foram fornecidas individualmente às participantes por uma nutricionista habituada a esse tipo de procedimento. Medidas caseiras padronizadas foram utilizadas para a estimativa da quantidade de alimentos e bebidas consumidas. O consumo energético total e as proporções ingeridas de macronutrientes foram determinados por meio do programa para avaliação nutricional Avanutri Processor Nutrition Software, Rio de Janeiro, Brasil; Versão 3.1.4.

Todas as participantes foram orientadas a não modificarem seus hábitos alimentares diários durante todo o período de duração do estudo. A ingestão de água foi *ad libitum*.

## **Força muscular**

A força muscular máxima foi determinada por meio do teste de uma repetição máxima (1RM) em dois 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 e cadeira extensora, respectivamente. O intervalo entre os exercícios foi de cinco minutos. Esses exercícios foram escolhidos por serem bastante populares nos programas de TP de indivíduos com diferentes níveis de treinabilidade.

Cada um dos dois 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 fossem completadas duas repetições na primeira tentativa, ou mesmo se não fosse completada sequer uma repetição, uma segunda tentativa seria 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 derradeira tentativa, caso ainda não se tivesse determinado a carga referente a uma única repetição máxima. Portanto, a carga registrada como 1RM foi aquela na qual foi possível ao indivíduo completar somente uma única repetição máxima (200). A velocidade de execução dos movimentos durante os testes de 1RM não foi controlada.

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 h. Vale ressaltar que a forma e a técnica de execução de cada exercício foram padronizadas e continuamente monitoradas, na tentativa de garantir a eficiência do teste.

Adicionalmente, os resultados de 1RM foram utilizados para calcular a qualidade muscular, a qual foi determinada por meio da soma dos escores de 1RM nos exercícios supino em banco vertical e cadeira extensora (em quilogramas), divididos pela MLG (em kg).

### **Carga de treino**

Durante todo o estudo a carga utilizada (kg) em cada um dos exercícios foi registrada na ficha de treinamento de todas as participantes, individualmente. Desta forma, a carga de treino foi calculada, semanalmente, por meio do somatório das cargas empregadas em cada um dos oito exercícios.

### **Perfil metabólico**

Coletas de sangue foram realizadas em sala adaptada para este fim, na própria universidade, para posterior dosagem em laboratório especializado no Hospital Universitário da Universidade Estadual de Londrina. As coletas foram realizadas entre 7h00 e 9h00, por duas técnicas de laboratório especializadas, após 12 h de jejum e após no mínimo 48 h desde a última sessão de treinamento. Para a coleta as participantes foram posicionadas sentadas, por um período de pelo menos cinco minutos de repouso, com o braço apoiado sobre um suporte que fica aproximadamente à altura de seus ombros. O braço foi garroteado no ponto médio

do úmero e feita assepsia com algodão embebido em álcool 70%, e puncionado com agulha descartável de 25 X 8 mm no referido local.

Dez mililitros de sangue venoso na prega do cotovelo foram coletados e depositados em dois tubos a vácuo, um com gel separador sem anticoagulante, centrifugadas por 10 min a 3.000 rpm para separar o soro. 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 determinações de glicose, colesterol total, HDL-C, triglicerídeos e PCR foram feitas em um sistema auto-analisador bioquímico Dimension®RxL, (Deerfield, IL, EUA). LDL-C foi calculada por meio de equação específica (201). As determinações utilizaram métodos consagrados na literatura médica e foram realizadas de acordo com os protocolos dos fabricantes. A testosterona e o fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1 (IGF-1) foram determinados pelo método de quimiluminescência, por meio do analisador imunoensaio LIAISON (Soaring S.T.A, Saluggia, Itália).

Todas as participantes foram estratificadas de acordo com a seguinte classificação: para colesterol total: alto,  $\geq 240$  mg/dL; limítrofe, 200-239 mg/dL; desejável,  $< 200$  mg/dL. Para HDL-C: desejável,  $> 60$  mg/dL; baixo  $< 40$  mg/dL. Para LDL-C: muito alto,  $\geq 190$  mg/dL; alto, 160-189 mg/dL; limítrofe, 130-159 mg/dL; ótimo,  $< 100$  mg/dL; desejável, 100-129 mg/dL. Para triglicerídeos: muito alto,  $\geq 500$  mg/dL; alto, 200-499 mg/dL; limítrofe, 150-200 mg/dL; desejável,  $< 150$  mg/dL (V Brazilian Guideline of Dyslipidemia and Atherosclerosis Prevention, 2013). Para glicose: alterada,  $\geq 100$  mg/dL; normal,  $< 100$  mg/dL (203). Para PCR: baixo risco,  $< 1$  mg/L; risco moderado, 1-3 mg/L; alto risco,  $> 3$  mg/L (204). Para IGF-1 e testosterona os valores de referência do fabricante foram utilizados.

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

O programa de TP foi executado durante 12 semanas no período da manhã. O protocolo de treinamento foi baseado nas recomendações para TP em indivíduos idosos (31), estruturado para estimular os diferentes segmentos corporais

(membros superiores, tronco e membros inferiores), utilizando-se de pesos livres e máquinas. Todas as participantes foram individualmente supervisionadas por profissionais da área da Educação Física experientes em TP, a fim de garantir a execução segura e consistente dos exercícios.

O grupo G2x executou o programa de TP duas vezes por semana (Terças e Quintas-feiras) e o grupo G3x realizou o mesmo programa de TP três vezes por semana (Segundas, Quartas e Sextas-feiras). O programa de TP compreendeu 8 exercícios, executados na seguinte ordem: supino em banco vertical, leg press horizontal, remada sentada articulada, cadeira extensora, rosca no banco Scott, mesa flexora, tríceps no pulley e panturrilha sentada. Todas as participantes realizaram uma série de 10 a 15 repetições máximas para cada exercício. As participantes foram instruídas a inspirar durante a fase excêntrica, expirar na fase concêntrica e controlar a velocidade do movimento à razão de 1:2 (fases concêntrica e excêntrica, respectivamente).

O intervalo de recuperação entre cada exercício foi de um a dois minutos e as cargas foram reajustadas periodicamente (aumentos de 2 a 5% para membros superiores e 5 a 10% para membros inferiores), em cada exercício, quando o número máximo de repetições programadas fosse atingido em duas sessões de treinamento consecutivas (31).

Ao final de cada sessão de treinamento, aproximadamente cinco minutos foram destinados para o alongamento dos grupos musculares exercitados durante o programa de TP. Todas as participantes foram orientadas a manterem os níveis normais de atividade física ao longo do estudo e a não iniciarem novos programas de exercícios físicos durante o período experimental.

### **Tratamento estatístico**

Para análise da distribuição dos dados foi empregado o teste de Shapiro-Wilk e os dados foram expressos em média e desvio-padrão. O teste de Levene foi aplicado para analisar a homogeneidade das variâncias. Análise de variância (ANOVA) 2 x 2 para medidas repetidas foi utilizada para as comparações intra e inter-grupos. Nas variáveis nas quais a esfericidade foi violada como indicado pelo teste de Mauchly, as análises foram ajustadas pela correção de Greenhouse-Geisser. O teste post hoc de Bonferroni foi utilizado quando uma razão F significativa

foi identificada para efeito isolado dos fatores analisados ou para interação entre eles.

Diferenças na linha de base foram exploradas pelo teste t de Student para amostras independentes. A magnitude do tamanho das diferenças foi calculada pelo tamanho do efeito. Um tamanho do efeito (TE) de 0,20-0,49 foi considerado pequeno, 0,50-0,79 como moderado e  $\geq 0,80$  como grande (202).

Para análise dos dados foi utilizado o programa estatístico STATISTICA versão 10.0 (STATSOFT INC., TULSA, OK, USA), adotando-se um nível de significância de  $P < 0,05$ .

## Resultados

A aderência total das participantes ao programa de TP foi de 83% para G2x e de 92% para G3x. A tabela 1 apresenta as características gerais dos grupos no pré-treinamento. Não houve diferenças significantes para as variáveis analisadas.

**Tabela 1.** Características gerais dos grupos no pré-treinamento.

Variável	G2x (n = 26)	G3x (n = 26)	<i>P</i>
Idade (anos)	69,0 ± 5,7	68,5 ± 5,5	0,70
Massa corporal (kg)	71,7 ± 13,0	70,3 ± 13,4	0,61
Estatura (cm)	157,0 ± 6,1	157,7 ± 7,5	0,68
Índice de massa corporal (kg/m <sup>2</sup> )	28,9 ± 5,8	27,7 ± 4,9	0,42

**Nota.** G2x = grupo que executou o programa de treinamento com pesos duas vezes por semana; G3x = grupo que executou o programa de treinamento com pesos três vezes por semana. Os dados estão expressos em média e desvio padrão.

Adicionalmente, não houve diferença significativa na ingestão energética e de macronutrientes intra ou inter-grupos ao longo de todo o estudo (Tabela 2).

**Tabela 2.** Ingestão energética e de macronutrientes dos grupos pré e pós-treinamento.

Variável	Grupo	Pré-treinamento	Pós-treinamento	TE	Efeitos		
					Grupo	Tempo	Interação
Ingestão calórica total (kcal/kg)	G2x	23,0 ± 8,3	25,7 ± 6,4	0,33	0,59	0,89	0,20
	G3x	26,3 ± 11,1	25,1 ± 11,3	-0,11			
Carboidratos (g/kg)	G2x	3,5 ± 1,4	3,9 ± 0,9	0,29	0,85	0,76	0,32
	G3x	4,0 ± 1,5	3,7 ± 1,6	-0,20			
Proteínas (g/kg)	G2x	0,9 ± 0,4	0,9 ± 0,3	0	0,43	0,22	0,23
	G3x	1,1 ± 0,5	0,9 ± 0,4	-0,40			
Lipídeos (g/kg)	G2x	0,6 ± 0,2	0,7 ± 0,3	0,50	0,51	0,63	0,39
	G3x	0,7 ± 0,4	0,7 ± 0,1	0			

**Nota.** G2x = grupo que executou o programa de treinamento com pesos duas vezes por semana; G3x = grupo que executou o programa de treinamento com pesos três vezes por semana; TE = tamanho do efeito. Os dados estão expressos em média e desvio padrão.

Após o treinamento, houve efeito do tempo para MLG ( $P = 0,02$ ), com aumentos significantes para G2x (+0,4 kg) e para G3x (+0,5 kg), além de efeito do tempo para massa gorda e %gord ( $P = 0,003$ ), com redução significante para ambos os grupos (G2x = -2,8%, G3x = -2,1% e -2,4% para G2x e G3x, para massa gorda e %gord, respectivamente), sem diferença entre os grupos. O estado de hidratação (ACT, ACI e ACE), massa corporal e IMC não sofreram alterações após o programa de TP (Tabela 3).

**Tabela 3.** Componentes da composição corporal pré e pós-treinamento em ambos os grupos (G2x, n = 26 vs. G3x, n = 26).

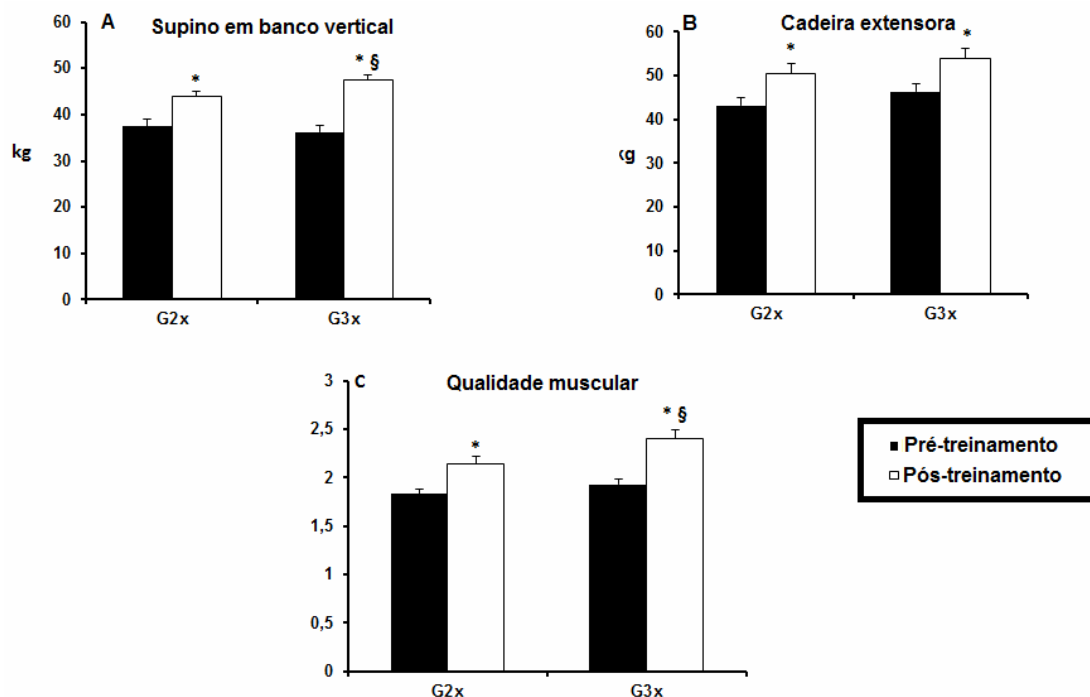
Variável	Grupo	Pré-treinamento	Pós-treinamento	Delta (%)	TE	Efeitos		
						Grupo	Tempo	Interação
Massa corporal (kg)	G2x	71,7 ± 13,0	71,3 ± 13,5	+0,6	0,01	0,78	0,24	0,37
	G3x	70,3 ± 13,4	70,2 ± 13,6	+0,1	-0,01			
MLG (kg)	G2x	43,9 ± 5,9	44,3 ± 6,2*	+0,9	0,07	0,55	0,02	0,76
	G3x	42,8 ± 6,0	43,3 ± 5,8*	+1,2	0,08			
Massa gorda (kg)	G2x	27,8 ± 10,6	27,0 ± 10,2*	-2,8	-0,08	0,95	0,003	0,54
	G3x	27,5 ± 10,0	26,9 ± 10,2*	-2,1	-0,06			
%gord	G2x	37,6 ± 7,6	36,7 ± 7,4*	-2,4	-0,12	0,81	0,003	0,97
	G3x	38,1 ± 6,4	37,2 ± 7,2*	-2,4	-0,14			

ACT (L)	G2x	34,5 ± 6,7	34,1 ± 6,5	-1,2	-0,06	0,52	0,07	0,15
	G3x	31,9 ± 5,8	32,3 ± 5,4	+1,3	0,07			
ACE (L)	G2x	14,5 ± 2,0	14,3 ± 2,3	-1,4	-0,11	0,18	0,29	0,50
	G3x	13,4 ± 1,7	13,3 ± 1,8	-0,7	-0,06			
ACI (L)	G2x	20,0 ± 5,0	19,8 ± 4,3	-1,0	-0,04	0,18	0,46	0,08
	G3x	18,2 ± 4,0	18,7 ± 3,6	+2,7	0,13			

**Nota.** \* $P < 0,05$  vs. pré-treinamento. G2x = grupo que executou o programa de treinamento com pesos duas vezes por semana; G3x = grupo que executou o programa de treinamento com pesos três vezes por semana; TE = tamanho do efeito; MLG = massa livre de gordura; %gord = gordura corporal relativa; ACT = água corporal total; ACE = água corporal extracelular; ACI = água corporal intracelular; IMC = índice de massa corporal. Os dados estão expressos em média e desvio padrão.

A figura 2 apresenta os resultados dos testes de 1RM nos exercícios supino em banco vertical e cadeira extensora e a qualidade muscular de ambos os grupos ao longo do experimento. Uma interação significativa tempo vs. grupo foi observada para a força muscular ( $P < 0,001$ ), a qual aumentou significativamente para ambos os grupos no supino em banco vertical (painel A) após o período de intervenção (G3x = +31% vs. G2x = +17,5%,  $P < 0,001$ ), com ganhos superiores para G3x (~50% a mais que G2x). O nível de força muscular no exercício cadeira extensora (painel B) aumentou significativamente em ambos os grupos ( $P < 0,001$ ), sem diferença entre eles ( $P = 0,90$ ). Os tamanhos do efeito foram grandes para ambos os grupos e exercícios (supino em banco vertical: G3x = 2,33 vs. G2x = 0,93; cadeira extensora: G2x = 0,89), exceto para cadeira extensora para o G3x, o qual foi moderado (0,70).

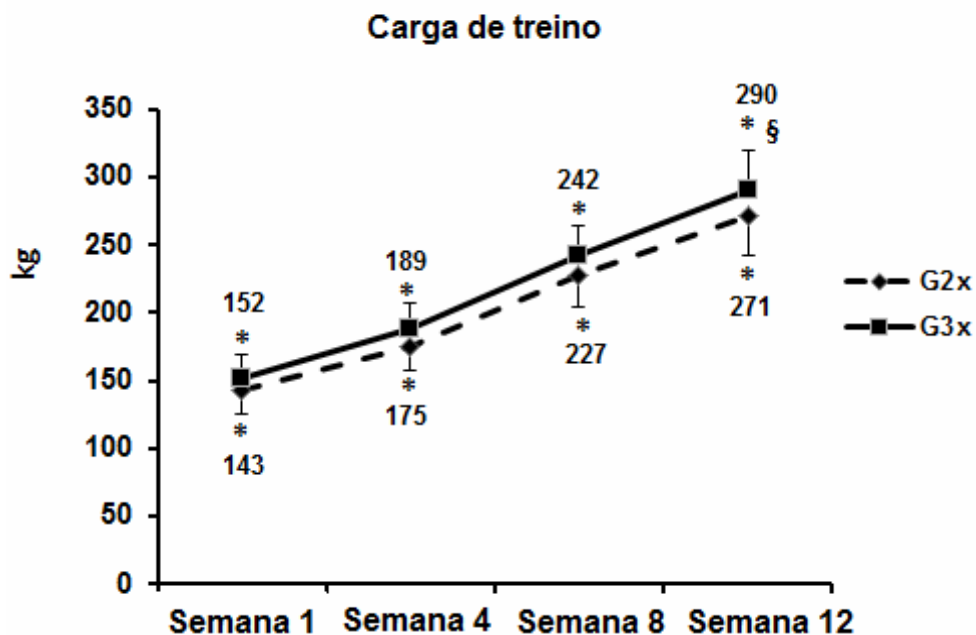
A qualidade muscular, calculada como a soma dos valores médios de 1RM nos exercícios supino em banco vertical e cadeira extensora, divididos pela MLG (painel C) apresentou interação significativa tempo vs. grupo, a qual aumentou para ambos os grupos após o programa de TP (G3x = +24% vs. G2x = +17%,  $P < 0,001$ ), com maiores aumentos para G3x ( $P < 0,05$ ).



**Figura 2.** Força muscular dos grupos (G2x, n = 26 vs. G3x, n = 26) nos exercícios supino em banco vertical (painel A), cadeira extensora (painel B) e qualidade muscular (soma dos valores médios de 1RM nos exercícios supino em banco vertical

e cadeira extensora, divididos pela massa livre de gordura (painel C) pré e pós-treinamento. G2x = grupo que executou o programa de treinamento com pesos duas vezes por semana; G3x = grupo que executou o programa de treinamento com pesos três vezes por semana; \* $P < 0,05$  vs. pré-treinamento; § $P < 0,05$  vs. G2x. Os dados estão expressos em média e desvio padrão.

A carga de treino dos grupos (figura 3) apresentou interação significativa tempo vs. grupo ( $P = 0,04$ ), a qual aumentou significativamente para ambos os grupos, com aumentos de 82% para G2x e de 92% para G3x, quando comparadas as cargas de treino empregadas na última semana vs. primeira semana de treinamento, respectivamente (G2x = 271,15 kg vs. 142,78 kg,  $P < 0,001$ , TE = 7,33; G3x = 290,48 kg vs. 151,52 kg,  $P < 0,001$ , TE = 10,85). O grupo G3x apresentou um aumento maior que o G2x somente na semana 12 ( $P = 0,01$ , TE = 0,66). Na primeira, quarta e oitava semanas os aumentos na carga de treino foram semelhantes entre os grupos.



**Figura 3.** Carga de treino (kg) dos grupos durante a intervenção (G2x, n = 26 vs. G3x, n = 26). G2x = grupo que executou o programa de treinamento com pesos duas vezes por semana; G3x = grupo que executou o programa de treinamento com pesos três vezes por semana. \* $P < 0,05$  vs. semana anterior. § $P < 0,05$  vs. G2x.

Houve interação significativa grupo vs. tempo. Os dados estão expressos em média e desvio padrão.

Houve efeito significativo do tempo para glicose, colesterol total e LDL-C, os quais reduziram após o período de intervenção para ambos os grupos, com redução média de 6 mg/dL e 8 mg/dL para glicose; para o colesterol total de 19 mg/dL e 24 mg/dL e para LDL-C de 11 mg/dL e 17 mg/dL para G2x e G3x, respectivamente. Adicionalmente, a PCR apresentou efeito significativo do tempo, com reduções médias de 1 mg/dL para G2x e 0,6 mg/dL para G3x, sem diferença entre os grupos. A HDL-C, triglicérides, IGF-1 e testosterona não alteraram após a intervenção para os grupos (Tabela 4).

**Tabela 4.** Perfil metabólico após 12 semanas de TP em ambos os grupos (G2x, n = 26 vs. G3x, n = 26).

Variável	Grupo	Pré-treinamento	Pós-treinamento	Delta (%)	TE	Efeitos		
						Grupo	Tempo	Interação
Glicose (mg/dL)	G2x	104 ± 10	98 ± 11*	-5,8	-0,60	0,84	< 0,001	0,73
	G3x	104 ± 18	96 ± 14*	-7,7	-0,44			
Colesterol total (mg/dL)	G2x	206 ± 37	187 ± 27*	-9,2	-0,51	0,40	< 0,001	0,93
	G3x	219 ± 49	195 ± 36*	-11	-0,49			
HDL-C (mg/dL)	G2x	56 ± 13	55 ± 13	-1,8	-0,08	0,20	0,35	0,78
	G3x	66 ± 23	64 ± 22	-3,0	-0,09			
LDL-C (mg/dL)	G2x	123 ± 31	112 ± 29*	-8,9	-0,35	0,95	< 0,001	0,64
	G3x	126 ± 39	109 ± 32*	-13,5	-0,44			
Triglicédeos (mg/dL)	G2x	104 ± 36	98 ± 44	-5,8	-0,17	0,84	0,25	0,08
	G3x	109 ± 46	100 ± 38	-8,3	-0,20			
PCR (mg/L)	G2x	3,0 ± 1,4	2,0 ± 1,1*	-33,3	-0,71	0,96	< 0,001	0,15
	G3x	3,0 ± 1,7	2,4 ± 1,5*	-20,0	-0,35			
IGF-1 (ng/mL)	G2x	112 ± 33	109 ± 39	-2,7	-0,09	0,43	0,36	0,78
	G3x	129 ± 46	122 ± 46	-5,4	-0,15			

Testosterona (ng/dL)	G2x	29 ± 13	25 ± 12	-13,8	-0,31	0,42	0,09	0,45
	G3x	30 ± 14	27 ± 12	-10,0	-0,21			

---

**Nota.** \* $P < 0,05$  vs. pré-treinamento; G2x = grupo que executou o programa de treinamento com pesos duas vezes por semana; G3x = grupo que executou o programa de treinamento com pesos três vezes por semana; HDL-C = lipoproteína de alta densidade; LDL-C = lipoproteína de baixa densidade; IGF-1 = fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1; PCR = proteína C-reativa; TE = tamanho do efeito. Os dados estão expressos em média e desvio padrão.

A tabela 5 apresenta a classificação das participantes de acordo com os valores de referência para cada um dos componentes do perfil metabólico de ambos os grupos pré e pós-treinamento. G3x aumentou o número de mulheres idosas com colesterol total desejável em 30% após a investigação. Para a HDL-C, houve aumento de 4% no número de participantes com valores considerados desejáveis para ambos os grupos após o período de treinamento, com porcentagens mais expressivas para a LDL-C (G2x = +18% vs. G3x = +40%). Para os triglicérides, o G2x aumentou o número de participantes com valores padrões aceitáveis em 11%, ao passo que o G3x diminuiu o número de mulheres idosas com escores desejáveis em 14%.

**Tabela 5.** Classificação das participantes de ambos os grupos de acordo com os pontos de corte pré-estabelecidos para cada um dos componentes do perfil metabólico pré e pós-treinamento.

Variável	G2x (n = 26)		G3x (n = 26)	
	Pré-treinamento	Pós-treinamento	Pré-treinamento	Pós-treinamento
<b>Glicose (mg/dL)</b>				
Alterada ( $\geq 100$ )	15 (58%)	9 (35%)	13 (50%)	9 (35%)
Normal ( $< 100$ )	11 (42%)	17 (65%)	13 (50%)	17 (65%)
<b>Colesterol total (mg/dL)</b>				
Alto ( $\geq 240$ )	4 (15%)	1 (4%)	5 (19%)	5 (19%)
Limítrofe (200-239)	8 (31%)	11 (42%)	11 (42%)	8 (31%)
Desejável ( $< 200$ )	14 (54%)	14 (54%)	10 (39%)	13 (50%)
<b>HDL-C (mg/dL)</b>				
Alto ( $> 60$ )	8 (31%)	7 (27%)	10 (38%)	12 (46%)
Bom (40-60)	15 (58%)	17 (65%)	15 (58%)	13 (50%)
Baixo ( $< 40$ )	3 (11%)	2 (8%)	1 (4%)	1 (4%)
<b>LDL-C (mg/dL)</b>				
Muito alto ( $\geq 190$ )	1 (4%)	1 (4%)	2 (8%)	1 (4%)
Alto (160-189)	4 (15%)	1 (4%)	2 (8%)	2 (8%)

Limítrofe (130-159)	4 (15%)	5 (20%)	7 (27%)	2 (8%)
Desejável (100-129)	12 (46%)	13 (50%)	5 (20%)	8 (31%)
Ótimo (< 100)	5 (20%)	6 (22%)	10 (37%)	13 (49%)
Triglicerídeos (mg/dL)				
Muito alto ( $\geq 500$ )	0	0	0	0
Alto (200-499)	4 (15%)	3 (12%)	1 (4%)	4 (15%)
Limítrofe (150-200)	2 (8%)	2 (8%)	4 (15%)	4 (15%)
Desejável (< 150)	20 (73%)	21 (80%)	21 (81%)	18 (70%)
PCR (mg/L)				
Baixo risco (< 1)	0	10 (39%)	3 (12%)	6 (24%)
Risco moderado (1-3)	16 (62%)	11 (42%)	13 (50%)	10 (38%)
Alto risco (> 3)	10 (38%)	5 (19%)	10 (38%)	10 (38%)
IGF-1 (ng/ml)				
Acima de 284	0	0	0	0
Desejável (65-284)	24 (92%)	24 (92%)	23 (88%)	22 (85%)
Abaixo de 65	2 (8%)	2 (8%)	3 (12%)	4 (15%)
Testosterona (ng/dL)				
Acima de 75	0	0	0	0

Desejável (15-75)	20 (77%)	20 (77%)	21 (81%)	21 (81%)
Abaixo de 15	6 (23%)	6 (23%)	5 (19%)	5 (19%)

---

**Nota.** G2x = grupo que executou o programa de treinamento com pesos duas vezes por semana; G3x = grupo que executou o programa de treinamento com pesos três vezes por semana; HDL-C = lipoproteína de alta densidade; LDL-C = lipoproteína de baixa densidade; IGF-1 = fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1; PCR = proteína C-reativa. Os dados estão expressos em frequências absolutas e relativas.

## Discussão

Os principais achados do presente estudo foram: a) três sessões por semana de um programa de TP, comparadas a duas sessões, promoveram maiores aumentos na carga de treino, na força muscular de membros superiores e de tronco e na qualidade muscular de mulheres idosas; b) Ambas as frequências de TP promoveram aumentos significantes e similares na força muscular de membros inferiores e na MLG, bem como redução na quantidade de massa gorda e %gord, glicose, colesterol total, LDL-C e PCR e c) IGF-1, testosterona e outros componentes do perfil lipídico não sofreram alterações após a prática do programa de TP, independentemente da frequência semanal adotada.

## Composição corporal

Em relação à composição corporal, os resultados acerca da MLG no presente estudo estão em acordo com investigações anteriores, as quais encontraram aumentos significantes na MLG após períodos mais curtos (+7 a 13%, 9 semanas, 3 vezes por semana) (64), períodos similares (+1,1 a 1,6%, 12 semanas, 1-3 vezes por semana) (205), ou mesmo períodos mais longos (+3,5% a +7%, 16 a 26 semanas, 2-3 vezes por semana) de programas de TP (15, 164, 206). Pesquisadores também encontraram ganhos similares na massa muscular em grupos que executaram o TP em uma, duas ou três sessões semanais (+10%, 16 semanas,  $P < 0,05$ ) (173), bem como aumentos na MLG (+4%, 16 semanas, 3 vezes por semana) (207). Assim, programas de TP, independentemente da frequência semanal adotada, parece ser uma estratégia interessante para contrapor os efeitos deletérios do processo natural de envelhecimento, os quais levam, geralmente, a redução na massa corporal magra ao longo dos anos. Além disso, aumentos na massa muscular podem reduzir o surgimento de diversos fatores de risco cardiovasculares (208).

Nosso estudo encontrou, ainda, redução na massa gorda e no %gord para ambos os grupos, resultados estes similares a uma pesquisa anterior, a qual mostrou que um programa de TP executado três vezes por semana, durante 10 semanas (209) é eficiente para modificar os componentes da composição corporal de idosos, principalmente quando o treinamento é executado em associação com

déficit calórico (210). Vale destacar que pode haver aumento de aproximadamente 18% na infiltração de gordura em indivíduos idosos que não participam de um programa de exercícios físicos (120), além da estreita relação do aumento da quantidade de gordura corporal com o surgimento de doenças crônicas (23). Outra possível explicação é que o treinamento promove aumento na taxa metabólica de repouso, por meio da regulação do gasto energético direto promovido pelo exercício e a elevação do gasto energético em repouso, possivelmente induzindo a redução no estoque de gordura corporal (211, 212). Ainda, há relatos mostrando que, independentemente da frequência semanal ao TP adotada, não há modificações positivas no %gord de idosos (173, 161). As diferenças entre os resultados disponíveis na literatura podem estar relacionadas aos distintos métodos de avaliação da composição corporal utilizados nos estudos supracitados.

### **Força muscular**

Os resultados de força muscular do nosso estudo suportam investigações prévias, as quais, claramente, mostram que um programa de TP promove aumentos nos níveis de força muscular logo após poucas semanas de treinamento (39, 114, 115, 213) ou mais (34, 67, 109). No que tange à frequência semanal, enquanto algumas pesquisas têm mostrado que um número maior de sessões semanais (3 vezes por semana, por exemplo) aumentam a força muscular (62), outros estudos encontraram aumentos similares quando comparadas uma ou duas sessões semanais (59, 195).

Similarmente ao nosso estudo, Orsati et al. (173) observaram maiores aumentos na força muscular de membros superiores para aqueles sujeitos que executaram o TP três vezes por semana e modificações similares na força muscular de membros inferiores para aqueles que treinaram em diferentes frequências semanais. Esta diferença está possivelmente relacionada à utilização diária dos grupos musculares de membros inferiores, sendo que, aqueles grupos musculares recrutados diariamente são mais difíceis de apresentarem modificações mais expressivas, especialmente porque nosso programa de TP tinha um volume de treino relativamente baixo. Por outro lado, um aspecto relevante é que uma única série de 10-15 repetições realizada em cada um dos oito exercícios foi suficiente para produzir aumentos significantes de 16-31% nos níveis das mulheres idosas.

Isto é importante ser mencionado, tendo em vista que o tempo dispendido para a realização de uma rotina de TP pode ser considerado uma barreira para a aderência ao exercício físico em indivíduos idosos (214).

O principal aspecto envolvido no aumento dos níveis de força muscular é que esse aumento está positivamente associado à diminuição do risco de quedas, o que, por sua vez, auxilia o indivíduo idoso a manter um estilo de vida independente (215). Pesquisadores têm mostrado, de fato, que, embora haja um déficit de 43% na capacidade de desenvolvimento de força rápida em mulheres idosas não-treinadas, esta condição pode ser superada logo após a execução de 12 semanas de TP (216). Além disso, idosos com experiência em TP geralmente possui uma capacidade de desenvolvimento de força aumentada, a qual está estritamente relacionada à execução das atividades da vida diária com eficiência (217).

Um achado interessante é que a força muscular aumentou provavelmente devido às adaptações neurais, tendo em vista que os níveis de testosterona não sofreram alterações ao longo do estudo, contradizendo, dessa forma, a idéia de que a hipertrofia muscular em resposta ao TP está relacionada, necessariamente, aos aumentos de substâncias endócrinas (218). Estudos anteriores mostraram, de fato, que indivíduos idosos não modificam os níveis de testosterona mesmo após 16, 21, 24 ou mesmo 26 semanas de TP (190, 191, 219-221). A literatura reporta que indivíduos idosos engajados em programas de exercícios físicos, objetivando o desenvolvimento da força e potência muscular, estão mais suscetíveis aos aumentos destas capacidades físicas devido às alterações no sistema neuromuscular, do que aos aumentos na massa muscular (222, 223).

### **Perfil metabólico**

Nossos resultados estão de acordo com outras pesquisas, nas quais a glicose reduziu significativamente (de -2% a -7%) após 16-24 semanas de TP, 2-3 vezes por semana (53, 181, 182). A glicose provavelmente reduziu devido à inversa relação da quantidade de massa muscular e a própria glicose (224), na qual um maior volume muscular adquirido por meio do TP aumenta a quantidade de músculo disponível para captar glicose na corrente sanguínea (184).

Além disso, nossas mulheres idosas reduziram significativamente a LDL-C e o colesterol total, ao passo que a HDL-C e os triglicerídeos não sofreram alterações em nenhum dos grupos, resultados, os quais, estão de acordo com pesquisas anteriores, que observaram reduções de 17% na LDL-C e 6% no colesterol total após 10 semanas de TP (3 vezes por semana) em mulheres idosas (159). Contrariamente, outros pesquisadores mostraram que um programa de treinamento com pesos executado durante 10 semanas, 3 vezes por semana, produziram aumentos significantes na HDL-C (+22%) e redução dos triglicerídeos (-25%) (159), enquanto outros estudos reportaram reduções significantes na HDL-C (-6%,  $P = 0,04$ ), sem alterações no colesterol total, triglicerídeos e LDL-C (160). Ainda, Correa et al. (161) não encontraram modificações no perfil lipídico (HDL-C, LDL-C, triglicerídeos, colesterol total) após 10 semanas de TP (3 vezes por semana) em mulheres pós-menopausa.

Possíveis razões para as discrepâncias entre estes estudos estão relacionadas às diferentes variáveis de um programa de TP (volume e intensidade aplicados, como por exemplo, número de exercícios, de séries e de repetições, frequência semanal), como mencionado anteriormente (163). Levando-se em consideração que as mulheres idosas do nosso estudo não modificaram a massa corporal ao longo de toda a investigação, outra possível razão a ser mencionada para a falta de modificação no perfil lipídico é que um programa de exercícios físicos que não proporciona redução na massa corporal ou um gasto energético acima de 1100 quilocalorias por sessão de treinamento, provavelmente não induz a alterações na HDL-C (166).

Os níveis de testosterona não alteraram após a intervenção nos grupos. Outros estudos já mostraram que idosos não modificaram os níveis de testosterona após 16 semanas ou mesmo 24 semanas de TP (125, 190, 191, 220, 221, 225). Orsatti et al. (136) não reportaram aumentos na testosterona após 16 semanas de TP (3 vezes por semana em mulheres pós-menopausa (45-70 anos). Programas de TP com duração até quarto meses parecem ser menos efetivos para estimular aumentos nos hormônios anabólicos de homens idosos, quando comparados a homens jovens (226), provavelmente devido à redução nas concentrações de hormônios anabólicos com o avançar da idade, o que minimiza os efeitos de programas de TP sobre as modificações endócrinas.

Em relação aos nossos achados para PCR, ambos os grupos mostraram reduções significantes e similares, o que não é totalmente suportado pelos achados de Orsati et al. (173), os quais observaram melhores resultados para PCR no grupo que foi submetido a uma maior frequência semanal de TP. Estes autores especulam que modificações na PCR em idosos seriam possíveis somente com programas de TP com duração mínima de 16 semanas ou mais e que frequências de uma ou duas vezes por semana não seriam suficientes para produzir um efeito anti-inflamatório. De fato, outros estudos não encontraram alterações na PCR após 16 semanas (63), 6 meses (174) ou 10 meses (175) de intervenção com exercícios físicos em idosos

Nosso estudo não confirma esta idéia, todavia, não podemos descartar o fato de que o estudo supracitado (173) foi composto por mulheres com sobrepeso, as quais, geralmente, possuem um perfil anti-inflamatório acentuado. No nosso estudo, por outro lado, 30% das participantes do estudo foram classificadas como eutróficas, 35% com sobrepeso e 35% obesas e essas porcentagens não se modificaram após a intervenção. Desta forma, considerando que a PCR é um importante marcador pró-inflamatório relacionado a eventos cardiovasculares (171) e que está também associado à redução de força muscular (172), nossos resultados devem ser destacados. De qualquer forma, para o nosso conhecimento, os mecanismos que permeiam os efeitos nos marcadores inflamatórios em indivíduos idosos, como por exemplo, a PCR, continuam indefinidos, apesar da literatura reportar uma relação inversa entre a PCR e a prática regular de atividade física (176-179).

### **Limitações, pontos fortes e aplicações práticas**

Embora não tenham ocorrido modificações na ingestão energética ao longo de toda a investigação, nós não controlamos o consumo energético individual. Portanto, é plausível que nossa amostra tenha subestimado a ingestão calórica em resposta a uma maior demanda energética advinda da prática do programa de TP. Neste sentido, a quantidade de proteína consumida pode ter sido insuficiente para maximizar os benefícios esperados do treinamento, tendo em vista que o TP aumenta o catabolismo proteico e o processo de regeneração, além de causar uma maior demanda de proteína na dieta para o reparo e construção de

tecidos (227). A falta de controle dos padrões de atividade física habitual das participantes durante o estudo pode também ser considerada uma limitação, haja vista que a atividade física em outros domínios pode impactar algumas variáveis analisadas. Portanto, futuras investigações são necessárias no intuito de analisar essas possíveis interferências, especialmente em mulheres idosas.

Na tentativa de garantir que ambos os grupos executaram o programa de TP com a mesma intensidade, nós monitoramos a carga empregada em cada um dos oito exercícios durante cada sessão de treinamento e, tendo em vista que encontramos aumentos similares das cargas entres os grupos, podemos assumir que houve igualdade na intensidade do treinamento para todas as participantes e que houve uma progressão da intensidade, como é recomendada pelo Colégio Americano de Medicina do Esporte (31). Portanto, podemos ressaltar esta informação como um dos pontos fortes do presente estudo e sugerir para os futuros estudos a adoção deste tipo de controle de ajuste das cargas de treino, uma vez que é uma conduta prática para a supervisão nas modificações nos níveis de força muscular, como já mencionado pelo nosso laboratório (228). Finalmente, a mensagem prática do nosso estudo é que um volume de treino relativamente baixo pode contribuir para reverter alguns efeitos negativos do processo natural de envelhecimento em mulheres idosas.

## **Conclusão**

Conclui-se que 12 semanas de TP executados duas ou três vezes por semana são igualmente efetivos para aumentar os níveis de força muscular de membros inferiores, mas, a frequência de três vezes por semana é superior para aumentar a força muscular de membros superiores e de tronco e qualidade muscular de mulheres idosas. Ambas as frequências semanais ao TP promovem reduções similares na glicose, colesterol total, LDL-C, massa gorda, %gord e PCR, além de aumentar a MLG, porém, sem alterações nos triglicerídeos, IGF-1 e testosterona.

**Agradecimentos**

Gostaríamos de agradecer às participantes pelo comprometimento para com o estudo, à Fundação Araucária e ao CNPq/Brasil pelo suporte financeiro concedido ao E.S.C. e M.A.N.

**Conflitos de interesse**

Os autores declaram que não possuem conflito de interesse quanto à publicação do presente manuscrito.

## 5.2 ARTIGO 2 Efeito da frequência de treinamento com pesos na retenção da força muscular, composição corporal e perfil metabólico de mulheres idosas após destreino

### Resumo

O objetivo do presente estudo foi determinar o efeito de diferentes frequências semanais ao treinamento com pesos (TP) no grau de retenção da força muscular, composição corporal e perfil metabólico de mulheres idosas após destreino. Quarenta e cinco mulheres idosas ( $\geq 60$  anos) foram aleatorizadas em dois grupos a realizar o TP duas ou três vezes por semana (G2x, n = 21 vs. G3x, n = 24), durante 12 semanas. O programa de TP foi composto por 8 exercícios, executados a uma série de 10-15 repetições máximas. Após o treinamento, todas as participantes foram submetidas a um período de 12 semanas de destreino. Medidas antropométricas, de composição corporal (massa livre de gordura [MLG], massa gorda, gordura corporal relativa [%gord], água corporal total [ACT], intra [ACI] e extracelular [ACE]), força muscular (supino em banco vertical e cadeira extensora), glicose, triglicerídeos, colesterol total, HDL-C, LDL-C, proteína C-reativa (PCR), IGF-1, testosterona e ingestão energética foram realizadas pré, pós-treinamento e pós-destreino. O destreino reduziu similarmente a MLG (G2x = -2,2% vs. G3x = -1,4%,  $P < 0.05$ ), ACT (G2x = -9% vs. G3x = -3%), ACE (G2x = -8% vs. G3x = -2%), ACI (G2x = -9% vs. G3x = -8%) e testosterona (G2x = -21% vs. G3x = -33%) para ambos os grupos e aumentou a massa gorda (G2x = +1,5% vs. G3x = +4,9%), %gord (G2x = +1,9% vs. G3x = +2,4%,  $P < 0,05$ ), sem retenção dos ganhos. Após o destreino a força muscular foi retida para G2x (6%) e G3x (21%), a qual foi significativamente diferente entre os grupos. A glicose (G2x = +6% vs. G3x = +10%), triglicerídeos (G2x = +20% vs. G3x = +40%) e LDL-C (G2x = +10% vs. G3x = +31%) aumentaram significativamente após o destreino para ambos os grupos, sem diferença entre eles. Colesterol total, PCR, IGF-1 e HDL-C não sofreram alterações após o destreino. Conclui-se que 12 semanas de destreino impactam negativamente os benefícios adquiridos pela prática de TP, retornando aos valores de base ou mesmo abaixo, exceto para os ganhos de força muscular de mulheres idosas.

**Palavras-chave:** envelhecimento, exercícios resistidos, tecido adiposo, agentes anabólicos, inflamação.

## **Introdução**

O treinamento com pesos (TP) tem sido considerado uma intervenção de exercício físico promissora na atenuação ou reversão das perdas de força e função muscular, bem como uma ótima estratégia ao contra fatores de risco para diversas enfermidades (229), as quais são consequências comuns do processo de envelhecimento. Adicionalmente, outras alterações positivas provenientes da prática de TP incluem melhorias no equilíbrio (35), flexibilidade (36, 230), potência muscular (38), massa livre de gordura (MLG) (41-43, 205), reduções na pressão arterial (39) e massa gorda (46, 205).

Neste sentido, um número considerável de pesquisas tem sido conduzido nas últimas décadas, envolvendo programas de TP e indivíduos idosos, os quais motivaram o Colégio Americano de Medicina do Esporte a analisar criticamente as informações disponíveis sobre esse tipo de investigação. Esta iniciativa resultou na produção sintetizada de recomendações acerca da prescrição apropriada do TP para idosos (31, 47).

Como parte da prescrição, há a recomendação da execução de exercícios com pesos para os principais grupamentos musculares a uma frequência de 2-3 vezes por semana, com intensidades variando entre 20 e 50% de uma repetição máxima (1RM), contemplando 10-15 repetições e 1-3 séries em cada exercício selecionado. Todavia, não há recomendações específicas sobre quanto tempo, em termos de dias, semanas, meses, os idosos deveriam estar engajados em programas de TP, a fim de obter os benefícios atrelados a esse tipo de exercício físico, tampouco existem informações claras sobre o impacto do período de interrupção da prática de TP nas diferentes variáveis (força muscular, massa muscular, equilíbrio, perfil lipídico, entre outros).

Ao longo dos anos, alguns estudos têm focado sua atenção em analisar o efeito da manipulação das diferentes variáveis inerentes ao TP e o subsequente efeito de períodos de destreinamento em inúmeros desfechos, como por exemplo, força muscular, capacidade funcional, flexibilidade, entre outros (15, 64-66). Algumas investigações apontam que a magnitude das reduções proveniente

de períodos de destreino depende da duração dos mesmos (231, 232), juntamente com o nível de treinabilidade adquirido pelo indivíduo por meio do TP (233). Portanto, investigações desta natureza são extremamente relevantes para proporcionar a análise do que poderia ocorrer quando indivíduos idosos interrompem a prática de programas de TP e se um maior volume de treinamento (frequência semanal) seria mais efetivo na retenção dos ganhos adquiridos com o TP.

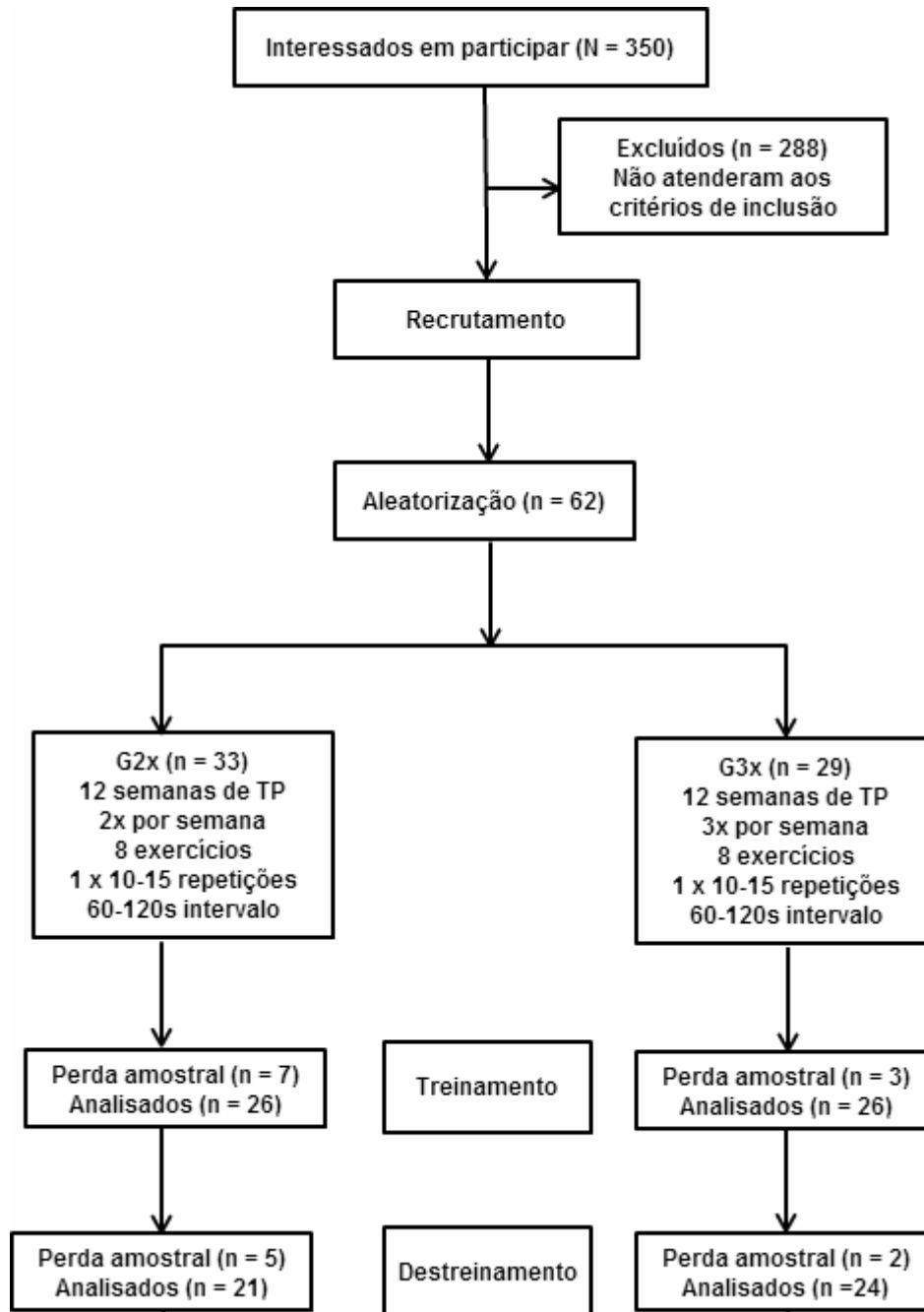
Entretanto, para o nosso conhecimento, há falta de evidência sobre o impacto de diferentes frequências semanais ao TP em diferentes desfechos após dado período de destreino. De fato, os resultados são controversos, com alguns estudos indicando que o destreino não compromete os ganhos provenientes do TP (15, 234, 235), ao passo que outros reportam reduções significativas após um período de interrupção ao treinamento (206, 236). Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi determinar o efeito da frequência de treinamento com pesos na retenção da força muscular, composição corporal e perfil metabólico de mulheres idosas após destreino. Nossa hipótese seria de que um maior volume de treinamento (maior número de vezes por semana) seria mais efetivo na retenção das modificações ocorridas por meio do TP.

## **Materiais e métodos**

### **Participantes**

Inicialmente, 350 mulheres idosas ( $\geq 60$  anos) voluntariaram-se para participar do presente estudo. O recrutamento foi realizado por meio de divulgação com distribuição de panfletos em residências, feiras e regiões comerciais próximas ao local de treinamento, além de informativos em jornais, rádio, televisão e correio. Todas as participantes interessadas preencheram um histórico de saúde detalhado e questionário de atividade física e foram, subsequentemente, admitidas ao estudo de acordo com os seguintes critérios de inclusão: não hipertensas (pressão arterial sistólica  $< 140$  mmHg e pressão arterial diastólica  $< 90$  mmHg), não-diabéticas, livres de qualquer disfunção cardíaca ou renal, não-fumantes, sem estarem realizando terapia de reposição hormonal e não estarem envolvidas com a prática de programas de exercícios físicos a uma frequência maior do que uma vez por semana nos últimos seis meses precedentes ao início do estudo.

Posteriormente a este processo, 62 mulheres idosas foram incluídas na presente investigação e submetidas a um teste de esforço realizado por um cardiologista antes de serem liberadas sem restrições para participação na pesquisa. As participantes foram então aleatorizadas em um dos dois grupos: um grupo que executou o programa de TP duas vezes por semana (G2x, n = 33) e um grupo que realizou o mesmo programa de TP três vezes por semana (G3x, n = 29), ambos por 12 semanas. Como critério de exclusão, a aderência às sessões de treinamento foi estabelecida em 80% do total das sessões pré-determinadas para cada um dos grupos, sendo, portanto, um mínimo de 19 sessões para o G2x e 30 sessões para G3x. Cinquenta e duas mulheres idosas completaram a fase de treinamento. Após as 12 semanas de destreinamento, 45 participantes retornaram ao local de realização da pesquisa e, portanto, foram incluídas nas análises (G2x, n = 21, 69,4 ± 6,0 anos, 70,9 ± 14,0 kg, 155,3 ± 5,4 cm, 29,5 ± 5,2 kg/m<sup>2</sup> vs. G3x, n = 24, 70,0 ± 5,5 anos, 67,0 ± 14,7 kg, 156,9 ± 7,4 cm, 28,4 ± 5,4 kg/m<sup>2</sup>). As razões para a perda amostral incluíram abandono voluntário e não aderência ao treinamento. Após receberem informações sobre a finalidade do estudo e os procedimentos aos quais seriam submetidas, todas as participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética local, de acordo com as normas da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde sobre pesquisa envolvendo seres humanos. A figura 1 ilustra o processo de recrutamento e de alocação das participantes.

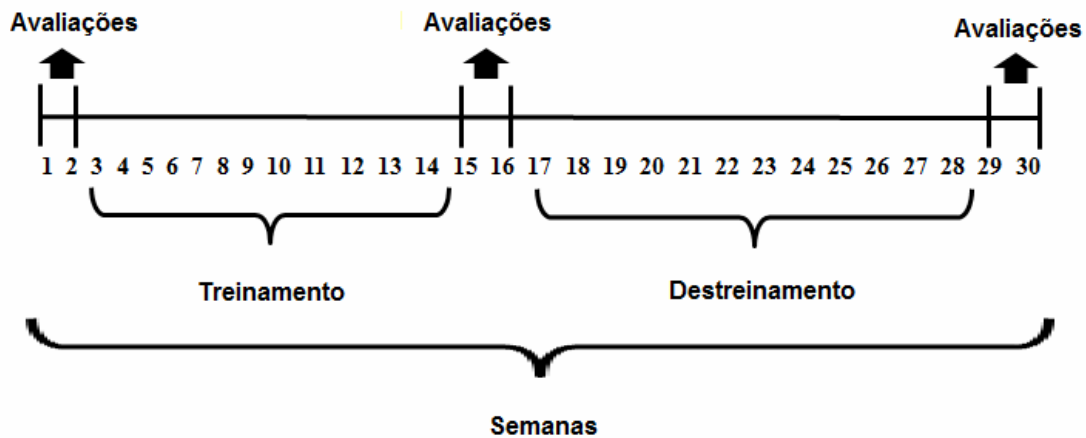


**Figura 1.** Representação esquemática do recrutamento e alocação das participantes.

### **Delineamento experimental**

O estudo foi estruturado em um total de 30 semanas, com duas semanas dedicadas às avaliações, 12 semanas ao programa de TP, duas semanas às avaliações pós-treinamento, 12 semanas ao destreino e, finalmente, duas

últimas semanas para as avaliações pós-destreinamento. A figura 2 ilustra o delineamento experimental do estudo.



**Figure 2.** Delineamento experimental do estudo.

### Medidas antropométricas

A massa corporal foi mensurada em uma balança de plataforma digital, marca Urano, modelo PS 180, com resolução de 0,1 kg, ao passo que a estatura foi determinada em um estadiômetro de madeira com resolução de 0,1 cm, de acordo com os procedimentos descritos por (198). 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).

### Composição corporal

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, modelo G.E. PRODIGY – LNR 41.990, 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 deveriam estar 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 padrões 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 sobre a massa de gordura, gordura corporal relativa e massa livre de gordura.

Medidas prévias de teste-reteste em nove idosas foram realizadas com intervalo de 24-48 h entre elas, resultando em Erro Padrão de Medida de 0,96% e Coeficiente de Correlação Intraclasse  $> 0,98$  para % de gordura corporal, e Erro Padrão de Medida de 1,16 kg e Coeficiente de Correlação Intraclasse  $> 0,93$  para massa livre de gordura.

Medidas de bioimpedância elétrica espectral (Xitron Hydra, modelo 4200, Xitron Technologies, San Diego, CA, USA) foram utilizadas para a determinação da água corporal total (ACT) e das frações intra (ACI) e extracelular (ACE), 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 supinada e as pernas abduzidas em  $45^\circ$  por aproximadamente 10min. 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 (199).

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 aos testes. 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 feitos nas primeiras horas da manhã, em jejum, inclusive de água, de pelo menos oito horas, após o esvaziamento da bexiga.

Medidas prévias de teste-reteste em nove idosas foram realizadas com intervalo de 24-48 h entre elas, resultando em Erro Padrão de Medida de 0,32 L e Coeficiente de Correlação Intraclasse  $> 0,98$  para para água

corporal extracelular, Erro Padrão de Medida de 0,19 L e Coeficiente de Correlação Intraclasse > 0,99 para água corporal intracelular, Erro Padrão de Medida de 0,38 L e Coeficiente de Correlação Intraclasse > 0,98 para água corporal total.

### **Ingestão energética**

Registros alimentares de três dias foram utilizados para monitoramento dos hábitos alimentares das participantes durante o período do estudo. Os dias da semana adotados para o preenchimento dos registros foram Segunda-feira, Quinta-feira e Domingo.

As informações sobre a forma de preenchimento dos registros foram fornecidas individualmente às participantes por uma nutricionista habituada a esse tipo de procedimento. Medidas caseiras padronizadas foram utilizadas para a estimativa da quantidade de alimentos e bebidas consumidas. O consumo energético total e as proporções ingeridas de macronutrientes foram determinados por meio do programa para avaliação nutricional Avanutri Processor Nutrition Software, Rio de Janeiro, Brasil; Versão 3.1.4.

Todas as participantes foram orientadas a não modificarem seus hábitos alimentares diários durante todo o período de duração do estudo. A ingestão de água foi *ad libitum*.

### **Força muscular**

A força muscular máxima foi determinada por meio do teste de uma repetição máxima (1RM) em dois 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 e cadeira extensora, respectivamente. O intervalo entre os exercícios foi de cinco minutos. Esses exercícios foram escolhidos por serem bastante populares nos programas de TP de indivíduos com diferentes níveis de treinabilidade.

Cada um dos dois 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

fossem completadas duas repetições na primeira tentativa, ou mesmo se não fosse completada sequer uma repetição, uma segunda tentativa seria 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 derradeira tentativa, caso ainda não se tivesse determinado a carga referente a uma única repetição máxima. Portanto, a carga registrada como 1RM foi aquela na qual foi possível ao indivíduo completar somente uma única repetição máxima (200). A velocidade de execução dos movimentos durante os testes de 1RM não foi controlada.

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 h. Vale ressaltar que a forma e a técnica de execução de cada exercício foram padronizadas e continuamente monitoradas, na tentativa de garantir a eficiência do teste.

Adicionalmente, os resultados de 1RM foram utilizados para calcular a qualidade muscular, a qual foi determinada por meio da soma dos escores de 1RM nos exercícios supino em banco vertical e cadeira extensora (em quilogramas), divididos pela MLG (em kg).

### **Perfil metabólico**

Coletas de sangue foram realizadas em sala adaptada para este fim, na própria universidade, para posterior dosagem em laboratório especializado no Hospital Universitário da Universidade Estadual de Londrina. As coletas foram realizadas entre 7h00 e 9h00, por duas técnicas de laboratório especializadas, após 12 h de jejum e após no mínimo 48 h desde a última sessão de treinamento. Para a coleta as participantes foram posicionadas sentadas, por um período de pelo menos cinco minutos de repouso, com o braço apoiado sobre um suporte que fica aproximadamente à altura de seus ombros. O braço foi garroteado no ponto médio do úmero e feita assepsia com algodão embebido em álcool 70%, e puncionado com agulha descartável de 25 X 8 mm no referido local.

Dez mililitros de sangue venoso na prega do cotovelo foram coletados e depositados em dois tubos a vácuo, um com gel separador sem anticoagulante, centrifugadas por 10 min a 3.000 rpm para separar o soro. 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 determinações de glicose, colesterol total, HDL-C, triglicerídeos e PCR foram feitas em um sistema auto-analisador bioquímico Dimension®RxL, (Deerfield, IL, EUA). LDL-C foi calculada por meio de equação específica (201). As determinações utilizaram métodos consagrados na literatura médica e foram realizadas de acordo com os protocolos dos fabricantes. A testosterona e o fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1 (IGF-1) foram determinados pelo método de quimiluminescência, por meio do analisador imunoensaio LIAISON (Soaring S.T.A, Saluggia, Itália).

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

O programa de TP foi executado durante 12 semanas no período da manhã. O protocolo de treinamento foi baseado nas recomendações para TP em indivíduos idosos (31), estruturado para estimular os diferentes segmentos corporais (membros superiores, tronco e membros inferiores), utilizando-se de pesos livres e máquinas. Todas as participantes foram individualmente supervisionadas por profissionais da área da Educação Física experientes em TP, a fim de garantir a execução segura e consistente dos exercícios.

O grupo G2x executou o programa de TP duas vezes por semana (Terças e Quintas-feiras) e o grupo G3x realizou o mesmo programa de TP três vezes por semana (Segundas, Quartas e Sextas-feiras). O programa de TP compreendeu 8 exercícios, executados na seguinte ordem: supino em banco vertical, leg press horizontal, remada sentada articulada, cadeira extensora, rosca no banco Scott, mesa flexora, tríceps no pulley e panturrilha sentada. Todas as participantes realizaram uma série de 10 a 15 repetições máximas para cada exercício. As participantes foram instruídas a inspirar durante a fase excêntrica,

expirar na fase concêntrica e controlar a velocidade do movimento à razão de 1:2 (fases concêntrica e excêntrica, respectivamente).

O intervalo de recuperação entre cada exercício foi de um a dois minutos e as cargas foram reajustadas periodicamente (aumentos de 2 a 5% para membros superiores e 5 a 10% para membros inferiores), em cada exercício, quando o número máximo de repetições programadas fosse atingido em duas sessões de treinamento consecutivas (31).

Ao final de cada sessão de treinamento, aproximadamente cinco minutos foram destinados para o alongamento dos grupos musculares exercitados durante o programa de TP. Todas as participantes foram orientadas a manterem os níveis normais de atividade física ao longo do estudo e a não iniciarem novos programas de exercícios físicos durante o período experimental.

### **Período de destreinoamento**

Todas as participantes foram orientadas a não executar programas de exercícios físicos, incluindo TP, por um período de 12 semanas após as avaliações pós-treinamento. Adicionalmente, as participantes foram encorajadas a manter seus hábitos de vida diários durante este período e a não modificar seus hábitos alimentares.

### **Tratamento estatístico**

Para análise da distribuição dos dados foi empregado o teste de Shapiro-Wilk e os dados foram expressos em média e desvio-padrão. O teste de Levene foi aplicado para analisar a homogeneidade das variâncias. Análise de variância (ANOVA) 2 x 3 para medidas repetidas foi utilizada para as comparações intra e inter-grupos. Nas variáveis nas quais a esfericidade foi violada como indicado pelo teste de Mauchly, as análises foram ajustadas pela correção de Greenhouse-Geisser. O teste post hoc de Bonferroni foi utilizado quando uma razão F significativa foi identificada para efeito isolado dos fatores analisados ou para interação entre eles.

Diferenças na linha de base foram exploradas pelo teste t de Student para amostras independentes. A magnitude do tamanho das diferenças foi calculada

pelo tamanho do efeito. Um tamanho do efeito (TE) de 0,20-0,49 foi considerado pequeno, 0,50-0,79 como moderado e  $\geq 0,80$  como grande (202).

Para análise dos dados foi utilizado o programa estatístico STATISTICA versão 10.0 (STATSOFT INC., TULSA, OK, USA), adotando-se um nível de significância de  $P < 0,05$ .

## Resultados

A aderência total das participantes ao programa de TP foi de 83% para G2x e de 92% para G3x. Não houve diferenças significantes entre os grupos pré-treinamento.

## Composição corporal

Não houve modificações em nenhum momento do estudo para a massa corporal e índice de massa corporal para ambos os grupos. A tabela 1 ilustra as informações acerca da composição corporal dos grupos ao longo da investigação. Observou-se efeito significativo do tempo para a MLG ( $P < 0,001$ ), a qual aumentou pós-treinamento em ambos os grupos, (G2x: +1,8% vs. G3x: +1,7%). Adicionalmente, ambos os grupos reduziram a MLG após o destreinamento ( $P < 0,001$ ), com reduções de 2,24% para G2x e de 1,4% para G3x, sem diferença entre os grupos. Em nenhum dos momentos do estudo, retornando aos valores de base.

Houve também efeito significativo do tempo para massa gorda (G2x = -4,7%, TE = -0,07 vs. G3x = -2,8%, TE = -0,07) e %gord (G2x = -2,4%; TE = -0,12 vs. G3x = -3,0%, TE = -0,18), as quais reduziram em ambos os grupos pós-treinamento e aumentaram após o destreinamento (massa gorda [G2x = +1,5%, TE = 0,04 vs. G3x = +4,9%, TE = 0,12] e %gord [G2x = +1,9%, TE = 0,09 vs. G3x: +2,4%; TE = 0,18), sem diferença entre os grupos.

ACT, ACE e ACI apresentaram efeito significativo do tempo ( $P < 0,001$ ). A ACT reduziu significativamente após o destreinamento para ambos os grupos (G2x = -8,3%, TE = -0,41 vs. G3x = -5,0%, TE = -0,29), com escores significativamente menores que os de base (G2x = -9%, TE = -0,49 vs. G3x = -3%, TE = -0,16). A ACE reduziu após o destreinamento (G2x = -8,3%, TE = -0,48; G3x =

-2,2%, TE = -0,15) e também apresentou escores menores que os valores de base (G2x = -8,2%, TE = -0,67 vs. G3x = -2,9%, TE = -0,19). A ACI diminuiu após o destreino (G2x = -8,7%, TE = -0,37 vs. G3x = -7,5%, TE = -0,37), com valores menores que os de base (G2x = -8,2%, TE = -0,37 vs. G3x = -4,4%, TE = -0,19). Não houve modificações no estado de hidratação pós-treino para os grupos.

**Tabela 1.** Medidas antropométricas e de composição corporal pré-treinamento, pós-treinamento e destreinamento em mulheres idosas (G2x, n = 21 vs. G3x, n= 24).

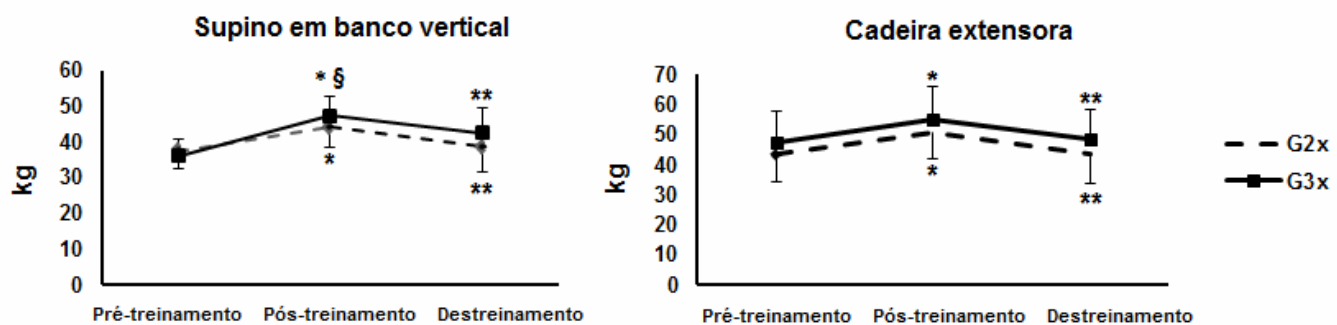
Variável	Grupo	Pré-treinamento	Pós-treinamento	Destreinamento	Efeitos		
					Grupo	Tempo	Interação
Massa corporal (kg)	G2x	70,9 ± 14,0	71,0 ± 13,5	70,4 ± 14,0	0,60	0,39	0,09
	G3x	67,0 ± 14,7	67,5 ± 15,0	67,6 ± 15,5			
MLG (kg)	G2x	43,8 ± 5,5	44,6 ± 6,0 <sup>a</sup>	43,6 ± 5,0 <sup>b</sup>	0,58	0,02	0,65
	G3x	42,0 ± 5,5	42,7 ± 5,6 <sup>a</sup>	42,1 ± 5,9 <sup>b</sup>			
Massa gorda (kg)	G2x	27,1 ± 10,7	26,4 ± 10,4 <sup>a</sup>	26,8 ± 10,1 <sup>b</sup>	0,66	0,02	0,44
	G3x	25,0 ± 10,1	24,3 ± 10,2 <sup>a</sup>	25,5 ± 9,9 <sup>b</sup>			
%gord	G2x	37,3 ± 7,4	36,4 ± 7,0 <sup>a</sup>	37,1 ± 7,4 <sup>b</sup>	0,77	0,008	0,86
	G3x	36,3 ± 6,0	35,2 ± 6,9 <sup>a</sup>	36,3 ± 6,1 <sup>b</sup>			
ACT (L)	G2x	34,0 ± 6,1	33,8 ± 6,9	31,0 ± 6,2 <sup>a,b</sup>	0,96	< 0,001	0,20
	G3x	31,6 ± 6,2	32,2 ± 5,6	30,6 ± 5,3 <sup>a,b</sup>			
ACE (L)	G2x	14,5 ± 1,8	14,4 ± 2,3	13,3 ± 2,3 <sup>a,b</sup>	0,32	< 0,001	0,09
	G3x	13,6 ± 2,1	13,5 ± 2,0	13,2 ± 2,3 <sup>a,b</sup>			
ACI (L)	G2x	19,5 ± 4,3	19,6 ± 4,6	17,9 ± 3,9 <sup>a,b</sup>	0,23	< 0,001	0,42
	G3x	18,0 ± 4,2	18,6 ± 3,8	17,2 ± 3,4 <sup>a,b</sup>			

**Nota.** <sup>a</sup>P < 0,05 vs. pré-treinamento; <sup>b</sup>P < 0,05 vs. pós-treinamento; G2x = grupo que executou o programa de treinamento com pesos duas vezes por semana; G3x = grupo que executou o programa de treinamento com pesos três vezes por semana; TE = tamanho do efeito; MLG = massa livre de gordura; %gord = gordura corporal relativa; ACT = água corporal total; ACE = água corporal extracelular; ACI = água corporal intracelular. Os dados estão expressos em média e desvio padrão.

## Força muscular

Houve interação significativa grupos vs. tempo para força muscular de membros superiores e de tronco (exercício supino em banco vertical) ( $P < 0,001$ ), no qual G2x (+18%, TE = 1,05) e G3x (+31%, TE = 2,32) aumentaram significativamente a força muscular pós-treinamento, com maiores aumentos para G3x. Ambos os grupos reduziram significativamente a força muscular após o destreinamento (G2x = -12%, TE = -0,77 vs. G3x = -10%, TE = -0,86), sem diferença entre os grupos. Por outro lado, estas reduções apresentaram retenção de 6% e de 21% da força muscular adquirida com o TP para G2x e G3x, respectivamente, da qual o G3x teve maior retenção que o G2x ( $P < 0,001$ ). Ambos os grupos apresentaram escores do destreinamento maiores que os valores de base (não significante) (Figura 3).

Para o 1RM da cadeira extensora houve efeito significativo do tempo, no qual o G2x aumentou ( $P < 0,001$ ) a força muscular (+19%, TE = 0,84), assim como o G3x (+17%, TE = 0,73), sem diferença entre eles. Após o destreinamento, G2x e G3x reduziram a força muscular, respectivamente (-14%, TE = -0,81; -12%, TE = -0,61,  $P < 0,001$ ), o que representou uma retenção similar dos grupos de 5%. Ambos os grupos mantiveram os escores levemente acima dos valores de base, com maiores valores para G3x (G2x = +0,25%,  $P = 1,00$ , TE = 0,01; G3x = +1,95%,  $P = 0,36$ , TE = 0,09).



**Figura 3.** Força muscular (em kg) dos grupos (G2x, n = 21 vs. G3x, n = 24) nos exercícios supino em banco vertical e cadeira extensora nos diferentes momentos do estudo. \* $P < 0,05$  vs. pré-treinamento; § $P < 0,05$  vs. G2x; \*\* $P < 0,05$  vs. pós-treinamento. G2x = grupo que executou o programa de treinamento com pesos duas

vezes por semana; G3x = grupo que executou o programa de treinamento com pesos três vezes por semana.

### **Perfil metabólico**

A tabela 2 apresenta o perfil metabólico das participantes ao longo do estudo. Após o treinamento houve efeito significativo do tempo para glicose, a qual reduziu após o treinamento (G2x = -5%, TE = -0,50 vs. G3x = -7%, TE = -0,39), mas, aumentou após o destreinamento (G2x = +6%, TE = 0,55 vs. G3x = +10%, TE = 0,71), os quais se apresentaram maiores que os escores pré-treinamento, demonstrando, assim, que não houve retenção das modificações providas pelo TP. Resultados semelhantes foram encontrados para LDL-C, a qual reduziu significativamente pós-treinamento (G2x = -6%, TE = -0,23 vs. G3x = -9%, TE = -0,41), todavia, aumentou após o destreinamento (G2x = +10%, TE = 0,61 vs. G3x = +31%, TE = 1,20), sem retenção para os grupos.

O colesterol total reduziu significativamente pós-treinamento para ambos os grupos (G2x: -10%, TE = -0,54 vs. G3x: -8%, TE = -0,35) e não se alterou após o destreinamento, apresentando, assim, retenção de 4% (G2x) e 2% (G3x), embora não significativa. Os triglicérides não se alteraram pós-treinamento, mas, aumentaram significativamente após o destreinamento (G2x = +20%, TE = 0,75 vs. G3x = +40%, TE = 1,06), com escores de destreinamento superiores aos de base (G2x = 10%, TE = 0,42; G3x = 34%, TE = 0,91,  $P = 0,01$ ).

A HDL-C não sofreu alterações para os grupos ao longo de toda a intervenção. Já para a PCR houve efeito significativo do tempo, na qual a PCR reduziu pós-treinamento (G2x = -33%, TE = -0,71 vs. G3x = -20%, TE = -0,35), com leve aumento após o destreinamento, embora não tenha sido significativa. Não houve modificações em IGF-1 durante toda a investigação. Por outro lado, a testosterona não se alterou pós-treinamento, todavia, aumentou após o destreinamento para ambos os grupos (G2x: -21%, TE = -0,31 vs. G3x: -33%, TE = -0,75).

**Tabela 2.** Perfil metabólico ao longo de toda a intervenção para ambos os grupos (G2x, n = 21 vs. G3x, n = 24).

Variável	Grupo	Pré-treinamento	Pós-treinamento	Destreinamento	Efeitos		
					Grupo	Tempo	Interação
Glicose (mg/dL)	G2x	103 ± 10	98 ± 11 <sup>a</sup>	104 ± 11 <sup>b</sup>	0,64	< 0,001	0,96
	G3x	104 ± 18	97 ± 14 <sup>a</sup>	107 ± 28 <sup>b</sup>			
Colesterol total (mg/dL)	G2x	202 ± 37	182 ± 25 <sup>a</sup>	194 ± 30	0,11	0,01	0,88
	G3x	209 ± 49	192 ± 36 <sup>a</sup>	204 ± 39			
HDL-C (mg/dL)	G2x	57 ± 13	56 ± 13	55 ± 19	0,28	0,12	0,65
	G3x	67 ± 23	66 ± 22	60 ± 21			
LDL-C (mg/dL)	G2x	118 ± 31	111 ± 18 <sup>a</sup>	122 ± 33 <sup>b</sup>	0,33	0,02	0,88
	G3x	105 ± 22	96 ± 25 <sup>a</sup>	126 ± 41 <sup>b</sup>			
Triglicerídeos (mg/dL)	G2x	96 ± 24	88 ± 24	106 ± 33 <sup>a,b</sup>	0,51	< 0,001	0,09
	G3x	94 ± 35	90 ± 34	126 ± 49 <sup>a,b</sup>			
PCR (mg/L)	G2x	3,0 ± 1,4	2,0 ± 1,1 <sup>a</sup>	2,5 ± 1,4	0,19	0,004	0,30
	G3x	3,0 ± 1,7	2,4 ± 1,5 <sup>a</sup>	3,1 ± 1,5			
IGF-1 (ng/mL)	G2x	121 ± 36	115 ± 41	111 ± 38	0,25	0,90	0,12
	G3x	125 ± 46	118 ± 48	113 ± 45			
Testosterona (ng/dL)	G2x	28 ± 15	23 ± 13	19 ± 11 <sup>b</sup>	0,33	< 0,001	0,88

G3x	30 ± 14	27 ± 12	18 ± 10 <sup>b</sup>
-----	---------	---------	----------------------

---

**Nota.** <sup>a</sup> $P < 0,05$  vs. pré-treino; <sup>b</sup> $P < 0,05$  vs. pós-treino. G2x = grupo que executou o programa de treinamento com pesos duas vezes por semana; G3x = grupo que executou o programa de treinamento com pesos três vezes por semana; HDL-C = lipoproteína de alta densidade; LDL-C = lipoproteína de baixa densidade; IGF-1 = fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1; PCR = proteína C-reativa; TE = tamanho do efeito. Os dados estão expressos em média e desvio padrão.

### Ingestão energética

Não houve diferença significativa na ingestão energética e de macronutrientes intra ou inter-grupos ao longo de todo o estudo (Tabela 3).

**Tabela 3.** Ingestão energética e de macronutrientes dos grupos ao longo do experimento (G2x, n = 21 vs. G3x, n = 24).

Variável	Grupo	Pré-treinamento	Pós-treinamento	Destreinamento	Efeitos		
					Grupo	Tempo	Interação
Ingestão energética total (kcal/kg)	G2x	23 ± 8,3	26 ± 6,3	27 ± 12,0	0,98	0,95	0,66
	G3x	26 ± 11,1	25 ± 11,3	26 ± 11,2			
Proteínas (g/kg)	G2x	0,9 ± 0,3	0,9 ± 0,2	1,0 ± 0,5	0,96	0,28	0,88
	G3x	1,0 ± 0,5	0,9 ± 0,4	1,0 ± 0,5			
Carboidratos (g/kg)	G2x	3,5 ± 1,4	3,9 ± 0,9	4,1 ± 1,9	0,87	0,88	0,65
	G3x	3,9 ± 1,5	3,7 ± 1,6	4,0 ± 1,9			
Lipídeos (g/kg)	G2x	0,6 ± 0,2	0,7 ± 0,3	0,7 ± 0,3	0,65	0,56	0,66
	G3x	0,7 ± 0,4	0,7 ± 0,4	0,6 ± 0,3			

**Nota.** G2x = grupo que executou o programa de treinamento com pesos duas vezes por semana; G3x = grupo que executou o programa de treinamento com pesos três vezes por semana. Os dados estão expressos em média e desvio padrão.

## Discussão

Os principais achados do presente estudo mostraram que 12 semanas de destreinamento resultaram em reduções significantes nos níveis de força muscular em mulheres idosas após a execução de 12 semanas de um programa de TP, apresentando reduções na ordem de 10% (força muscular de membros superiores e de tronco) e 12% (força muscular de membros inferiores) para as participantes que treinaram três vezes por semana, ao passo que aquelas que treinaram duas vezes por semana reduziram a força em 12% (membros superiores e de tronco) e 19% (membros inferiores). Adicionalmente, as participantes que treinaram três vezes por semana retiveram em torno de 21% dos níveis de força muscular de membros superiores e de tronco e aquelas que treinaram duas vezes por semana retiveram somente 6%. Todavia, independentemente da frequência semanal adotada, a força muscular de membros inferiores apresentou retenção de 5%.

Ambos os grupos reduziram significativamente a MLG e aumentaram a massa gorda e %gord após o destreinamento, sem retenção das modificações promovidas pelo TP. A ACT, ACE e ACI não se alteraram pós-treinamento, porém, diminuíram significativamente após destreinamento em ambos os grupos, com escores abaixo dos valores de base.

## Força muscular

Alguns pesquisadores relatam que quatro semanas de destreinamento de um programa de 12 semanas de TP (três vezes por semana) reduzem significativamente a força muscular de membros inferiores em 17% em homens idosos, mas, com manutenção dos níveis de força acima dos valores de base em 58%, o que representaria uma retenção de 73% dos ganhos adquiridos com o TP (15). Estes resultados são mais expressivos que os nossos, provavelmente pelo fato de as avaliações da força muscular terem sido realizadas 4 semanas após a interrupção do TP. Assim, se considerarmos que exista uma redução linear da força muscular ao longo do tempo, após 12 semanas de destreinamento, o estudo supracitado poderia mostrar reduções de até 51%, levando, dessa forma, reduções da força a até 7% abaixo dos valores de base.

Alguns pesquisadores têm mostrado diminuições na ordem de 2% a cada duas semanas de destreinamento (141).

Bocalini et al. (141), embora tenham empregado exercícios realizados em casa, também observaram que após 4-6 semanas de destreinamento, mulheres idosas reduziram a força muscular (-17% para membros superiores e -16% para membros inferiores) aos valores de base, com retenção de somente 6% e 10% para membros superiores e inferiores, respectivamente. Vale destacar que nesta investigação a força muscular, embora estivesse acima dos valores de base, foi semelhante à força muscular do grupo não treinado (controle). Pereira et al. (235) demonstraram que os ganhos de potência muscular e de capacidade funcional adquiridos após 12 semanas de um TP de alta velocidade, três vezes por semana, não foram totalmente perdidos interrupção do treinamento. Por outro lado, a força muscular dessas mulheres idosas diminuíram significativamente após as 6 semanas de destreinamento (~24% e ~18%, para membros superiores e inferiores, respectivamente).

Outra pesquisa também demonstrou decréscimos de 17% e 22% para força muscular de membros superiores e inferiores após 24 semanas de TP em homens e mulheres idosos, com retenção de 9% e 46%, respectivamente, sendo que a força muscular de membros inferiores manteve-se acima dos valores de base. Essas perdas foram relativamente menores que as do nosso estudo, provavelmente devido à duração e volume do programa de TP (24 semanas, 3 séries por exercício) empregado antes do período de destreinamento, levando, conseqüentemente, a uma maior retenção. Ao mesmo tempo, em um estudo de mesma duração (24 semanas de TP), homens idosos reduziram força muscular após 24 semanas de destreinamento (de -18 a -83%,  $P < 0,05$ ), resultando em uma retenção de 15% (membros superiores) a 88% (membros inferiores) (53).

Por fim, nossos resultados mostraram que um maior volume muscular (três vezes por semana) proporcionou maior retenção para força muscular de membros superiores e de tronco, comparado a duas sessões semanais, o que pode ter considerado um resultado único, haja vista que nenhuma outra pesquisa até o presente momento investigou o efeito de diferentes frequências semanais ao TP na retenção de importantes variáveis em mulheres idosas após a execução de um programa de TP.

## Composição corporal

Nossos resultados (diminuição da MLG e aumentos na massa gorda e %gord) estão em acordo com outras pesquisas. Hakkinen et al. (206) mostraram que após 24 semanas de destreino, mulheres idosas treinadas em TP perderam significativamente os ganhos de MLG, com valores menores que os escores pré-treino ( $P < 0,01$ ), sem modificações no %gord, ao passo que outros estudos reportaram decréscimos no volume muscular de membros inferiores na ordem de 8% após 31 semanas de destreino ( $P < 0,05$ ), com escores levemente acima dos valores de base (retenção de 4%, não significativa) (237). Ainda, uma pesquisa recente mostrou que indivíduos idosos diminuíram significativamente a MLG após 8 semanas de destreino (-3,5%), apresentando reduções de até 7,4% após 24 semanas de interrupção, sem retenção dos ganhos (207).

Pesquisadores têm reportado que, com aplicação de métodos mais sofisticados para avaliação da composição corporal, como por exemplo, imagem de ressonância magnética, tem mostrado que idosos apresentam redução significativa da área de secção transversa da musculatura após 12 semanas de destreino (238). Todavia, outros estudos não encontraram diferenças na MLG e %gord após 4 semanas de destreino, exceto quando analisada a massa muscular regionalizada (massa muscular da porção superior de membros inferiores), a qual aumentou com o treino (+7,4%) e reduziu após o destreino (-3,4%), retendo 4% dos ganhos ( $P < 0,05$ ) (15). Possível explicação para a controvérsia entre os estudos é a diferença entre a duração dos períodos de destreino empregado, bem como do método de avaliação da composição corporal utilizado, como já fora mencionado por outros pesquisadores (136), o que dificulta a comparação entre os resultados.

Um fato importante a ser mencionado é que nossos resultados em relação à força muscular e composição corporal estão em acordo com a literatura, a qual aponta que períodos de destreino promovem maior redução na força muscular do que na massa muscular para um mesmo período de interrupção (130), provavelmente devido às modificações no sistema neuromuscular e arquitetura muscular (239, 240).

O estado de hidratação (ACT, ACE e ACI) reduziu significativamente após o destreino em ambos os grupos. Como previamente relatado na literatura, o processo de envelhecimento está associado a modificações no equilíbrio hídrico, o que inclui redução da ACT (241), além do fato de que a idade está negativamente relacionada à ACI (242), o que reforça a necessidade de sempre estar envolvido com a prática de atividades físicas e exercícios físicos. Neste sentido, nosso estudo tem importante relevância clínica, devido ao fato de que houve manutenção do estado hídrico pós-treino, o que pode ser considerado um fator protetor contra as alterações provenientes do processo natural de envelhecimento.

### **Perfil metabólico**

Nossos achados relacionados à glicose após o destreino (aumentos de 6-10%) estão em acordo com outros estudos, nos quais a glicose aumentou significativamente (+1% a +7%,  $P < 0,05$ ) após 24 semanas de destreino em homens idosos, retornando a valores de base (53). Além disso, em nosso estudo a LDL-C e triglicérides também aumentaram após o destreino em ambos os grupos e nenhuma modificação foi encontrada para colesterol total, HDL-C e PCR. Elliot et al. (234) não observaram alterações no perfil lipídico ao longo de todo o estudo (8 semanas de TP e 8 semanas de destreino) em mulheres pós-menopausa (49-62 anos). Outra pesquisa também não reportou mudanças substanciais ( $P > 0,05$ ) na glicose (+0,8%), colesterol total (+5%) e HDL-C (-6%) após 12 semanas de destreino em idosos que executaram um ano de TP (243). Martins et al. (244) não observaram mudanças no colesterol total, LDL-C e triglicérides ao longo de toda a intervenção (16 semanas de treino e 16 semanas de destreino) em homens e mulheres idosos, ao passo que a HDL-C retornou aos valores da linha de base após o destreino (decréscimo de 1,3%).

A PCR diminuiu significativamente pós-treino, mas, retornou aos valores pré-treino após o destreino, o que ressalta o impacto negativo causado pela interrupção de um programa de TP em mulheres idosas. Tendo em vista que a PCR é considerada um importante marcador pró-inflamatório, relacionado a eventos cardiovasculares (171) e possui associação à perda de força

muscular (172), torna-se de extrema importância que mulheres idosas não interrompam sua rotina de treinamento por mais de 12 semanas, principalmente devido à inversa correlação da PCR à prática regular de atividade física (176-179). Todavia, para o nosso conhecimento, os mecanismos atrelados aos efeitos do TP sobre a PCR em idosos ainda não estão bem esclarecidos.

Os níveis de testosterona diminuíram após o destreinamento para ambos os grupos ( $P < 0,001$ ). De forma geral, o envelhecimento, por si só, geralmente promove decréscimos na testosterona (245, 246), os quais podem dificultar os aumentos na força e massa muscular ou mesmo proporcionar reduções (190), o que podem ser considerados uma das razões para a redução da MLG após o destreinamento observado no nosso estudo. Além disso, levando-se em consideração que a testosterona geralmente aumenta após a execução de séries múltiplas de exercícios com pesos, esta pode ser uma das possíveis explicações para não ter havido alterações neste hormônio no nosso estudo, tendo em vista que as nossas participantes executaram apenas uma série nos exercícios com pesos.

### **Limitações**

Levando-se em consideração a relação entre a potência muscular e a habilidade de indivíduos idosos em desenvolver força rápida, a qual é de extrema relevância para a execução de atividades da vida diária (247), podemos assumir como limitação do estudo a falta de mensuração desse tipo de variável. Outra possível limitação é a falta de um grupo controle, todavia, outros pesquisadores já mostraram que mulheres idosas que não praticam exercícios físicos reduzem significativamente sua capacidade funcional (~8%) e força muscular (~10%) após 6 semanas de destreinamento (235). Finalmente, nossos resultados não podem ser generalizados para mulheres idosas com limitação funcional, tendo em vista que nossas participantes eram fisicamente independentes.

### **Aplicações práticas**

Partindo-se de um ponto de vista clínico, na tentativa de se prevenir perdas em importantes variáveis, como por exemplo, força muscular, capacidade funcional, entre outros, seria mais apropriado reduzir o volume e intensidade de um

programa de treinamento, em vez de uma completa interrupção da execução do treinamento (231), o que ressalta a importância de sempre estar envolvido com a prática de atividades físicas ao longo dos anos. Algumas investigações têm reportado que o desempenho muscular, por exemplo, pode ser mantida por um período de 4-12 semanas de destreinamento, se a realização de atividades do cotidiano for mantida (68, 248). Adicionalmente, vale destacar a importância de mulheres idosas evitarem a inatividade física, haja vista que elas são mais fracas e possuem uma menor quantidade de massa muscular, quando comparadas a homens idosos, além de uma menor capacidade de aumentar massa muscular após um programa de TP (47).

## **Conclusão**

Conclui-se que programas de TP executados em duas ou três sessões semanais produzem retenção similar em diversas variáveis importantes para o indivíduo idoso, exceto para os níveis de força muscular, os quais apresentaram maior retenção para as mulheres idosas que treinaram três vezes por semana. Além disso, períodos de destreinamento devem ser evitados, na tentativa de se manter os benefícios adquiridos pela prática do TP.

## **Agradecimentos**

Nós gostaríamos de agradecer às participantes pelo comprometimento para com o estudo, à Fundação Araucária e ao CNPq/Brasil pelo suporte financeiro concedido ao E.S.C. e M.A.N.

## **Conflitos de interesse**

Os autores declaram que não possuem conflito de interesse quanto à publicação do presente manuscrito.

### **5.3 ARTIGO 3 Efeito da frequência de treinamento com pesos no ganho da força muscular, qualidade muscular, composição corporal e perfil metabólico de mulheres idosas**

#### **Resumo**

O objetivo do presente estudo foi verificar o efeito da frequência do treinamento com pesos (TP) no ganho da força muscular, qualidade muscular, composição corporal e perfil metabólico de mulheres idosas após período de destreinamento e retreinamento. Quarenta e cinco mulheres idosas ( $\geq 60$  anos) foram submetidas a 12 semanas de destreinamento e, posteriormente, aleatorizadas em dois grupos, dos quais um grupo (G3x) realizou o programa de TP três vezes por semana e o outro (G2x) executou o mesmo programa de TP (12 semanas, 8 exercícios, 1 série de 10-15 repetições máximas), porém, duas vezes por semana (G2x,  $n = 17$ ,  $69,4 \pm 5,7$  anos,  $66,9 \pm 14,3$  kg,  $156,0 \pm 5,6$  cm,  $29,1 \pm 5,4$  kg/m<sup>2</sup> vs. G3x,  $n = 23$ ,  $68,9 \pm 5,5$  anos,  $70,3 \pm 15,0$  kg,  $157,0 \pm 7,5$  cm,  $28,3 \pm 5,2$  kg/m<sup>2</sup>). Medidas antropométricas, de composição corporal (massa livre de gordura [MLG], massa gorda, gordura corporal relativa [%gord]), força muscular (supino em banco vertical e cadeira extensora), qualidade muscular, glicose, triglicerídeos, colesterol total, HDL-C, LDL-C, proteína C-reativa (PCR), fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1 (IGF-1), testosterona e ingestão energética foram realizadas na linha de base, após destreinamento e retreinamento. O destreinamento promoveu redução significativa da MLG (G2x = -2% vs. G3x = -1,4%), %gord (G2x = +2,6% vs. G3x = +3,1%) e massa gorda (G2x = +4,5% vs. G3x = +5%), força muscular de membros superiores e de tronco (G2x = -12% vs. G3x = -11%) e de membros inferiores (G2x = -15% vs. G3x = -13%), qualidade muscular (G2x = -14% vs. G3x = -9%), glicose (G2x = +6% vs. G3x = +9%), LDL-C (G2x = +18% vs. G3x = +24%), triglicerídeos (G2x = +21% vs. G3x = +27%), testosterona (G2x = -24% vs. G3x = -28%). Após retreinamento houve modificações significantes na MLG (G2x = +2% vs. G3x = +1,2%), %gord (G2x = -2,8% vs. G3x = -2,2%), massa gorda (G2x = -9% vs. G3x = -5%), força muscular de membros superiores e de tronco (G2x = +7% vs. G3x = +7%) e de membros inferiores (G2x = +9% vs. G3x = +11%), qualidade muscular (G2x = +11% vs. G3x = +5%), glicose (G2x = -6% vs. G3x = -2%), LDL-C (G2x = -15% vs. G3x = -13%), triglicerídeos (G2x = -17% vs. G3x = -24%), testosterona (G2x = +8% vs. G3x = +14%). Todavia, a força muscular, qualidade muscular e testosterona, após

retreinamento, mantiveram-se significativamente abaixo dos valores da linha de base em ambos os grupos. O colesterol total, HDL-C, IGF-1 e PCR não sofreram alterações em nenhum momento do estudo para os grupos. Conclui-se que um período de destreinamento induz a modificações significantes na MLG, %gord, massa gorda, testosterona, glicose, LDL-C, triglicerídeos, força e qualidade muscular de mulheres idosas. Além disso, um período de retreinamento possibilita o reestabelecimento das perdas causadas pelo destreinamento, com exceção da força muscular, qualidade muscular e testosterona, os quais, mesmo após o retreinamento, mantiveram-se abaixo de seus respectivos valores da linha de base.

**Palavra-chave:** envelhecimento, exercícios com pesos, retreinamento, gordura corporal relativa, 1RM, testosterona.

## Introdução

Sabe-se que o processo natural de envelhecimento acarreta reduções na força e massa muscular, além de aumentos na massa gorda (20, 27), os quais estão associados à fraqueza muscular, fadigabilidade, hipertensão arterial, mortalidade (21, 27, 249) e aumento no risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares (243). Adicionalmente, semelhante aos efeitos do envelhecimento, períodos de desuso estão associados a substanciais decréscimos na força muscular, alterações na ativação neural, atrofia (250), aumentos na glicose (53), alterações nas concentrações de hormônios anabólicos e catabólicos (2, 251), tais como a testosterona (245), redução na velocidade de caminhada (252), o que podem levar à restrição na prática de atividade física, ocasionando, muitas vezes, declínio funcional (253).

Neste sentido, programas de treinamento com pesos (TP) têm sido amplamente indicados como uma estratégia de combate contra os declínios provenientes do processo de envelhecimento (56, 254, 255) e, portanto, organizações como o Colégio Americano de Medicina do Esporte, tem disponibilizado, ao longo das últimas décadas, recomendações acerca de programas de TP em indivíduos idosos (30, 31, 47).

Embora essas recomendações apontem o volume (número de exercícios, series, repetições, frequência semanal) e intensidade (intervalo de

recuperação entre series e exercícios, velocidade de execução) necessários para a elaboração de um programa de TP apropriado, existe ainda falta de informações acerca de como deve ser feita a manipulação dessas variáveis (volume e intensidade) anteriormente à interrupção da execução do treinamento e, posteriormente, ao reinício à prática do TP. De fato, a maioria dos estudos tem investigado o envelhecimento e períodos de destreinamento como fatores isolados na causa da deterioração de diversas variáveis (força e qualidade muscular, composição corporal, perfil lipídico, equilíbrio, capacidade funcional, agilidade) (15, 53, 207, 236, 238). Entretanto, para o nosso conhecimento, poucos estudos têm analisado o efeito de períodos de destreinamento e subsequente retreinamento na composição corporal (67, 206, 250), potência muscular (256), força muscular (206), perfil lipídico (243), todavia, nenhum deles atentou-se a manipular as variáveis do TP, como a frequência semanal, por exemplo, na tentativa de se verificar as possíveis diferenças no reestabelecimento das modificações causadas pelo destreinamento.

Portanto, o objetivo do presente estudo foi verificar o efeito da frequência do treinamento com pesos (TP) no ganho da força muscular, qualidade muscular, composição corporal e perfil metabólico de mulheres idosas após período de destreinamento e retreinamento. Nossa hipótese seria que um maior volume muscular (frequência semanal) seria mais efetivo no reestabelecimento das modificações causadas pelo destreinamento.

## **Materiais e métodos**

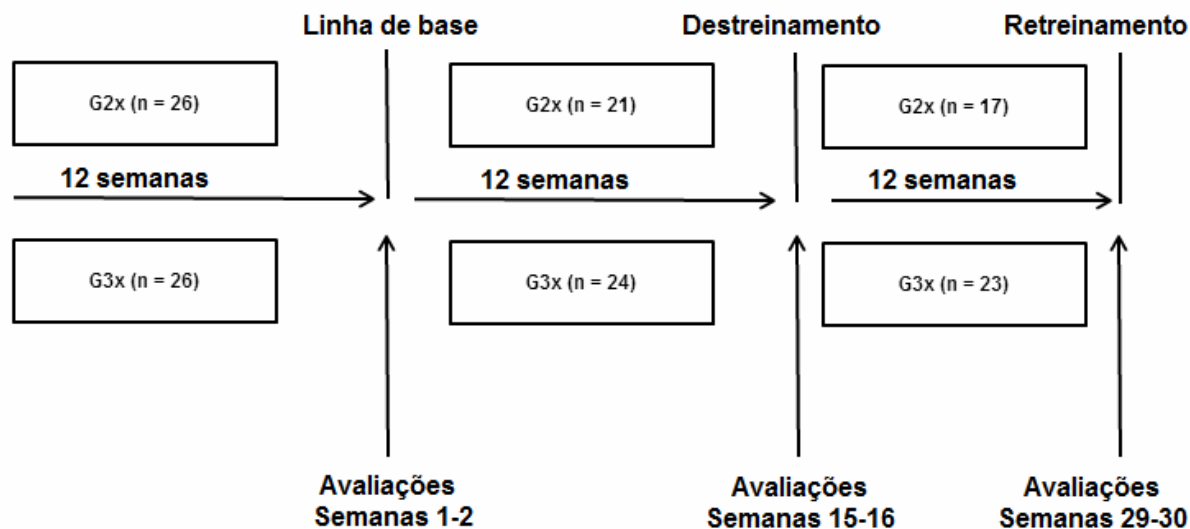
### **Participantes**

Inicialmente, 350 mulheres idosas ( $\geq 60$  anos) voluntariaram-se para participar do presente estudo. O recrutamento foi realizado por meio de divulgação com distribuição de panfletos em residências, feiras e regiões comerciais próximas ao local de treinamento, além de informativos em jornais, rádio, televisão e correio. Todas as participantes interessadas preencheram um histórico de saúde detalhado e questionário de atividade física e foram, subsequentemente, admitidas ao estudo de acordo com os seguintes critérios de inclusão: não hipertensas (pressão arterial sistólica  $< 140$  mmHg e pressão arterial diastólica  $< 90$  mmHg), não-diabéticas, livres de qualquer disfunção cardíaca ou renal, não-fumantes, sem estarem realizando

terapia de reposição hormonal e não estarem envolvidas com a prática de programas de exercícios físicos a uma frequência maior do que uma vez por semana nos últimos seis meses precedentes ao início do estudo.

Posteriormente a este processo, sessenta e duas mulheres idosas foram incluídas na presente investigação e submetidas a um teste de esforço realizado por um cardiologista antes de serem liberadas sem restrições para participação na pesquisa. As participantes foram então aleatorizadas em um dos dois grupos: um grupo que executou o programa de TP duas vezes por semana (G2x, n = 33) e um grupo que realizou o mesmo programa de TP três vezes por semana (G3x, n = 29), ambos por 12 semanas. Como critério de exclusão, a aderência às sessões de treinamento foi estabelecida em 80% do total das sessões pré-determinadas para cada um dos grupos, sendo, portanto, um mínimo de 19 sessões para o G2x e 30 sessões para G3x.

Cinquenta e duas mulheres finalizaram a fase de treinamento. Após as 12 semanas de destreinamento, 45 participantes retornaram ao local de realização da pesquisa e, portanto, foram incluídas nas análises (G2x, n = 21, 69,4 ± 6,0 anos, 70,4 ± 14,3 kg, 155,3 ± 5,4 cm, 29,5 ± 5,2 kg/m<sup>2</sup> vs. G3x, n = 24, 70,0 ± 5,5 anos, 69,7 ± 15,0 kg, 156,9 ± 7,4 cm, 28,4 ± 5,4 kg/m<sup>2</sup>). Após o destreinamento, as participantes foram submetidas novamente a 12 semanas de TP (retreinamento) e 45 idosas finalizaram esta fase (G2x, n = 17, 69,4 ± 5,7 anos, 66,9 ± 14,3 kg, 156,0 ± 5,6 cm, 29,1 ± 5,4 kg/m<sup>2</sup> vs. G3x, n = 23, 68,9 ± 5,5 anos, 70,3 ± 15,0 kg, 157 ± 7,5 cm, 28,3 ± 5,2 kg/m<sup>2</sup>). As razões para a perda amostral incluíram abandono voluntário e não aderência ao treinamento. Após receberem informações sobre a finalidade do estudo e os procedimentos aos quais seriam submetidas, todas as participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética local, de acordo com as normas da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde sobre pesquisa envolvendo seres humanos. A figura 1 ilustra o processo de recrutamento e de alocação das participantes.



**Figura 1.** Representação esquemática do recrutamento e alocação das participantes.

### **Delineamento experimental**

Este estudo examinou o efeito de 12 semanas de retreinamento em mulheres idosas previamente destreinadas em TP a uma frequência de duas ou três vezes por semana. A investigação foi estruturada em um total de 30 semanas, com duas semanas dedicadas às avaliações, 12 semanas de destreino, 2 semanas de avaliações pós-destreino, 12 semanas de retreinamento e, finalmente, duas últimas semanas para as avaliações pós-retreinamento. Medidas antropométricas, de composição corporal, força muscular, qualidade muscular e perfil metabólico foram realizadas nas semanas 1-2, 15-16 e 28-30 para medidas da linha de base, destreino e retreinamento, respectivamente, ao passo que o destreino foi realizado nas semanas 3-14 e o retreinamento durante as semanas 17-28.

### **Medidas antropométricas**

A massa corporal foi mensurada em uma balança de plataforma digital, marca Urano, modelo PS 180, com resolução de 0,1 kg, ao passo que a estatura foi determinada em um estadiômetro de madeira com resolução de 0,1 cm, de acordo com os procedimentos descritos por (198). 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).

### **Composição corporal**

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, modelo G.E. PRODIGY – LNR 41.990, 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 deveriam estar 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 padrões 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 sobre a massa de gordura, gordura corporal relativa e massa livre de gordura.

Medidas prévias de teste-reteste em nove idosas foram realizadas com intervalo de 24-48 h entre elas, resultando em Erro Padrão de Medida de 0,96% e Coeficiente de Correlação Intraclasse  $> 0,98$  para % de gordura corporal, e Erro Padrão de Medida de 1,16 kg e Coeficiente de Correlação Intraclasse  $> 0,93$  para massa livre de gordura.

### **Ingestão energética**

Registros alimentares de três dias foram utilizados para monitoramento dos hábitos alimentares das participantes durante o período do estudo. Os dias da semana adotados para o preenchimento dos registros foram Segunda-feira, Quinta-feira e Domingo.

As informações sobre a forma de preenchimento dos registros foram fornecidas individualmente às participantes por uma nutricionista habituada a esse tipo de procedimento. Medidas caseiras padronizadas foram utilizadas para a estimativa da quantidade de alimentos e bebidas consumidas. O consumo energético total e as proporções ingeridas de macronutrientes foram determinados por meio do programa para avaliação nutricional Avanutri Processor Nutrition Software, Rio de Janeiro, Brasil; Versão 3.1.4.

Todas as participantes foram orientadas a não modificarem seus hábitos alimentares diários durante todo o período de duração do estudo. A ingestão de água foi *ad libitum*.

### **Força muscular**

A força muscular máxima foi determinada por meio do teste de uma repetição máxima (1RM) em dois 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 e cadeira extensora, respectivamente. O intervalo entre os exercícios foi de cinco minutos. Esses exercícios foram escolhidos por serem bastante populares nos programas de TP de indivíduos com diferentes níveis de treinabilidade.

Cada um dos dois 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 fossem completadas duas repetições na primeira tentativa, ou mesmo se não fosse completada sequer uma repetição, uma segunda tentativa seria 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 derradeira tentativa, caso ainda não se tivesse determinado a carga referente a uma única repetição máxima. Portanto, a carga registrada como 1RM foi aquela na qual foi possível ao indivíduo completar somente uma única repetição máxima (200). A velocidade de execução dos movimentos durante os testes de 1RM não foi controlada.

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 h. Vale ressaltar que a forma e a técnica de execução de cada exercício foram padronizadas e continuamente monitoradas, na tentativa de garantir a eficiência do teste.

Adicionalmente, os resultados de 1RM foram utilizados para calcular a qualidade muscular, a qual foi determinada por meio da soma dos escores de 1RM nos exercícios supino em banco vertical e cadeira extensora (em quilogramas), divididos pela MLG (em kg).

### **Perfil metabólico**

Coletas de sangue foram realizadas em sala adaptada para este fim, na própria universidade, para posterior dosagem em laboratório especializado no Hospital Universitário da Universidade Estadual de Londrina. As coletas foram realizadas entre 7h00 e 9h00, por duas técnicas de laboratório especializadas, após 12 h de jejum e após no mínimo 48 h desde a última sessão de treinamento. Para a coleta as participantes foram posicionadas sentadas, por um período de pelo menos cinco minutos de repouso, com o braço apoiado sobre um suporte que fica aproximadamente à altura de seus ombros. O braço foi garroteado no ponto médio do úmero e feita assepsia com algodão embebido em álcool 70%, e puncionado com agulha descartável de 25 X 8 mm no referido local.

Dez mililitros de sangue venoso na prega do cotovelo foram coletados e depositados em dois tubos a vácuo, um com gel separador sem anticoagulante, centrifugadas por 10 min a 3.000 rpm para separar o soro. 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 determinações de glicose, colesterol total, HDL-C, triglicerídeos e PCR foram feitas em um sistema auto-analisador bioquímico Dimension®RXL,

(Deerfield, IL, EUA). LDL-C foi calculada por meio de equação específica (201). As determinações utilizaram métodos consagrados na literatura médica e foram realizadas de acordo com os protocolos dos fabricantes. A testosterona e o fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1 (IGF-1) foram determinados pelo método de quimiluminescência, por meio do analisador imunoensaio LIAISON (Soaring S.T.A, Saluggia, Itália).

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

O programa de TP foi executado durante 12 semanas no período da manhã. O protocolo de treinamento foi baseado nas recomendações para TP em indivíduos idosos (31), estruturado para estimular os diferentes segmentos corporais (membros superiores, tronco e membros inferiores), utilizando-se de pesos livres e máquinas. Todas as participantes foram individualmente supervisionadas por profissionais da área da Educação Física experientes em TP, a fim de garantir a execução segura e consistente dos exercícios.

O grupo G2x executou o programa de TP duas vezes por semana (Terças e Quintas-feiras) e o grupo G3x realizou o mesmo programa de TP três vezes por semana (Segundas, Quartas e Sextas-feiras). O programa de TP compreendeu 8 exercícios, executados na seguinte ordem: supino em banco vertical, leg press horizontal, remada sentada articulada, cadeira extensora, rosca no banco Scott, mesa flexora, tríceps no pulley e panturrilha sentada. Todas as participantes realizaram uma série de 10 a 15 repetições máximas para cada exercício. As participantes foram instruídas a inspirar durante a fase excêntrica, expirar na fase concêntrica e controlar a velocidade do movimento à razão de 1:2 (fases concêntrica e excêntrica, respectivamente).

O intervalo de recuperação entre cada exercício foi de um a dois minutos e as cargas foram reajustadas periodicamente (aumentos de 2 a 5% para membros superiores e 5 a 10% para membros inferiores), em cada exercício, quando o número máximo de repetições programadas fosse atingido em duas sessões de treinamento consecutivas (31).

Ao final de cada sessão de treinamento, aproximadamente cinco minutos foram destinados para o alongamento dos grupos musculares exercitados durante o programa de TP. Todas as participantes foram orientadas a manterem os

níveis normais de atividade física ao longo do estudo e a não iniciarem novos programas de exercícios físicos durante o período experimental.

### **Período de destreinamento**

Todas as participantes foram orientadas a não executar programas de exercícios físicos, incluindo TP, por um período de 12 semanas após as avaliações pós-treinamento. Adicionalmente, as participantes foram encorajadas a manter seus hábitos de vida diários durante este período e a não modificar seus hábitos alimentares.

### **Tratamento estatístico**

Para análise da distribuição dos dados foi empregado o teste de Shapiro-Wilk e os dados foram expressos em média e desvio-padrão. O teste de Levene foi aplicado para analisar a homogeneidade das variâncias. Análise de variância (ANOVA) 2 x 3 para medidas repetidas foi utilizada para as comparações intra e inter-grupos. Nas variáveis nas quais a esfericidade foi violada como indicado pelo teste de Mauchly, as análises foram ajustadas pela correção de Greenhouse-Geisser. O teste post hoc de Bonferroni foi utilizado quando uma razão F significativa foi identificada para efeito isolado dos fatores analisados ou para interação entre eles.

Diferenças na linha de base foram exploradas pelo teste t de Student para amostras independentes. A magnitude do tamanho das diferenças foi calculada pelo tamanho do efeito. Um tamanho do efeito (TE) de 0,20-0,49 foi considerado pequeno, 0,50-0,79 como moderado e  $\geq 0,80$  como grande (202).

Para análise dos dados foi utilizado o programa estatístico STATISTICA versão 10.0 (STATSOFT INC., TULSA, OK, USA), adotando-se um nível de significância de  $P < 0,05$ .

## Resultados

A aderência total das participantes ao programa de TP foi de 83% para G2x e de 92% para G3x. Não houve diferenças para idade, massa corporal e IMC entre os grupos em nenhum momento do estudo.

### Composição corporal

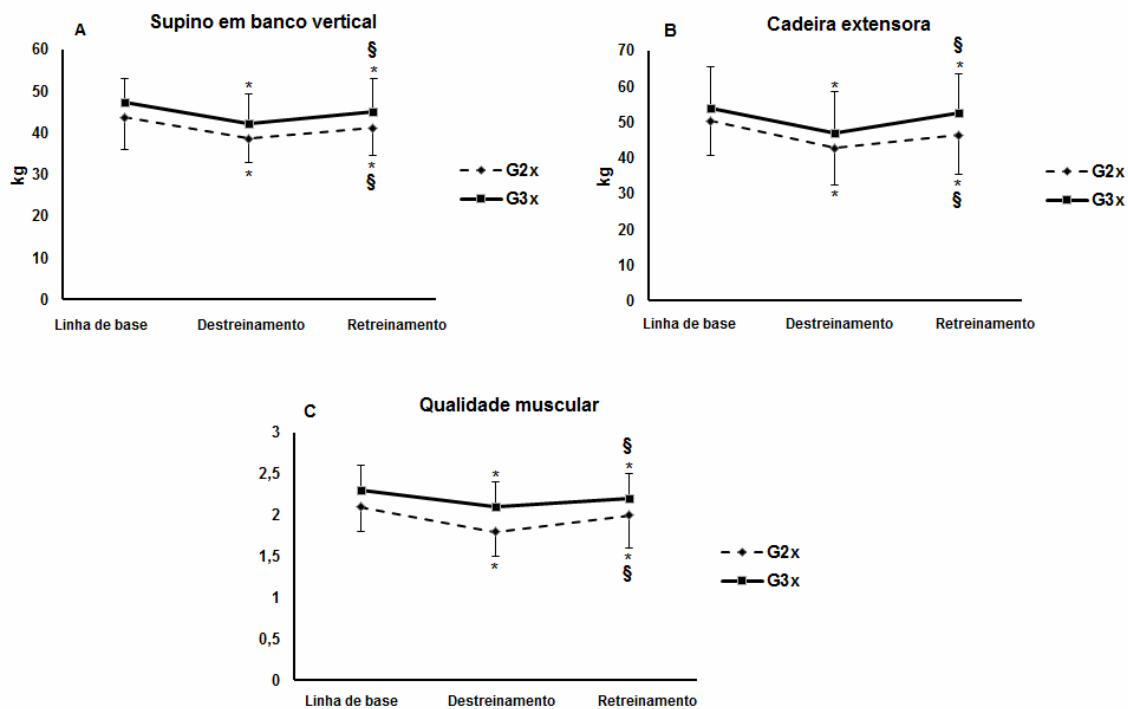
Houve efeito significativo do tempo para MLG, massa gorda e %gord (Tabela 1). A MLG reduziu significativamente após o destreino (G2x = -2,3%, TE = -0,16 vs. G3x = -1,4%, TE = -0,12,  $P = 0,003$ ) e aumentou após o retreino (G2x = +1,9%, TE = 0,15 vs. G3x = +1,2%, TE = 0,09,  $P = 0,009$ ), retornando aos valores da linha de base. Houve aumento significativo da massa gorda (G2x = +4,7%, TE = 0,13 vs. G3x = +3%, TE = 0,07) e %gord (G2x = +2,6%, TE = 0,1 vs. G3x = +3,1%, TE = 0,15,  $P = 0,003$ ) após o destreino e redução aos valores da linha de base após o retreino (G2x = -8%, TE = -0,24 vs. G3x = -6,7%, TE = -0,13 para massa gorda e G2x = -2,8%, TE = -0,13 vs. G3x = -2,2%, TE = -0,13,  $P = 0,02$  para %gord). Ao longo de toda a intervenção não houve alterações na massa corporal e IMC para os grupos.

**Tabela 1.** Medidas antropométricas e de composição corporal ao longo de toda a intervenção em mulheres idosas (G2x, n = 17 vs. G3x, n = 23).

Variável	Grupo	Linha de base	Destreinamento	Retreinamento	Efeitos		
					Grupo	Tempo	Interação
Massa corporal (kg)	G2x	70,4 ± 14,3	70,7 ± 12,6	69,1 ± 13,2	0,84	0,69	0,20
	G3x	69,7 ± 15,0	69,9 ± 15,5	69,1 ± 15,4			
MLG (kg)	G2x	42,8 ± 6,4	41,8 ± 5,4 <sup>a</sup>	42,6 ± 5,8 <sup>b</sup>	0,96	0,03	0,65
	G3x	42,3 ± 5,2	41,7 ± 5,5 <sup>a</sup>	42,2 ± 5,1 <sup>b</sup>			
Massa gorda (kg)	G2x	27,6 ± 10,4	28,9 ± 10,2 <sup>a</sup>	26,5 ± 11,2 <sup>b</sup>	0,78	0,004	0,50
	G3x	27,4 ± 10,7	28,2 ± 10,4 <sup>a</sup>	26,9 ± 10,8 <sup>b</sup>			
%gord	G2x	35,2 ± 7,2	36,1 ± 7,5 <sup>a</sup>	35,1 ± 7,8 <sup>b</sup>	0,73	0,003	0,87
	G3x	35,4 ± 7,1	36,5 ± 6,3 <sup>a</sup>	35,7 ± 6,6 <sup>b</sup>			

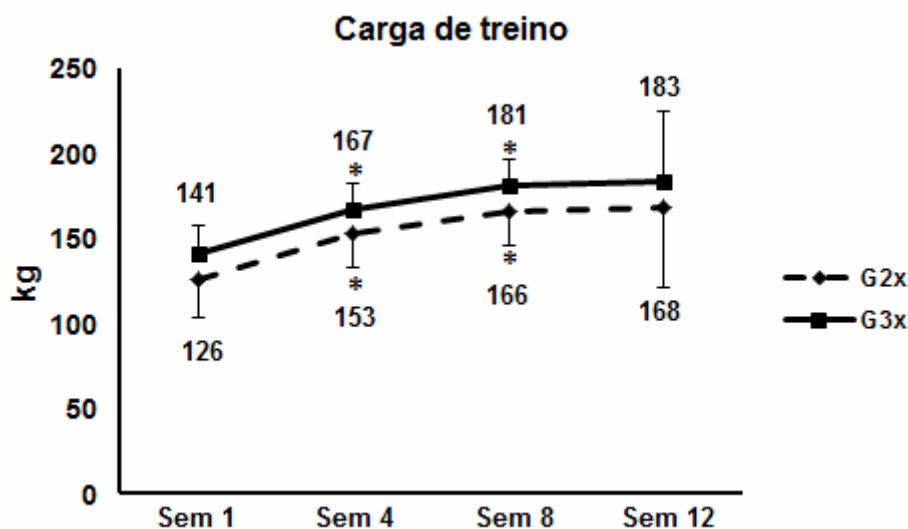
**Nota.** <sup>a</sup> $P < 0,05$  vs. linha de base; <sup>b</sup> $P < 0,05$  vs. destreinamento; G2x = grupo que executou o programa de treinamento com pesos duas vezes por semana; G3x = grupo que executou o programa de treinamento com pesos três vezes por semana. MLG = massa livre de gordura; %gord = gordura corporal relativa. Os dados estão expressos em média e desvio padrão.

A força e qualidade muscular apresentaram efeito significativo do tempo para os exercícios supino em banco vertical e cadeira extensora (Tabela 2). Ambos os grupos reduziram de maneira similar a força muscular de membros superiores e de tronco após o destreinamento (G2x = -12% vs. G3x = -11%) e aumentaram após o retreinamento (G2x e G3x = +7%), porém, mantiveram os escores acima dos valores da linha de base (G2x = 6% vs. G3x = 5%, < linha de base). A força muscular de membros inferiores reduziu significativamente após o destreinamento (G2x = -15% vs. G3x = -13%) e aumentou após o retreinamento em ambos os grupos (G2x = +9% vs. G3x = +11%), com valores abaixo dos escores da linha de base (G2x = 8%; G3x = 3%, < linha de base). A qualidade muscular diminuiu significativamente após o destreinamento (G2x = -14% vs. G3x = -9%) e aumentou após o retreinamento (G2x = +11% vs. G3x = +5%), todavia, com valores abaixo da linha de base (G2x = 5%; G3x = 4%, < linha de base,  $P = 0,01$ ).



**Figura 2.** Força muscular (em kg) nos exercícios supino em banco vertical, cadeira extensora e qualidade muscular dos grupos (G2x, n = 17 vs. G3x, n = 23) nos diferentes momentos do estudo. **Nota.** \*  $P < 0,05$  vs. linha de base; §  $P < 0,05$  vs. destreinamento; G2x = grupo que executou o programa de treinamento com pesos duas vezes por semana; G3x = grupo que executou o programa de treinamento com pesos três vezes por semana. Os dados estão expressos em média e desvio-padrão.

A figura 3 ilustra a carga de treino dos grupos no período de retreinamento. Houve efeito significativo do tempo ( $P < 0,001$ ), na qual ambos os grupos apresentaram aumentos ao longo de todo o estudo (G2x: +33% vs. G3x: +30%). Não houve diferença significativa entre as semanas 8 e 12 para os grupos ( $P = 1,00$ ).



**Figura 3.** Carga de treino (kg) dos grupos durante a intervenção (G2x,  $n = 17$  vs. G3x,  $n = 23$ ). G2x = grupo que executou o programa de treinamento com pesos duas vezes por semana; G3x = grupo que executou o programa de treinamento com pesos três vezes por semana. \* $P < 0,05$  vs. semana anterior.

A tabela 2 apresenta o perfil metabólico dos grupos durante a intervenção. Houve efeito significativo do tempo para glicose, LDL-C, triglicerídeos e testosterona. A glicose aumentou após o destreinamento (G2x = +6%, TE = 0,60 vs. G3x = +9%, TE = 0,53) e reduziu discretamente após retreinamento (G2x = -6% vs. G3x = -2%,  $P > 0,05$ ), retornando aos valores da linha de base. Com o destreinamento, a LDL-C aumentou (G2x = 18%, TE = 0,64 vs. G3x = 24%, TE = 0,83) e diminuiu com o retreinamento (G2x = -15%, TE = 0,56 vs. G3x = -13%, TE = -0,43). Os triglicerídeos aumentaram significativamente após o destreinamento (G2x = 21%, TE = 0,56 vs. G3x = 27%, TE = 0,60) e reduziu com o retreinamento (G2x = -17%, TE = -0,55 vs. G3x = -24%, TE = -0,51,  $P = 0,005$ ), retornando aos escores da linha de base.

A testosterona reduziu com o destreinamento (G2x = -24%, TE = -0,50 vs. G3x = -28%, TE = -0,82) e aumentou com o retreinamento, porém, não retornou aos valores da linha de base. (G2x = 8%, G3x = 14% < linha de base,  $P = 0,02$ ). O

colesterol total, a HDL-C, IGF-1 e a PCR não se modificaram em nenhum dos momentos da investigação para os grupos.

**Tabela 2.** Perfil metabólico dos grupos ao longo da intervenção (G2x, n = 17 vs. G3x, n = 23).

Variável	Grupo	Linha de base	Destreinamento	Retreinamento	Efeitos		
					Grupo	Tempo	Interação
Glicose (mg/dL)	G2x	98 ± 10	104 ± 11 <sup>a</sup>	98 ± 11	0,65	0,01	0,43
	G3x	99 ± 17	108 ± 29 <sup>a</sup>	106 ± 25			
Colesterol total (mg/dL)	G2x	194 ± 30	188 ± 36	194 ± 29	0,42	0,60	0,35
	G3x	204 ± 51	206 ± 36	201 ± 39			
HDL-C (mg/dL)	G2x	57 ± 16	56 ± 18	62 ± 23	0,82	0,09	0,66
	G3x	64 ± 22	60 ± 21	63 ± 25			
LDL-C (mg/dL)	G2x	102 ± 28	120 ± 32 <sup>a</sup>	102 ± 24 <sup>b</sup>	0,73	0,01	0,46
	G3x	104 ± 30	129 ± 40 <sup>a</sup>	112 ± 33 <sup>b</sup>			
Triglicerídeos (mg/dL)	G2x	103 ± 39	125 ± 38 <sup>a</sup>	104 ± 42 <sup>b</sup>	0,26	0,001	0,78
	G3x	116 ± 52	147 ± 69 <sup>a</sup>	112 ± 61 <sup>b</sup>			
PCR (mg/L)	G2x	1,8 ± 0,8	2,6 ± 1,4	2,0 ± 0,7	0,20	0,23	0,49
	G3x	2,6 ± 1,5	3,3 ± 1,6	2,1 ± 1,4			
IGF-1 (ng/mL)	G2x	113 ± 41	106 ± 37	108 ± 22	0,09	0,92	0,12
	G3x	122 ± 46	118 ± 48	123 ± 37			

Testosterona (ng/dL)	G2x	25 ± 14	19 ± 11 <sup>a</sup>	23 ± 10 <sup>a</sup>	0,49	0,001	0,82
	G3x	29 ± 11	21 ± 10 <sup>a</sup>	25 ± 11 <sup>a</sup>			

**Nota.** <sup>a</sup> $P < 0,05$  vs. linha de base; <sup>b</sup> $P < 0,05$  vs. destreinamento; G2x = grupo que executou o programa de treinamento com pesos duas vezes por semana; G3x = grupo que executou o programa de treinamento com pesos três vezes por semana; HDL-C = lipoproteína de alta densidade; LDL-C = lipoproteína de baixa densidade; IGF-1 = fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1; PCR = proteína C-reativa. Os dados estão expressos em média e desvio padrão.

### Ingestão energética

Não houve diferença significativa na ingestão energética e de macronutrientes intra ou inter-grupos ao longo de todo o estudo (Tabela 3).

**Tabela 3.** Ingestão energética e de macronutrientes dos grupos ao longo da intervenção (G2x, n = 17 vs. G3x, n = 23).

Variável	Grupo	Linha de base	Destreinamento	Retreinamento	Efeitos		
					Grupo	Tempo	Interação
Ingestão energética total (kcal/kg)	G2x	26 ± 6,4	27 ± 12,2	30 ± 10,2	0,72	0,16	0,95
	G3x	25 ± 11,3	26 ± 11,2	28 ± 12,0			
Proteínas (g/kg)	G2x	0,9 ± 0,3	1,0 ± 0,5	1,1 ± 0,4	0,84	0,18	0,98
	G3x	0,9 ± 0,4	1,0 ± 0,5	1,1 ± 0,5			
Carboidratos (g/kg)	G2x	3,9 ± 0,9	4,1 ± 1,9	4,6 ± 1,6	0,50	0,36	0,63
	G3x	3,7 ± 1,6	4,0 ± 1,9	4,0 ± 1,8			
Lipídeos (g/kg)	G2x	0,7 ± 0,3	0,7 ± 0,2	0,8 ± 0,3	0,76	0,07	0,79
	G3x	0,7 ± 0,4	0,6 ± 0,3	0,8 ± 0,4			

**Nota.** G2x = grupo que executou o programa de treinamento com pesos duas vezes por semana; G3x = grupo que executou o programa de treinamento com pesos três vezes por semana. Os dados estão expressos em média e desvio padrão.

## Discussão

Para o nosso conhecimento, este é o primeiro estudo a investigar o efeito de diferentes frequências semanais ao TP sobre diversos desfechos em mulheres idosas após um período de destreinamento e de retreinamento e os nossos achados não confirmam a hipótese de que um maior volume muscular (frequência semanal) é mais efetivo no ganho de força muscular, qualidade muscular, composição corporal e perfil metabólico de mulheres idosas e, portanto, os principais achados do presente estudo apontaram que em mulheres idosas previamente treinadas em TP, a interrupção do programa, seja a duas vezes ou a três vezes por semana, resultou em perdas significantes da força muscular, qualidade muscular, MLG, testosterona, além de aumentos na massa gorda, %gord, glicose, LDL-C e triglicérides, ao passo que um período subsequente de retreinamento levou a aumentos na MLG, força muscular e qualidade muscular, bem como a reduções na massa gorda, %gord, LDL-C e triglicérides, todos retornando a valores da linha de base, com exceção da força e qualidade muscular, as quais se mantiveram abaixo dos escores da linha de base. As demais variáveis não sofreram alterações com o retreinamento.

### Força muscular

Os resultados do nosso estudo acerca da força e qualidade muscular estão parcialmente em acordo com estudo anterior, o qual reportou que homens e mulheres idosas treinados em TP diminuem significativamente (-18%) força muscular de membros superiores e inferiores após 24 semanas de destreinamento, todavia, apresentaram ganho de aproximadamente 20% da força muscular após 12 semanas de retreinamento em TP. Adicionalmente, a qualidade muscular reduziu com o destreinamento (-29%,  $P < 0,001$ ) e aumentou (+18%) após o retreinamento (12 semanas de TP) (67).

A possível razão para a diferença entre este estudo citado e o nosso é que os indivíduos alcançaram os valores da linha de base após o retreinamento, ao passo que no nosso estudo isso não ocorreu, o que pode ser explicado pelo volume de treinamento que o estudo supracitado empregou (3 séries para cada um dos 6 exercícios), enquanto que no nosso estudo nós adotamos somente uma série

para cada um dos oito exercícios. Nosso laboratório e outros pesquisadores mostramos que series múltiplas produzem maiores aumentos na força muscular quando comparados a série única em mulheres idosas (205, 257, 258). Além disso, Hvid et al. (250) observaram reduções significantes (-26%,  $P < 0,05$ ) na força máxima dinâmica em homens idosos após curto período de imobilização (duas semanas), com subsequente aumento de 25% ( $P < 0,05$ ) logo após 4 semanas de execução de um programa de TP com 3 exercícios para membros inferiores, resultado este similar aos escores de força pré-imobilização. Vale destacar que neste estudo os homens idosos (67 anos) demonstraram recuperação da força muscular semelhante a homens jovens (24 anos).

Henwood et al. (68) reportaram diminuições significantes na força muscular de idosos (-17%) após 24 semanas de destreinamento, com aumentos de 21% após 12 semanas de retreinamento em TP. Estes resultados mostram que o reestabelecimento dos níveis de força muscular podem ocorrer com períodos relativamente curtos de retreinamento. Um pesquisa recente com homens jovens observou que exercícios com pesos nas fases iniciais de recuperação após 3 semanas de desuso podem reverter as alterações funcionais e estruturais desencadeadas pela atrofia muscular (259). Uma plausível explicação para as participantes do nosso estudo não terem alcançado os valores de força e qualidade muscular da linha de base após o retreinamento, está atrelada à redução nos níveis de testosterona, a qual pode dificultar o aumento na força e massa muscular (190). Adicionalmente, nosso estudo investigou mulheres idosas, ao passo que os estudos citados anteriormente utilizaram homens idosos e, sabe-se que homens idosos experienciam diferentes adaptações na força muscular após execução de programas de TP, geralmente apresentando maiores ganhos, quando comparados às mulheres idosas (219).

### **Composição corporal**

Nossas idosas reestabeleceram completamente as perdas ocasionadas pelo destreinamento na MLG, além de reduzirem a massa gorda e %gord após 12 semanas de retreinamento em TP. Taaffe et al. (67) mostraram que em homens e mulheres idosos (65-83 anos), um período de 24 semanas de destreinamento aumentou significamente a massa gorda (+0,8kg,  $P = 0,03$ ), sem

modificações após o retreinamento, mas, reportaram decréscimos significantes na massa livre de gordura após o destreinamento (-1,1kg,  $P < 0,001$ ) e aumento de 1,7% com 12 semanas de retreinamento. (+0,8kg,  $P < 0,001$ ), retornando aos valores da linha de base. Outro estudo apontou que logo após 2 semanas de desuso (imobilização), homens idosos reduziram significativamente em 13% a área de secção transversa de membros inferiores, sem modificações após 4 semanas de retreinamento (250).

Além disso, Henwood et al. (68) encontraram diminuição significativa de 2% na MLG com o destreinamento, sem alterações após 12 semanas de retreinamento em TP, duas vezes por semana. Estes resultados elucidam que para recuperar as perdas ocasionadas na composição corporal devido ao destreinamento há necessidade de um período mais longo de retreinamento, provavelmente por conta das modificações que podem ocorrer com o destreinamento, como por exemplo, alterações na fisiologia da musculatura esquelética (redução da resposta anabólica ao TP, disponibilidade protéica (260) e capacidade de ativação das células satélites reduzida (261)).

### **Perfil metabólico**

Os poucos estudos disponíveis na literatura que investigaram períodos de retreinamento em TP envolvendo idosos não se atentaram a analisar as possíveis modificações no perfil metabólico (lipídeos, hormônios, marcadores inflamatórios). De fato, os estudos que têm explorado estas variáveis em indivíduos idosos envolvem somente períodos de treinamento e de destreinamento. Fatouros et al. (53), por exemplo, examinaram um programa de 24 semanas de TP, seguido de 24 semanas de destreinamento em homens idosos e encontraram reduções (-5%) e aumentos (+1-7%) significantes na glicose, respectivamente, os quais são similares aos achados do nosso estudo, especialmente após o destreinamento (aumentos de 6-9%). Por outro lado, algumas pesquisas, com o mesmo delineamento experimental (treinamento e destreinamento) não encontraram modificações significantes no perfil lipídico, mesmo com períodos de treinamento de 8 semanas (234), 16 semanas (63), ou mesmo 1 ano (243), seguidos de destreinamento de 8 semanas, 16 semanas, ou 12 semanas, respectivamente. Contrariamente, em nosso estudo, houve alteração

significante na LDL-C e triglicérides, ambos com aumentos no destreinamento e reduções com o retreinamento.

Em relação à testosterona, de acordo com a literatura, não há modificações neste importante hormônio anabólico após execução de TP em idosos (220, 262-264), sem mencionar que a testosterona geralmente aumenta após o TP executado com séries múltiplas (maior volume), o que parece não ocorrer com séries únicas (265, 266). Porém, nosso estudo não confirma tal indicativo, tendo em vista que a manipulação do volume (diferentes frequências semanais) não induziu modificações na testosterona.

A PCR em nosso estudo não se alterou ao longo de toda a investigação ( $P > 0,05$ ). Embora haja uma relação inversa entre a PCR e a prática regular de atividade física (176-179), diversos estudos apontam que 16 semanas (63), 6 meses (174), ou mesmo 10 meses (175) de um programa de exercícios físicos não proporcionam modificações positivas na PCR. Estes estudos sugerem que períodos mais longos de duração são necessários para promover mudanças na PCR. Entretanto, para o nosso conhecimento, ainda não estão claros os mecanismos responsáveis pelos efeitos nos marcadores inflamatórios, tais como PCR, em indivíduos idosos.

### **Limitações**

As participantes do nosso estudo eram mulheres idosas saudáveis e, portanto, podem não refletir idosos em geral, especialmente idosos frágeis. Adicionalmente, nós realizamos o estudo sem o emprego de um grupo controle, o que dificulta comparações com indivíduos não treinados.

Levando-se em consideração que as adaptações da musculatura esquelética provenientes da execução de programas de TP são estritamente dependentes das variáveis do programa, como por exemplo, carga, número de séries, exercícios e de repetições, frequência semanal (267), futuros estudos são necessários, especialmente com um período mais longo de retreinamento, com volumes diferentes (número de séries, por exemplo), na tentativa de se verificar a quantidade de semanas necessária para reestabelecer as perdas desencadeadas por um período de destreinamento, principalmente naqueles variáveis que não retornaram aos valores da linha de base em nosso estudo.

## **Aplicações práticas**

É fundamental compreender que a interrupção da execução de um programa de TP geralmente ocasiona significantes decréscimos em inúmeros componentes físicos, o que, por sua vez, podem tornar os indivíduos idosos mais suscetíveis à fraqueza muscular, ao aumento no risco de quedas, modificações negativas nos diferentes componentes da composição corporal e ao aumento nos fatores de risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares. Além disso, o retorno à execução do programa de TP deve ser realizado o mais rápido possível, sempre levando em consideração que, para reestabelecimento dos benefícios adquiridos por meio de um programa de TP após um período de destreinamento pode necessitar de um período razoável de tempo (semanas, meses).

## **Conclusão**

Conclui-se que períodos de destreinamento induzem modificações significantes na MLG, massa gorda, %gord, testosterona, glicose, LDL-C, triglicerídeos, força e qualidade muscular de mulheres idosas previamente treinadas em TP, independentemente da frequência semanal ao TP (duas ou três vezes por semana). Além disso, um período de retreinamento leva ao reestabelecimento das modificações causadas pelo destreinamento a valores da linha de base, com exceção da força muscular, qualidade muscular e testosterona, os quais se mantiveram abaixo de seus respectivos escores da linha de base.

## **Agradecimentos**

Nós gostaríamos de agradecer às participantes pelo comprometimento para com o estudo, à Fundação Araucária e ao CNPq/Brasil pelo suporte financeiro concedido ao E.S.C. e M.A.N.

## **Conflitos de interesse**

Os autores declaram que não possuem conflito de interesse quanto à publicação do presente manuscrito.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente tese possibilitou identificar as possíveis modificações na força muscular e qualidade muscular, nos componentes da composição corporal, na glicose, no perfil lipídico, hormonal e metabólico de idosas submetidas a um programa de TP executado em duas diferentes frequências semanais (duas e três vezes por semana), em diferentes condições. A princípio, o estudo objetivou analisar as modificações decorrentes de um período de 12 semanas de treinamento, seguindo com uma análise sobre o impacto de um período de destreinamento tais como em fase inicial de treinamento e retreinamento.

O estudo iniciou com uma quantidade de sessenta e duas idosas, apresentado perda amostral de 16% (10 participantes) na fase de treinamento. Posteriormente, houve perda de 13% (7 participantes) durante o período de destreinamento, seguido de perda na ordem de 11% (5 participantes) na fase de retreinamento, totalizando, desde o início do estudo, uma perda de 35% (22 participantes). Dentre as razões para a perda amostral, destacam-se o abandono por falta de interesse, problemas de saúde (fratura causada fora do projeto, descoberta de câncer), cirurgia e/ou viagem agendada. É importante destacar esse tipo de informação para demonstrar que, ao longo de um período razoavelmente longo (9 meses), mesmo com um cuidado metodológico considerável, o qual foi realizado diariamente, por meio do registro de frequência das idosas às sessões de treinamento, além da supervisão individual de cada uma delas durante a execução do programa de TP, a desistência da participação é, de certa forma, inevitável, independentemente do motivo (abandono, mudança de endereço, cirurgia agendada, entre outros). Logo, futuras investigações, principalmente de intervenção, devem levar em consideração a porcentagem de perda amostral no momento de recrutamento, seleção e aleatorização dos participantes, a fim de evitar reduções drásticas em suas amostras.

Em relação às 12 semanas iniciais do estudo, denominadas de fase de treinamento, os resultados apontaram aumentos significantes na força muscular e qualidade muscular de ambos os grupos, sendo que no grupo G3x os aumentos na força muscular e qualidade muscular de membros superiores foram significativamente maiores quando comparados ao grupo G2x. Houve aumentos significantes e similares na massa livre de gordura para os grupos, bem como

reduções significantes na gordura corporal relativa, glicose, colesterol total, LDL-C e PCR. Para as demais variáveis analisadas não houve alterações. Este primeiro período do estudo mostrou que um programa de TP com duração de 12 semanas é suficientemente efetivo para proporcionar modificações positivas em alguns dos principais componentes extremamente importantes para a saúde e qualidade de vida de idosas e que as demais variáveis não sofreram alterações, provavelmente por questões metodológicas, tais como a duração do estudo e o volume de treinamento (número de séries). Novas investigações são necessárias, no intuito de se averiguar o modelo de programa de TP mais adequado, principalmente com períodos de intervenção e volume maiores, para promover as adaptações nas variáveis analisadas no presente estudo.

No que diz respeito ao período de destreinamento, 12 semanas de interrupção de um programa de TP reduz significativamente a massa livre de gordura, hidratação celular (intra, extra e total), testosterona, de forma similar para ambos os grupos (G2x e G3x), além de proporcionar aumentos significantes na quantidade de gordura corporal relativa, glicose, triglicerídeos e LDL-C, mostrando, portanto, que o período de destreinamento levou as idosas a não conseguirem reter de maneira eficiente as positivas modificações adquiridas por meio da prática do TP.

Desta forma, torna-se imprescindível a necessidade de se evitar interrupções na prática de programas de exercícios físicos, em especial o TP, tendo em vista o impacto negativo que um período de destreinamento pode proporcionar aos diferentes componentes morfológicos, metabólicos e neuromusculares de idosas.

O período de retreinamento, por sua vez, mostrou-se significativamente eficiente em reestabelecer alguns prejuízos acarretados pelo destreinamento, como por exemplo, o aumento da massa livre de gordura, glicose, triglicerídeos e testosterona, além da redução na gordura corporal relativa. Todavia, vale destacar que a força muscular de membros superiores, qualidade muscular e os níveis de testosterona, após o retreinamento, ainda estavam abaixo dos níveis encontrados no início do estudo (momento pré-destreinamento), o que reforça a idéia de que, a retomada à execução de um programa de TP após um período de destreinamento é eficiente para proporcionar alterações em diferentes componentes do organismo, entanto, os ganhos nem sempre suplantam as perdas decorrentes da interrupção.

De maneira geral, o presente estudo mostrou que o envolvimento de

idosas com programas de TP é de extrema importância, hajam vistos os benefícios atrelados a esta prática e que interrupções, independentemente do motivo, devem ser evitadas. Adicionalmente, diferentes frequências semanais são, sobremaneira, similarmente eficientes para melhoria da saúde de idosas.

## REFERÊNCIAS

1. Beaufreere B, Morio B. Fat and protein redistribution with aging: metabolic considerations. *Eur J Clin Nutr.* 2000;54 Suppl 3:S48-53.
2. Frontera WR, Hughes VA, Fielding RA, Fiatarone MA, Evans WJ, Roubenoff R. Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study. *J Appl Physiol.* 2000;88(4):1321-6.
3. Kamel HK. Sarcopenia and aging. *Nutr Rev.* 2003;61(5 Pt 1):157-67.
4. Klein CS, Rice CL, Marsh GD. Normalized force, activation, and coactivation in the arm muscles of young and old men. *J Appl Physiol.* 2001;91(3):1341-9.
5. Izquierdo M, Hakkinen K, Anton A, Garrues M, Ibanez J, Ruesta M, et al. Maximal strength and power, endurance performance, and serum hormones in middle-aged and elderly men. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33(9):1577-87.
6. Holland GJ, Tanaka K, Shigematsu R, Nakagaichi M. Flexibility and physical functions of older adults: A Review. *Journal of Aging and Physical Activity.* 2002;10(2):169-206.
7. Leveille SG. Musculoskeletal aging. *Curr Opin Rheumatol.* 2004;16(2):114-8.
8. Lauretani F, Russo CR, Bandinelli S, Bartali B, Cavazzini C, Di Iorio A, et al. Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: an operational diagnosis of sarcopenia. *J Appl Physiol.* 2003;95(5):1851-60.
9. Macaluso A, De Vito G. Muscle strength, power and adaptations to resistance training in older people. *Eur J Appl Physiol.* 2004;91(4):450-72.
10. Doherty TJ. Invited review: Aging and sarcopenia. *J Appl Physiol* (1985). 2003;95(4):1717-27.
11. Latham NK, Bennett DA, Stretton CM, Anderson CS. Systematic review of progressive resistance strength training in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2004;59(1):48-61.
12. Orr R, Raymond J, Fiatarone Singh M. Efficacy of progressive resistance training on balance performance in older adults : a systematic review of randomized controlled trials. *Sports Med.* 2008;38(4):317-43.
13. Douris P, Southard V, Varga C, Schauss W, Gennaro C, Reiss A. The effect of land and aquatic exercise on balance scores in older adults. *Journal of Geriatric Physical Therapy.* 2003;26(1):3-6.
14. Carter ND, Kannus P, Khan KM. Exercise in the prevention of falls in older people: a systematic literature review examining the rationale and the evidence. *Sports Med.* 2001;31(6):427-38.
15. Lovell DI, Cuneo R, Gass GC. The effect of strength training and short-term

- detraining on maximum force and the rate of force development of older men. *Eur J Appl Physiol*. 2010;109(3):429-35.
16. Tinetti ME. Clinical practice. Preventing falls in elderly persons. *N Engl J Med*. 2003;348(1):42-9.
  17. Liu-Ambrose T, Khan KM, Eng JJ, Janssen PA, Lord SR, McKay HA. Resistance and agility training reduce fall risk in women aged 75 to 85 with low bone mass: a 6-month randomized, controlled trial. *J Am Geriatr Soc*. 2004;52(5):657-65.
  18. Kron M, Loy S, Sturm E, Nikolaus T, Becker C. Risk indicators for falls in institutionalized frail elderly. *Am J Epidemiol*. 2003;158(7):645-53.
  19. Goodpaster BH, Thaete FL, Kelley DE. Thigh adipose tissue distribution is associated with insulin resistance in obesity and in type 2 diabetes mellitus. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2000;71(4):885-92.
  20. Nair KS. Aging muscle. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2005;81(5):953-63.
  21. Hunter GR, McCarthy JP, Bamman MM. Effects of resistance training on older adults. *Sports Med*. 2004;34(5):329-48.
  22. Delmonico MJ, Harris TB, Lee JS, Visser M, Nevitt M, Kritchevsky SB, et al. Alternative definitions of sarcopenia, lower extremity performance, and functional impairment with aging in older men and women. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2007;55(5):769-74.
  23. Chung JY, Kang HT, Lee DC, Lee HR, Lee YJ. Body composition and its association with cardiometabolic risk factors in the elderly: A focus on sarcopenic obesity. *Arch Gerontol Geriatr*. 2013;56(1):270-8.
  24. Visser M, Goodpaster BH, Kritchevsky SB, Newman AB, Nevitt M, Rubin SM, et al. Muscle mass, muscle strength, and muscle fat infiltration as predictors of incident mobility limitations in well-functioning older persons. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2005;60(3):324-33.
  25. Phillips SM. Resistance exercise: good for more than just Grandma and Grandpa's muscles. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2007;32(6):1198-205.
  26. Melton LJ, Khosla S, Crowson CS, O'Connor MK, O'Fallon WM, Riggs BL. Epidemiology of sarcopenia. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2000;48(6):625-30.
  27. Janssen I, Heymsfield SB, Ross R. Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. *J Am Geriatr Soc*. 2002;50(5):889-96.
  28. Bauer JM, Sieber CC. Sarcopenia and frailty: a clinician's controversial point of view. *Exp Gerontol*. 2008;43(7):674-8.

29. Silva TAdA, Frisoli Junior A, Pinheiro MM, Szejnfeld VL. Sarcopenia associada ao envelhecimento: aspectos etiológicos e opções terapêuticas. *Revista Brasileira de Reumatologia*. 2006;46:391-7.
30. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43(7):1334-59.
31. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41(3):687-708.
32. Yates LB, Djousse L, Kurth T, Buring JE, Gaziano JM. Exceptional longevity in men: modifiable factors associated with survival and function to age 90 years. *Arch Intern Med*. 2008;168(3):284-90.
33. Mummery WK, Kolt G, Schofield G, McLean G. Associations between physical activity and other lifestyle behaviors in older New Zealanders. *J Phys Act Health*. 2007;4(4):411-22.
34. Borst SE. Interventions for sarcopenia and muscle weakness in older people. *Age Ageing*. 2004;33(6):548-55.
35. Holviala JH, Sallinen JM, Kraemer WJ, Alen MJ, Hakkinen KK. Effects of strength training on muscle strength characteristics, functional capabilities, and balance in middle-aged and older women. *J Strength Cond Res*. 2006;20(2):336-44.
36. Vale RGS, Barreto ACG, Novaes JS, Dantas EHM. Effect of resistive training on the maximum strength, flexibility and functional autonomy of elderly woman. *Brazilian Journal of Kinanthropometry and Human Performance*. 2006;8(4):52-8.
37. Korpelainen R, Keinanen-Kiukaanniemi S, Heikkinen J, Vaananen K, Korpelainen J. Effect of impact exercise on bone mineral density in elderly women with low BMD: a population-based randomized controlled 30-month intervention. *Osteoporos Int*. 2006;17(1):109-18.
38. Kryger AI, Andersen JL. Resistance training in the oldest old: consequences for muscle strength, fiber types, fiber size, and MHC isoforms. *Scand J Med Sci Sports*. 2007;17(4):422-30.
39. Gerage AM, Forjaz CL, Nascimento MA, Januario RS, Polito MD, Cyrino ES. Cardiovascular adaptations to resistance training in elderly postmenopausal women. *Int J Sports Med*. 2013;34(9):806-13.
40. Cornelissen VA, Fagard RH. Effect of resistance training on resting blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Hypertens*. 2005;23(2):251-9.

41. Binder EF, Yarasheski KE, Steger-May K, Sinacore DR, Brown M, Schechtman KB, et al. Effects of progressive resistance training on body composition in frail older adults: results of a randomized, controlled trial. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2005;60(11):1425-31.
42. Henwood TR, Riek S, Taaffe DR. Strength versus muscle power-specific resistance training in community-dwelling older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2008;63(1):83-91.
43. Wieser M, Haber P. The effects of systematic resistance training in the elderly. *Int J Sports Med*. 2007;28(1):59-65.
44. Judge JO, Kleppinger A, Kenny A, Smith JA, Biskup B, Marcella G. Home-based resistance training improves femoral bone mineral density in women on hormone therapy. *Osteoporos Int*. 2005;16(9):1096-108.
45. Going SB, Laudermilk M. Osteoporosis and Strength Training. *American Journal of Lifestyle Medicine*. 2009;3(4):310-9.
46. Strasser B, Schobersberger W. Evidence for resistance training as a treatment therapy in obesity. *J Obes*. 2011;2011.
47. Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone Singh MA, Minson CT, Nigg CR, Salem GJ, et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41(7):1510-30.
48. Filho JC, Gobbi LT, Gurjao AL, Goncalves R, Prado AK, Gobbi S. Effect of different rest intervals, between sets, on muscle performance during leg press exercise, in trained older women. *J Sports Sci Med*. 2013;12(1):138-43.
49. Jambassi Filho JC, Gurjão ALD, Gonçalves R, Barboza BHV, Gobbi S. O Efeito de diferentes intervalos de recuperação entre as séries de treinamento com pesos, na força muscular em mulheres idosas treinadas. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2010;16(2):112-5.
50. Sayers SP, Gibson K. Effects of high-speed power training on muscle performance and braking speed in older adults. *J Aging Res*. 2012;2012:426278.
51. de Vos NJ, Singh NA, Ross DA, Stavrinou TM, Orr R, Fiatarone Singh MA. Effect of power-training intensity on the contribution of force and velocity to peak power in older adults. *J Aging Phys Act*. 2008;16(4):393-407.
52. Lambert CP, Bopp MM, Johnson LE, Sullivan DH. Resistance Training and Testosterone Replacement Induced Changes in Body Composition, Free Testosterone, IGF-I, and IGFBP-3 in the Frail Elderly. *Journal of Exercise Physiology on line*. 2007;10(1):48-56.
53. Fatouros IG, Tournis S, Leontsini D, Jamurtas AZ, Sxina M, Thomakos P, et al. Leptin and adiponectin responses in overweight inactive elderly following resistance training and detraining are intensity related. *J Clin Endocrinol*

- Metab. 2005;90(11):5970-7.
54. Scher LM, Ferriolli E, Moriguti JC, Scher R, Lima NK. The effect of different volumes of acute resistance exercise on elderly individuals with treated hypertension. *J Strength Cond Res.* 2011;25(4):1016-23.
  55. Jannig PR, Cardoso AC, Fleischmann E, Coelho CW, Carvalho Td. Influência da ordem de execução de exercícios resistidos na hipotensão pós-exercício em idosos hipertensos. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte.* 2009;15:338-41.
  56. Harris C, DeBeliso MA, Spitzer-Gibson TA, Adams KJ. The effect of resistance-training intensity on strength-gain response in the older adult. *J Strength Cond Res.* 2004;18(4):833-8.
  57. Cannon J, Marino FE. Early-phase neuromuscular adaptations to high- and low-volume resistance training in untrained young and older women. *J Sports Sci.* 2010;28(14):1505-14.
  58. Radaelli R, Botton CE, Wilhelm EN, Bottaro M, Lacerda F, Gaya A, et al. Low- and high-volume strength training induces similar neuromuscular improvements in muscle quality in elderly women. *Exp Gerontol.* 2013;48(8):710-6.
  59. DiFrancisco-Donoghue J, Werner W, Douris PC. Comparison of once-weekly and twice-weekly strength training in older adults. *Br J Sports Med.* 2007;41(1):19-22.
  60. Murlasits Z, Reed J, Wells K. Effect of resistance training frequency on physiological adaptations in older adults. *Journal of Exercise Science & Fitness.* 2012;10(1):28-32.
  61. Ashe MC, Gorman E, Khan KM, Brasher PM, Cooper DM, McKay HA, et al. Does frequency of resistance training affect tibial cortical bone density in older women? A randomized controlled trial. *Osteoporos Int.* 2013;24(2):623-32.
  62. Farinatti PT, Geraldes AA, Bottaro MF, Lima MV, Albuquerque RB, Fleck SJ. Effects of different resistance training frequencies on the muscle strength and functional performance of active women older than 60 years. *J Strength Cond Res.* 2013;27(8):2225-34.
  63. Martins RA, Verissimo MT, Coelho e Silva MJ, Cumming SP, Teixeira AM. Effects of aerobic and strength-based training on metabolic health indicators in older adults. *Lipids Health Dis.* 2010;9:76.
  64. Melnyk JA, Rogers MA, Hurley BF. Effects of strength training and detraining on regional muscle in young and older men and women. *Eur J Appl Physiol.* 2009;105(6):929-38.
  65. Pereira A, Izquierdo M, Silva AJ, Costa AM, Gonzalez-Badillo JJ, Marques MC. Muscle performance and functional capacity retention in older women after high-speed power training cessation. *Exp Gerontol.* 2012;47(8):620-4.

66. Serra-Rexach JA, Bustamante-Ara N, Hierro Villaran M, Gonzalez Gil P, Sanz Ibanez MJ, Blanco Sanz N, et al. Short-term, light- to moderate-intensity exercise training improves leg muscle strength in the oldest old: a randomized controlled trial. *J Am Geriatr Soc.* 2011;59(4):594-602.
67. Taaffe DR, Henwood TR, Nalls MA, Walker DG, Lang TF, Harris TB. Alterations in muscle attenuation following detraining and retraining in resistance-trained older adults. *Gerontology.* 2009;55(2):217-23.
68. Henwood TR, Taaffe DR. Detraining and retraining in older adults following long-term muscle power or muscle strength specific training. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2008;63(7):751-8.
69. Organization WH. *Statistical Information System.* 2003.
70. Menezes TNd, Marucci MdFN. Antropometria de idosos residentes em instituições geriátricas, Fortaleza, CE. *Revista de Saúde Pública.* 2005;39:169-75.
71. Campos MAG, Pedroso ERP, Lamounier JA, Colosimo EA, Abrantes MM. Estado nutricional e fatores associados em idosos. *Revista da Associação Médica Brasileira.* 2006;52:214-21.
72. Matsudo VKR, Araújo TL. Perfil do nível de atividade física e capacidade funcional de mulheres maiores de 50 anos de idade de acordo com a idade cronológica. *Brazilian Journal of Physical Activity and Health.* [Original]. 2001;6(1):12-24.
73. Bean JF, Herman S, Kiely DK, Frey IC, Leveille SG, Fielding RA, et al. Increased Velocity Exercise Specific to Task (InVEST) training: a pilot study exploring effects on leg power, balance, and mobility in community-dwelling older women. *J Am Geriatr Soc.* 2004;52(5):799-804.
74. Fleck SJ, Kraemer WJ, editors. *Fundamentos do treinamento de força muscular.* 2nd ed. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul LTDA; 1999.
75. Kalapotharakos VI, Michalopoulou M, Godolias G, Tokmakidis SP, Malliou PV, Gourgoulis V. The effects of high- and moderate-resistance training on muscle function in the elderly. *J Aging Phys Act.* 2004;12(2):131-43.
76. Carvalho J, SOares JMC. Envelhecimento e força muscular - breve revisão. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto.* [Revisão]. 2004;4(3):79-93.
77. Rantanen T, Masaki K, Foley D, Izmirlian G, White L, Guralnik JM. Grip strength changes over 27 yr in Japanese-American men. *J Appl Physiol* (1985). 1998;85(6):2047-53.
78. Winegard KJ, Hicks AL, Sale DG, Vandervoort AA. A 12-year follow-up study of ankle muscle function in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 1996;51(3):B202-7.
79. Gonçalves D, Ricci N, Coimbra A. Equilíbrio funcional de idosos da

- comunidade: comparação em relação ao histórico de quedas. *Brazilian Journal of Physical Therapy*. 2009;13(4):316-23.
80. Lexell J, Taylor CC, Sjoström M. What is the cause of the ageing atrophy? Total number, size and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15- to 83-year-old men. *J Neurol Sci*. 1988;84(2-3):275-94.
  81. Porter MM, Vandervoort AA, Lexell J. Aging of human muscle: structure, function and adaptability. *Scand J Med Sci Sports*. 1995;5(3):129-42.
  82. Going S, Williams D, Lohman T. Aging and body composition: biological changes and methodological issues. *Exerc Sport Sci Rev*. 1995;23:411-58.
  83. Visser M, Pahor M, Tylavsky F, Kritchevsky SB, Cauley JA, Newman AB, et al. One- and two-year change in body composition as measured by DXA in a population-based cohort of older men and women. *J Appl Physiol* (1985). 2003;94(6):2368-74.
  84. Janssen I, Shepard DS, Katzmarzyk PT, Roubenoff R. The healthcare costs of sarcopenia in the United States. *J Am Geriatr Soc*. 2004;52(1):80-5.
  85. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*. 2010;39(4):412-23.
  86. Gill TM, Allore HG, Holford TR, Guo Z. Hospitalization, restricted activity, and the development of disability among older persons. *JAMA*. 2004;292(17):2115-24.
  87. Janssen I, Baumgartner RN, Ross R, Rosenberg IH, Roubenoff R. Skeletal muscle cutpoints associated with elevated physical disability risk in older men and women. *Am J Epidemiol*. 2004;159(4):413-21.
  88. Baumgartner RN, Koehler KM, Gallagher D, Romero L, Heymsfield SB, Ross RR, et al. Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *Am J Epidemiol*. 1998;147(8):755-63.
  89. Martinez BP, Camelier FWR, Camelier AA. Sarcopenia em idosos: um estudo de revisão. *Revista Pesquisa em Fisioterapia*. 2014;4(1):62-4.
  90. ORGANISATION WG. World Gastroenterology Organisation Global Guideline: Obesity. 2011:1-14.
  91. Lim S, Kim JH, Yoon JW, Kang SM, Choi SH, Park YJ, et al. Sarcopenic obesity: prevalence and association with metabolic syndrome in the Korean Longitudinal Study on Health and Aging (KLoSHA). *Diabetes Care*. 2010;33(7):1652-4.
  92. Zamboni M, Mazzali G, Fantin F, Rossi A, Di Francesco V. Sarcopenic obesity: a new category of obesity in the elderly. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2008;18(5):388-95.

93. Kohrt WM, Holloszy JO. Loss of skeletal muscle mass with aging: effect on glucose tolerance. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 1995;50 Spec No:68-72.
94. Evans WJ. Effects of exercise on senescent muscle. *Clin Orthop Relat Res.* 2002(403 Suppl):S211-20.
95. Hallal PC, Victora CG, Wells JC, Lima RC. Physical inactivity: prevalence and associated variables in Brazilian adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35(11):1894-900.
96. Miszko TA, Cress ME. A lifetime of fitness. Exercise in the perimenopausal and postmenopausal woman. *Clin Sports Med.* 2000;19(2):215-32.
97. Gregg EW, Cauley JA, Stone K, Thompson TJ, Bauer DC, Cummings SR, et al. Relationship of changes in physical activity and mortality among older women. *JAMA.* 2003;289(18):2379-86.
98. Rolland YM, Perry HM, 3rd, Patrick P, Banks WA, Morley JE. Loss of appendicular muscle mass and loss of muscle strength in young postmenopausal women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2007;62(3):330-5.
99. Horani MH, Mooradian AD. Management of obesity in the elderly: special considerations. *Treat Endocrinol.* 2002;1(6):387-98.
100. Eiben G, Dey DK, Rothenberg E, Steen B, Bjorkelund C, Bengtsson C, et al. Obesity in 70-year-old Swedes: secular changes over 30 years. *Int J Obes (Lond).* 2005;29(7):810-7.
101. Snijder MB, Zimmet PZ, Visser M, Dekker JM, Seidell JC, Shaw JE. Independent and opposite associations of waist and hip circumferences with diabetes, hypertension and dyslipidemia: the AusDiab Study. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2004;28(3):402-9.
102. Nicklas BJ, Penninx BW, Cesari M, Kritchevsky SB, Newman AB, Kanaya AM, et al. Association of visceral adipose tissue with incident myocardial infarction in older men and women: the Health, Aging and Body Composition Study. *Am J Epidemiol.* 2004;160(8):741-9.
103. Osteoporose SBd. América Latina enfrenta a osteoporose. 2004. p. 1-7.
104. Foundation NO. Physician's guide to prevention and treatment of osteoporosis. New Jersey 2002.
105. Coin A, Sergi G, Beninca P, Lupoli L, Cinti G, Ferrara L, et al. Bone mineral density and body composition in underweight and normal elderly subjects. *Osteoporos Int.* 2000;11(12):1043-50.
106. Gillette-Guyonnet S, Nourhashemi F, Lauque S, Grandjean H, Vellas B. Body composition and osteoporosis in elderly women. *Gerontology.* 2000;46(4):189-93.
107. Li S, Wagner R Fau - Holm K, Holm K Fau - Lehotsky J, Lehotsky J Fau -

- Zinaman MJ, Zinaman MJ. Relationship between soft tissue body composition and bone mass in perimenopausal women. 20040203 DCOM-20040617(0378-5122 (Print)).
108. Fiatarone MA, Marks EC, Ryan ND, Meredith CN, Lipsitz LA, Evans WJ. High-intensity strength training in nonagenarians. Effects on skeletal muscle. *JAMA*. 1990;263(22):3029-34.
  109. Brandon LJ, Boyette LW, Lloyd A, Gaasch DA. Resistive training and long-term function in older adults. *J Aging Phys Act*. 2004;12(1):10-28.
  110. Ryan AS, Ivey FM, Hurlbut DE, Martel GF, Lemmer JT, Sorkin JD, et al. Regional bone mineral density after resistive training in young and older men and women. *Scand J Med Sci Sports*. 2004;14(1):16-23.
  111. Seynnes O, Fiatarone Singh MA, Hue O, Pras P, Legros P, Bernard PL. Physiological and functional responses to low-moderate versus high-intensity progressive resistance training in frail elders. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2004;59(5):503-9.
  112. Ades PA, Savage PD, Brochu M, Tischler MD, Lee NM, Poehlman ET. Resistance training increases total daily energy expenditure in disabled older women with coronary heart disease. *J Appl Physiol* (1985). 2005;98(4):1280-5.
  113. Frontera WR, Hughes VA, Lutz KJ, Evans WJ. A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45- to 78-yr-old men and women. *J Appl Physiol* (1985). 1991;71(2):644-50.
  114. Henwood TR, Taaffe DR. Short-term resistance training and the older adult: the effect of varied programmes for the enhancement of muscle strength and functional performance. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2006;26(5):305-13.
  115. Henwood TR, Taaffe DR. Improved physical performance in older adults undertaking a short-term programme of high-velocity resistance training. *Gerontology*. 2005;51(2):108-15.
  116. Teixeira PJ, Going SB, Houtkooper LB, Metcalfe LL, Blew RM, Flint-Wagner HG, et al. Resistance training in postmenopausal women with and without hormone therapy. *Med Sci Sports Exerc*. 2003;35(4):555-62.
  117. Ferris LT, Williams JS, Shen CL, O'Keefe KA, Hale KB. Resistance training improves sleep quality in older adults a pilot study. *J Sports Sci Med*. 2005;4(3):354-60.
  118. Silva NLD, Farinatti PDTV. 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*. 2007;13:60-6.
  119. Rogers ME, Bohlken RM, Beets MW, Hammer SB, Ziegenfuss TN, Sarabon N. Effects of creatine, ginseng, and astragalus supplementation on strength,

- body composition, mood, and blood lipids during strength-training in older adults. *J Sports Sci Med*. 2006;5(1):60-9.
120. Goodpaster BH, Chomentowski P, Ward BK, Rossi A, Glynn NW, Delmonico MJ, et al. Effects of physical activity on strength and skeletal muscle fat infiltration in older adults: a randomized controlled trial. *J Appl Physiol* (1985). 2008;105(5):1498-503.
  121. Bellew JW, Yates JW, Gater DR. The initial effects of low-volume strength training on balance in untrained older men and women. *J Strength Cond Res*. 2003;17(1):121-8.
  122. Amarante do Nascimento M, Januario RS, Gerage AM, Mayhew JL, Cheche Pina FL, Cyrino ES. Familiarization and reliability of one repetition maximum strength testing in older women. *J Strength Cond Res*. 2013;27(6):1636-42.
  123. Folland JP, Williams AG. The adaptations to strength training : morphological and neurological contributions to increased strength. *Sports Med*. 2007;37(2):145-68.
  124. Gabriel DA, Kamen G, Frost G. Neural adaptations to resistive exercise: mechanisms and recommendations for training practices. *Sports Med*. 2006;36(2):133-49.
  125. Hakkinen K, Kraemer WJ, Pakarinen A, Triplett-McBride T, McBride JM, Hakkinen A, et al. Effects of heavy resistance/power training on maximal strength, muscle morphology, and hormonal response patterns in 60-75-year-old men and women. *Can J Appl Physiol*. 2002;27(3):213-31.
  126. Martel GF, Roth SM, Ivey FM, Lemmer JT, Tracy BL, Hurlbut DE, et al. Age and sex affect human muscle fibre adaptations to heavy-resistance strength training. *Exp Physiol*. 2006;91(2):457-64.
  127. Katula JA, Rejeski WJ, Marsh AP. Enhancing quality of life in older adults: a comparison of muscular strength and power training. *Health Qual Life Outcomes*. 2008;6:45.
  128. Wolfe RR. The underappreciated role of muscle in health and disease. *Am J Clin Nutr*. 2006;84(3):475-82.
  129. Cawthon PM, Fox KM, Gandra SR, Delmonico MJ, Chiou CF, Anthony MS, et al. Do muscle mass, muscle density, strength, and physical function similarly influence risk of hospitalization in older adults? *J Am Geriatr Soc*. 2009;57(8):1411-9.
  130. Suetta C, Magnusson SP, Beyer N, Kjaer M. Effect of strength training on muscle function in elderly hospitalized patients. *Scand J Med Sci Sports*. 2007;17(5):464-72.
  131. Asbury EA, Chandruangphen P, Collins P. The importance of continued exercise participation in quality of life and psychological well-being in previously inactive postmenopausal women: a pilot study. *Menopause*.

- 2006;13(4):561-7.
132. Maesta N, Nahas EA, Nahas-Neto J, Orsatti FL, Fernandes CE, Traiman P, et al. Effects of soy protein and resistance exercise on body composition and blood lipids in postmenopausal women. *Maturitas*. 2007;56(4):350-8.
  133. Taaffe DR. Sarcopenia--exercise as a treatment strategy. *Aust Fam Physician*. 2006;35(3):130-4.
  134. Sallinen J, Pakarinen A, Fogelholm M, Sillanpaa E, Alen M, Volek JS, et al. Serum basal hormone concentrations and muscle mass in aging women: effects of strength training and diet. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2006;16(3):316-31.
  135. Trevisan MC, Burini RC. Metabolismo de repouso de mulheres pós-menopausadas submetidas a programa de treinamento com pesos (hipertrofia). *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2007;13:133-7.
  136. Orsatti FL, Nahas EA, Maesta N, Nahas-Neto J, Burini RC. Plasma hormones, muscle mass and strength in resistance-trained postmenopausal women. *Maturitas*. 2008;59(4):394-404.
  137. Reeves ND, Narici MV, Maganaris CN. In vivo human muscle structure and function: adaptations to resistance training in old age. *Exp Physiol*. 2004;89(6):675-89.
  138. Esmarck B, Andersen JL, Olsen S, Richter EA, Mizuno M, Kjaer M. Timing of postexercise protein intake is important for muscle hypertrophy with resistance training in elderly humans. *J Physiol*. 2001;535(Pt 1):301-11.
  139. Ferri A, Scaglioni G, Pousson M, Capodaglio P, Van Hoecke J, Narici MV. Strength and power changes of the human plantar flexors and knee extensors in response to resistance training in old age. *Acta Physiol Scand*. 2003;177(1):69-78.
  140. Suetta C, Aagaard P, Rosted A, Jakobsen AK, Duus B, Kjaer M, et al. Training-induced changes in muscle CSA, muscle strength, EMG, and rate of force development in elderly subjects after long-term unilateral disuse. *J Appl Physiol* (1985). 2004;97(5):1954-61.
  141. Bocalini DS, Serra AJ, Rica RL, Dos Santos L. Repercussions of training and detraining by water-based exercise on functional fitness and quality of life: a short-term follow-up in healthy older women. *Clinics (Sao Paulo)*. 2010;65(12):1305-9.
  142. Peterson MD, Sen A, Gordon PM. Influence of resistance exercise on lean body mass in aging adults: a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43(2):249-58.
  143. Raso V, Benard G, AJ DASD, Natale VM. Effect of resistance training on immunological parameters of healthy elderly women. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39(12):2152-9.

144. Brose A, Parise G, Tarnopolsky MA. Creatine supplementation enhances isometric strength and body composition improvements following strength exercise training in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2003;58(1):11-9.
145. Ades PA, Savage P, Cress ME, Brochu M, Lee NM, Poehlman ET. Resistance training on physical performance in disabled older female cardiac patients. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35(8):1265-70.
146. Going S, Lohman T, Houtkooper L, Metcalfe L, Flint-Wagner H, Blew R, et al. Effects of exercise on bone mineral density in calcium-replete postmenopausal women with and without hormone replacement therapy. *Osteoporos Int.* 2003;14(8):637-43.
147. Figueroa A, Going SB, Milliken LA, Blew RM, Sharp S, Teixeira PJ, et al. Effects of exercise training and hormone replacement therapy on lean and fat mass in postmenopausal women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2003;58(3):266-70.
148. Hunter GR, Wetzstein CJ, Fields DA, Brown A, Bamman MM. Resistance training increases total energy expenditure and free-living physical activity in older adults. *J Appl Physiol (1985).* 2000;89(3):977-84.
149. Ryan AS, Pratley RE, Elahi D, Goldberg AP. Resistive training increases fat-free mass and maintains RMR despite weight loss in postmenopausal women. *J Appl Physiol (1985).* 1995;79(3):818-23.
150. Taaffe DR, Pruitt L, Reim J, Butterfield G, Marcus R. Effect of sustained resistance training on basal metabolic rate in older women. *J Am Geriatr Soc.* 1995;43(5):465-71.
151. Treuth MS, Hunter GR, Weinsier RL, Kell SH. Energy expenditure and substrate utilization in older women after strength training: 24-h calorimeter results. *J Appl Physiol (1985).* 1995;78(6):2140-6.
152. Treuth MS, Hunter GR, Kekes-Szabo T, Weinsier RL, Goran MI, Berland L. Reduction in intra-abdominal adipose tissue after strength training in older women. *J Appl Physiol (1985).* 1995;78(4):1425-31.
153. Tsuzuku S, Kajioka T, Endo H, Abbott RD, Curb JD, Yano K. Favorable effects of non-instrumental resistance training on fat distribution and metabolic profiles in healthy elderly people. *Eur J Appl Physiol.* 2007;99(5):549-55.
154. Donnelly JE, Blair SN, Jakicic JM, Manore MM, Rankin JW, Smith BK. American College of Sports Medicine Position Stand. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(2):459-71.
155. Janssen I, Heymsfield SB, Baumgartner RN, Ross R. Estimation of skeletal muscle mass by bioelectrical impedance analysis. *J Appl Physiol (1985).* 2000;89(2):465-71.

156. Kalache A, Gatti A. Active ageing: a policy framework. *Adv Gerontol.* 2003;11:7-18.
157. Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III) final report. *Circulation.* 2002;106(25):3143-421.
158. Windler E, Schoffauer M, Zyriax BC. The significance of low HDL-cholesterol levels in an ageing society at increased risk for cardiovascular disease. *Diab Vasc Dis Res.* 2007;4(2):136-42.
159. Fahlman MM, Boardley D, Lambert CP, Flynn MG. Effects of endurance training and resistance training on plasma lipoprotein profiles in elderly women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2002;57(2):B54-60.
160. Joseph LJ, Davey SL, Evans WJ, Campbell WW. Differential effect of resistance training on the body composition and lipoprotein-lipid profile in older men and women. *Metabolism.* 1999;48(11):1474-80.
161. Correa CS, Teixeira BC, Cobos RC, Macedo RC, Kruger RL, Carteri RB, et al. High-volume resistance training reduces postprandial lipaemia in postmenopausal women. *J Sports Sci.* 2015:1-12.
162. Marques E, Carvalho J, Soares JM, Marques F, Mota J. Effects of resistance and multicomponent exercise on lipid profiles of older women. *Maturitas.* 2009;63(1):84-8.
163. Williams PT. Relationships of heart disease risk factors to exercise quantity and intensity. *Arch Intern Med.* 1998;158(3):237-45.
164. Stewart KJ, Bacher AC, Turner K, Lim JG, Hees PS, Shapiro EP, et al. Exercise and risk factors associated with metabolic syndrome in older adults. *Am J Prev Med.* 2005;28(1):9-18.
165. Watkins LL, Sherwood A, Feinglos M, Hinderliter A, Babyak M, Gullette E, et al. Effects of exercise and weight loss on cardiac risk factors associated with syndrome X. *Arch Intern Med.* 2003;163(16):1889-95.
166. Fonong T, Toth MJ, Ades PA, Katzell LI, Calles-Escandon J, Poehlman ET. Relationship between physical activity and HDL-cholesterol in healthy older men and women: a cross-sectional and exercise intervention study. *Atherosclerosis.* 1996;127(2):177-83.
167. Zyriax BC, Boeing H, Windler E. Nutrition is a powerful independent risk factor for coronary heart disease in women--The CORA study: a population-based case-control study. *Eur J Clin Nutr.* 2005;59(10):1201-7.
168. Malik S, Wong ND, Franklin SS, Kamath TV, L'Italien GJ, Pio JR, et al. Impact of the metabolic syndrome on mortality from coronary heart disease, cardiovascular disease, and all causes in United States adults. *Circulation.* 2004;110(10):1245-50.

169. Kritchevsky SB, Cesari M, Pahor M. Inflammatory markers and cardiovascular health in older adults. *Cardiovasc Res.* 2005;66(2):265-75.
170. Tillett WS, Francis T. Serological Reactions in Pneumonia with a Non-Protein Somatic Fraction of Pneumococcus. *J Exp Med.* 1930;52(4):561-71.
171. Salazar J, Martinez MS, Chavez M, Toledo A, Anez R, Torres Y, et al. C-reactive protein: clinical and epidemiological perspectives. *Cardiol Res Pract.* 2014;2014:605810.
172. Schaap LA, Pluijm SM, Deeg DJ, Visser M. Inflammatory markers and loss of muscle mass (sarcopenia) and strength. *Am J Med.* 2006;119(6):526 e9-17.
173. Lera Orsatti F, Nahas EA, Maesta N, Nahas Neto J, Lera Orsatti C, Vannucchi Portari G, et al. Effects of resistance training frequency on body composition and metabolics and inflammatory markers in overweight postmenopausal women. *J Sports Med Phys Fitness.* 2014;54(3):317-25.
174. Hammett CJ, Oxenham HC, Baldi JC, Doughty RN, Ameratunga R, French JK, et al. Effect of six months' exercise training on C-reactive protein levels in healthy elderly subjects. *J Am Coll Cardiol.* 2004;44(12):2411-3.
175. Kohut ML, McCann DA, Russell DW, Konopka DN, Cunnick JE, Franke WD, et al. Aerobic exercise, but not flexibility/resistance exercise, reduces serum IL-18, CRP, and IL-6 independent of beta-blockers, BMI, and psychosocial factors in older adults. *Brain Behav Immun.* 2006;20(3):201-9.
176. Wannamethee SG, Lowe GD, Whincup PH, Rumley A, Walker M, Lennon L. Physical activity and hemostatic and inflammatory variables in elderly men. *Circulation.* 2002;105(15):1785-90.
177. Ford ES. Does exercise reduce inflammation? Physical activity and C-reactive protein among U.S. adults. *Epidemiology.* 2002;13(5):561-8.
178. Geffken DF, Cushman M, Burke GL, Polak JF, Sakkinen PA, Tracy RP. Association between physical activity and markers of inflammation in a healthy elderly population. *Am J Epidemiol.* 2001;153(3):242-50.
179. Brinkley TE, Leng X, Miller ME, Kitzman DW, Pahor M, Berry MJ, et al. Chronic inflammation is associated with low physical function in older adults across multiple comorbidities. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2009;64(4):455-61.
180. Braith RW, Stewart KJ. Resistance exercise training: its role in the prevention of cardiovascular disease. *Circulation.* 2006;113(22):2642-50.
181. Ibanez J, Izquierdo M, Arguelles I, Forga L, Larrion JL, Garcia-Unciti M, et al. Twice-weekly progressive resistance training decreases abdominal fat and improves insulin sensitivity in older men with type 2 diabetes. *Diabetes Care.* 2005;28(3):662-7.
182. Geirsdottir OG, Arnarson A, Briem K, Ramel A, Jonsson PV, Thorsdottir I.

- Effect of 12-week resistance exercise program on body composition, muscle strength, physical function, and glucose metabolism in healthy, insulin-resistant, and diabetic elderly Icelanders. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2012;67(11):1259-65.
183. Cauza E, Hanusch-Enserer U, Strasser B, Ludvik B, Metz-Schimmerl S, Pacini G, et al. The relative benefits of endurance and strength training on the metabolic factors and muscle function of people with type 2 diabetes mellitus. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005;86(8):1527-33.
  184. Ibanez J, Gorostiaga EM, Alonso AM, Forga L, Arguelles I, Larrion JL, et al. Lower muscle strength gains in older men with type 2 diabetes after resistance training. *J Diabetes Complications*. 2008;22(2):112-8.
  185. Sigal RJ, Kenny GP, Wasserman DH, Castaneda-Sceppa C. Physical activity/exercise and type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 2004;27(10):2518-39.
  186. Albright A, Franz M, Hornsby G, Kriska A, Marrero D, Ullrich I, et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and type 2 diabetes. *Med Sci Sports Exerc*. 2000;32(7):1345-60.
  187. Castaneda C, Layne JE, Munoz-Orians L, Gordon PL, Walsmith J, Foldvari M, et al. A randomized controlled trial of resistance exercise training to improve glycemic control in older adults with type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 2002;25(12):2335-41.
  188. Vermeulen A. Andropause. *Maturitas*. 2000;34(1):5-15.
  189. Overend TJ, Cunningham DA, Paterson DH, Lefcoe MS. Thigh composition in young and elderly men determined by computed tomography. *Clin Physiol*. 1992;12(6):629-40.
  190. Ahtiainen JP, Hulmi JJ, Kraemer WJ, Lehti M, Pakarinen A, Mero AA, et al. Strength, [corrected] endurance or combined training elicit diverse skeletal muscle myosin heavy chain isoform proportion but unaltered androgen receptor concentration in older men. *Int J Sports Med*. 2009;30(12):879-87.
  191. Hakkinen K, Pakarinen A, Kraemer WJ, Newton RU, Alen M. Basal concentrations and acute responses of serum hormones and strength development during heavy resistance training in middle-aged and elderly men and women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2000;55(2):B95-105.
  192. Oliveira RJD, Lima RM, Gentil P, Simões HG, Ávila WRDME, Silva RWD, et al. Respostas hormonais agudas a diferentes intensidades de exercícios resistidos em mulheres idosas. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2008;14:367-71.
  193. Uchida MC, Bacurau RFP, Navarro F, Pontes Jr. FL, Tessuti VD, Moreau RL, et al. Alteração da relação testosterona: cortisol induzida pelo treinamento de força em mulheres. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2004;10:165-8.
  194. Steib S, Schoene D, Pfeifer K. Dose-response relationship of resistance

- training in older adults: a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc.* 2010;42(5):902-14.
195. Taaffe DR, Duret C, Wheeler S, Marcus R. Once-weekly resistance exercise improves muscle strength and neuromuscular performance in older adults. *J Am Geriatr Soc.* 1999;47(10):1208-14.
  196. Candow DG, Chilibeck PD, Abeysekara S, Zello GA. Short-term heavy resistance training eliminates age-related deficits in muscle mass and strength in healthy older males. *J Strength Cond Res.* 2011;25(2):326-33.
  197. Pocock SJ. The size of a clinical trial. In: Pocock SJ, editor. *Clinical Trials: a practical approach.* Chichester: John Wiley & Sons; 1983. p. 123-41.
  198. Gordon CC, Chumlea WC, Roche AF. Stature, recumbent length, and weight. In: Lohman TG, Roche AF, Martorell R, editors. *Anthropometric Standardizing Reference Manual: Human Kinetic Books;* 1988. p. 3-8.
  199. Sardinha LB, Lohman TG, Teixeira PJ, Guedes DP, Going SB. Comparison of air displacement plethysmography with dual-energy X-ray absorptiometry and 3 field methods for estimating body composition in middle-aged men. *Am J Clin Nutr.* 1998;68(4):786-93.
  200. Clarke DH. Adaptations in strength and muscular endurance resulting from exercise. In: Wilmore JH, editor. *Exercise and Sports Sciences Reviews.* New York: Academic Press; 1973. p. 73-102.
  201. Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem.* 1972;18(6):499-502.
  202. Cohen J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences.* Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates; 1988.
  203. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care.* 2010;33 Suppl 1:S62-9.
  204. Pearson TA, Mensah GA, Alexander RW, Anderson JL, Cannon RO, 3rd, Criqui M, et al. Markers of inflammation and cardiovascular disease: application to clinical and public health practice: A statement for healthcare professionals from the Centers for Disease Control and Prevention and the American Heart Association. *Circulation.* 2003;107(3):499-511.
  205. Ribeiro AS, Schoenfeld BJ, Pina FLC, Souza MF, Nascimento MA, Santos L, et al. Resistance training in older women: Comparison of single vs. multiple sets on muscle strength and body composition. *Isokinetics and Exercise Science.* 2015;23:53-60.
  206. Hakkinen K, Alen M, Kallinen M, Newton RU, Kraemer WJ. Neuromuscular adaptation during prolonged strength training, detraining and re-strength-training in middle-aged and elderly people. *Eur J Appl Physiol.* 2000;83(1):51-62.

207. Bickel CS, Cross JM, Bamman MM. Exercise dosing to retain resistance training adaptations in young and older adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43(7):1177-87.
208. Poehlman ET, Dvorak RV. Energy expenditure, energy intake, and weight loss in Alzheimer disease. *Am J Clin Nutr.* 2000;71(2):650S-5S.
209. Avila JJ, Gutierrez JA, Sheehy ME, Lofgren IE, Delmonico MJ. Effect of moderate intensity resistance training during weight loss on body composition and physical performance in overweight older adults. *Eur J Appl Physiol.* 2010;109(3):517-25.
210. Frimel TN, Sinacore DR, Villareal DT. Exercise attenuates the weight-loss-induced reduction in muscle mass in frail obese older adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2008;40(7):1213-9.
211. Poehlman ET, Danforth E, Jr. Endurance training increases metabolic rate and norepinephrine appearance rate in older individuals. *Am J Physiol.* 1991;261(2 Pt 1):E233-9.
212. Morley JE. Decreased food intake with aging. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2001;56 Spec No 2:81-8.
213. Andrews RD, MacLean DA, Riechman SE. Protein intake for skeletal muscle hypertrophy with resistance training in seniors. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2006;16(4):362-72.
214. Picorelli AM, Pereira DS, Felicio DC, Dos Anjos DM, Pereira DA, Dias RC, et al. Adherence of older women with strength training and aerobic exercise. *Clin Interv Aging.* 2014;9:323-31.
215. Delshad M, Ghanbarian A, Mehrabi Y, Sarvghadi F, Ebrahim K. Effect of Strength Training and Short-term Detraining on Muscle Mass in Women Aged Over 50 Years Old. *Int J Prev Med.* 2013;4(12):1386-94.
216. Caserotti P, Aagaard P, Larsen JB, Puggaard L. Explosive heavy-resistance training in old and very old adults: changes in rapid muscle force, strength and power. *Scand J Med Sci Sports.* 2008 Dec;18(6):773-82.
217. Korhonen MT, Cristea A, Alen M, Hakkinen K, Sipila S, Mero A, et al. Aging, muscle fiber type, and contractile function in sprint-trained athletes. *J Appl Physiol (1985).* 2006;101(3):906-17.
218. Fragala MS, Kraemer WJ, Denegar CR, Maresh CM, Mastro AM, Volek JS. Neuroendocrine-immune interactions and responses to exercise. *Sports Med.* 2011;41(8):621-39.
219. Bamman MM, Hill VJ, Adams GR, Haddad F, Wetzstein CJ, Gower BA, et al. Gender differences in resistance-training-induced myofiber hypertrophy among older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2003;58(2):108-16.
220. Izquierdo M, Hakkinen K, Ibanez J, Garrues M, Anton A, Zuniga A, et al.

- Effects of strength training on muscle power and serum hormones in middle-aged and older men. *J Appl Physiol* (1985). 2001;90(4):1497-507.
221. Borst SE, Vincent KR, Lowenthal DT, Braith RW. Effects of resistance training on insulin-like growth factor and its binding proteins in men and women aged 60 to 85. *J Am Geriatr Soc*. 2002;50(5):884-8.
  222. Wallerstein LF, Tricoli V, Barroso R, Rodacki AL, Russo L, Aihara AY, et al. Effects of strength and power training on neuromuscular variables in older adults. *J Aging Phys Act*. 2012;20(2):171-85.
  223. Cadore EL, Izquierdo M, Pinto SS, Alberton CL, Pinto RS, Baroni BM, et al. Neuromuscular adaptations to concurrent training in the elderly: effects of intrasession exercise sequence. *Age (Dordr)*. 2013;35(3):891-903.
  224. Kalyani RR, Metter EJ, Ramachandran R, Chia CW, Saudek CD, Ferrucci L. Glucose and insulin measurements from the oral glucose tolerance test and relationship to muscle mass. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2012;67(1):74-81.
  225. Nicklas BJ, Ryan AJ, Treuth MM, Harman SM, Blackman MR, Hurley BF, et al. Testosterone, growth hormone and IGF-I responses to acute and chronic resistive exercise in men aged 55-70 years. *Int J Sports Med*. 1995;16(7):445-50.
  226. Borst SE, De Hoyos DV, Garzarella L, Vincent K, Pollock BH, Lowenthal DT, et al. Effects of resistance training on insulin-like growth factor-I and IGF binding proteins. *Med Sci Sports Exerc*. 2001;33(4):648-53.
  227. Wilborn CD, Willoughby DS. The role of dietary protein intake and resistance training on Myosin heavy chain expression. *J Int Soc Sports Nutr*. 2004;1(2):27-34.
  228. Ribeiro AS, Avelar A, Schoenfeld BJ, Fleck SJ, Souza MF, Padilha CS, et al. Analysis of the training load during a hypertrophy-type resistance training programme in men and women. *Eur J Sport Sci*. 2014:1-9.
  229. Hurley BF, Hanson ED, Sheaff AK. Strength training as a countermeasure to aging muscle and chronic disease. *Sports Med*. 2011;41(4):289-306.
  230. Carneiro NH, Ribeiro AS, Nascimento MA, Gobbo LA, Schoenfeld BJ, Achour Junior A, et al. Effects of different resistance training frequencies on flexibility in older women. *Clin Interv Aging*. 2015;10:531-8.
  231. Izquierdo M, Ibanez J, Gonzalez-Badillo JJ, Ratamess NA, Kraemer WJ, Hakkinen K, et al. Detraining and tapering effects on hormonal responses and strength performance. *J Strength Cond Res*. 2007;21(3):768-75.
  232. Toraman NF. Short term and long term detraining: is there any difference between young-old and old people? *Br J Sports Med*. 2005;39(8):561-4.
  233. Williams PT, Thompson PD. Dose-dependent effects of training and detraining on weight in 6406 runners during 7.4 years. *Obesity (Silver Spring)*.

- 2006;14(11):1975-84.
234. Elliott KJ, Sale C, Cable NT. Effects of resistance training and detraining on muscle strength and blood lipid profiles in postmenopausal women. *Br J Sports Med.* 2002;36(5):340-4.
  235. Pereira A, Izquierdo M, Silva AJ, Costa AM, Bastos E, Gonzalez-Badillo JJ, et al. Effects of high-speed power training on functional capacity and muscle performance in older women. *Exp Gerontol.* 2012;47(3):250-5.
  236. Ivey FM, Roth SM, Ferrell RE, Tracy BL, Lemmer JT, Hurlbut DE, et al. Effects of age, gender, and myostatin genotype on the hypertrophic response to heavy resistance strength training. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2000;55(11):M641-8.
  237. Ivey FM, Tracy BL, Lemmer JT, NessAiver M, Metter EJ, Fozard JL, et al. Effects of strength training and detraining on muscle quality: age and gender comparisons. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2000;55(3):B152-7; discussion B8-9.
  238. Tokmakidis SP, Kalapotharakos VI, Smilios I, Parlavantzas A. Effects of detraining on muscle strength and mass after high or moderate intensity of resistance training in older adults. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2009;29(4):316-9.
  239. de Boer MD, Maganaris CN, Seynnes OR, Rennie MJ, Narici MV. Time course of muscular, neural and tendinous adaptations to 23 day unilateral lower-limb suspension in young men. *J Physiol.* 2007;583(Pt 3):1079-91.
  240. D'Antona G, Pellegrino MA, Adami R, Rossi R, Carlizzi CN, Canepari M, et al. The effect of ageing and immobilization on structure and function of human skeletal muscle fibres. *J Physiol.* 2003;552(Pt 2):499-511.
  241. Schoeller DA. Changes in total body water with age. *Am J Clin Nutr.* 1989;50(5 Suppl):1176-81; discussion 231-5.
  242. Tuuri G, Keenan MJ, West KM, Delany JP, Loftin JM. Body water indices as markers of aging in male masters swimmers. *J Sports Sci Med.* 2005;4(4):406-14.
  243. Lobo A, Carvalho J, Santos P. Effects of Training and Detraining on Physical Fitness, Physical Activity Patterns, Cardiovascular Variables, and HRQoL after 3 Health-Promotion Interventions in Institutionalized Elders. *Int J Family Med.* 2010;2010:486097.
  244. Martins RA, Neves AP, Coelho-Silva MJ, Verissimo MT, Teixeira AM. The effect of aerobic versus strength-based training on high-sensitivity C-reactive protein in older adults. *Eur J Appl Physiol.* 2010;110(1):161-9.
  245. Harman SM, Metter EJ, Tobin JD, Pearson J, Blackman MR. Longitudinal effects of aging on serum total and free testosterone levels in healthy men. Baltimore Longitudinal Study of Aging. *J Clin Endocrinol Metab.*

- 2001;86(2):724-31.
246. Tenover JS. Declining testicular function in aging men. *Int J Impot Res*. 2003;15 Suppl 4:S3-8.
  247. Hazell T, Kenno K, Jakobi J. Functional benefit of power training for older adults. *J Aging Phys Act*. 2007;15(3):349-59.
  248. Harris C, DeBeliso M, Adams KJ, Irmischer BS, Spitzer Gibson TA. Detraining in the older adult: effects of prior training intensity on strength retention. *J Strength Cond Res*. 2007;21(3):813-8.
  249. Metter EJ, Talbot LA, Schrager M, Conwit R. Skeletal muscle strength as a predictor of all-cause mortality in healthy men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2002;57(10):B359-65.
  250. Hvid L, Aagaard P, Justesen L, Bayer ML, Andersen JL, Ortenblad N, et al. Effects of aging on muscle mechanical function and muscle fiber morphology during short-term immobilization and subsequent retraining. *J Appl Physiol (1985)*. 2010;109(6):1628-34.
  251. Deschenes MR, Holdren AN, McCoy RW. Adaptations to short-term muscle unloading in young and aged men. *Med Sci Sports Exerc*. 2008;40(5):856-63.
  252. Onder G, Penninx BW, Ferrucci L, Fried LP, Guralnik JM, Pahor M. Measures of physical performance and risk for progressive and catastrophic disability: results from the Women's Health and Aging Study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2005;60(1):74-9.
  253. Gill TM, Allore H, Guo Z. Restricted activity and functional decline among community-living older persons. *Arch Intern Med*. 2003;163(11):1317-22.
  254. American College of Sports Medicine Position Stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc*. 1998;30(6):992-1008.
  255. Martyn-St James M, Carroll S. High-intensity resistance training and postmenopausal bone loss: a meta-analysis. *Osteoporos Int*. 2006;17(8):1225-40.
  256. Suetta C, Hvid LG, Justesen L, Christensen U, Neergaard K, Simonsen L, et al. Effects of aging on human skeletal muscle after immobilization and retraining. *J Appl Physiol (1985)*. 2009;107(4):1172-80.
  257. Beneka A, Malliou P, Fatouros I, Jamurtas A, Gioftsidou A, Godolias G, et al. Resistance training effects on muscular strength of elderly are related to intensity and gender. *J Sci Med Sport*. 2005;8(3):274-83.
  258. Galvao DA, Taaffe DR. Resistance exercise dosage in older adults: single-versus multiset effects on physical performance and body composition. *J Am Geriatr Soc*. 2005;53(12):2090-7.
  259. Campbell EL, Seynnes OR, Bottinelli R, McPhee JS, Atherton PJ, Jones DA,

- et al. Skeletal muscle adaptations to physical inactivity and subsequent retraining in young men. *Biogerontology*. 2013;14(3):247-59.
260. Drummond MJ, Dreyer HC, Pennings B, Fry CS, Dhanani S, Dillon EL, et al. Skeletal muscle protein anabolic response to resistance exercise and essential amino acids is delayed with aging. *J Appl Physiol* (1985). 2008;104(5):1452-61.
  261. Gallegly JC, Turesky NA, Strotman BA, Gurley CM, Peterson CA, Dupont-Versteegden EE. Satellite cell regulation of muscle mass is altered at old age. *J Appl Physiol* (1985). 2004;97(3):1082-90.
  262. Hakkinen K, Pakarinen A. Serum hormones and strength development during strength training in middle-aged and elderly males and females. *Acta Physiol Scand*. 1994;150(2):211-9.
  263. Hakkinen K, Pakarinen A, Kraemer WJ, Hakkinen A, Valkeinen H, Alen M. Selective muscle hypertrophy, changes in EMG and force, and serum hormones during strength training in older women. *J Appl Physiol* (1985). 2001;91(2):569-80.
  264. Ryan AS, Treuth MS, Rubin MA, Miller JP, Nicklas BJ, Landis DM, et al. Effects of strength training on bone mineral density: hormonal and bone turnover relationships. *J Appl Physiol* (1985). 1994;77(4):1678-84.
  265. Marx JO, Ratamess NA, Nindl BC, Gotshalk LA, Volek JS, Dohi K, et al. Low-volume circuit versus high-volume periodized resistance training in women. *Med Sci Sports Exerc*. 2001;33(4):635-43.
  266. Kemmler WK, Lauber D, Engelke K, Weineck J. Effects of single- vs. multiple-set resistance training on maximum strength and body composition in trained postmenopausal women. *J Strength Cond Res*. 2004;18(4):689-94.
  267. Buford TW, Anton SD, Clark DJ, Higgins TJ, Cooke MB. Optimizing the benefits of exercise on physical function in older adults. *PM R*. 2014;6(6):528-43.

## APÊNDICES

APÊNDICE A  
Entrevista – Projeto Das Idosas

Nome: \_\_\_\_\_ Data de Nascimento: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_  
 Endereço: Rua/Av. \_\_\_\_\_, Nº \_\_\_\_\_ Apto. \_\_\_\_\_  
 Bairro: \_\_\_\_\_ CEP \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_  
 Telefone: \_\_\_\_\_ Outro contato: \_\_\_\_\_  
 Estado civil: \_\_\_\_\_ Profissão: \_\_\_\_\_  
 E-mail: \_\_\_\_\_

1. Qual a sua ocupação profissional? Seus hábitos no dia-a-dia?  
 (anotar detalhes)

---



---

2. É portador de alguma disfunção metabólica ou ósteo-muscular?  
 (     ) Sim                      (     ) Não

Em caso positivo, especificar qual:

---

3. O médico já disse que você tem pressão alta? (     ) Sim              (     ) Não

Em caso positivo: Você toma algum medicamento para controle?

(     ) Sim              (     ) Não

Qual? \_\_\_\_\_

---

4. Toma algum outro remédio?              (     ) Sim              (     ) Não

Em caso positivo: Qual?

---

5. Você faz reposição hormonal?              (     ) Sim              (     ) Não

6. Você faz uso de alguma suplementação alimentar? (     ) Sim (     ) Não

Em caso positivo, especificar qual suplemento:

---

7. Você frequenta o consultório médico frequentemente?

(     ) Sim              (     ) Não

Quando foi a última vez que foi? (Especificar em dias ou meses)

Qual médico? (nome do médico ou especialidade?)

---

8. Você frequenta o cardiologista com frequência? (    ) Sim    (    ) Não

Quando foi a última vez que foi? Especificar em dias/meses.

---

Nome do médico?

---

9. Você é vegetariana?                    (    ) Sim                    (    ) Não

10. Você costuma consumir bebida alcoólica? (    ) Sim    (    ) Não

Qual a frequência, quantidade e tipo? (Especificar em x por dia/semana)

---

11. Você é fumante?            (    ) Sim                    (    ) Não

12. Pratica algum tipo de atividade física?            (    ) Sim                    (    ) Não

Em caso positivo, qual atividade? Vezes por semana? Duração?

---

13. Se não for possível atender a sua preferência, você ainda assim participará do projeto?

(    ) Sim            (    ) Não

14. Quantos dias da semana você tem disponibilidade para treinar?

---

15. Qual o horário de sua preferência?

7 (    )            8 (    )            9 (    )

16. Já praticou musculação alguma vez na vida?

(    ) Sim    (    ) Não

Se sim, por quanto tempo? (Dias, semanas, meses, ano).

---

17. Viagem marcada: (    ) Sim    (    ) Não    Período (dias)\_\_\_\_\_

18. Cirurgia marcada:                    (    ) Sim                    (    ) Não    Período \_\_\_\_\_

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

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

Gostaríamos de esclarecer que a participação é totalmente voluntária. A participante pode recusar-se a participar/desistir a qualquer momento sem sofrer prejuízo algum. As informações serão utilizadas somente para fins de pesquisa e todos os documentos e amostras utilizados serão identificados por um código numérico sem identificação nominal para preservar a identidade da participante. Lembramos que não será cobrada taxa alguma por estas avaliações. Da mesma forma, não será paga quantia alguma as participantes.

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

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

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

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

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

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

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

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

APÊNDICE C  
Ficha de Registro Alimentar

**Data:** \_\_\_\_\_ - **Segunda-feira**

Refeição / horário	O que comeu ou bebeu?	Qual a quantidade?
Café da manhã		
Almoço		
Lanche		
Jantar		
Noite		

**Data:** \_\_\_\_\_ - **Quinta-feira**

Refeição / horário	O que comeu ou bebeu?	Qual a quantidade?
Café da manhã		
Almoço		
Lanche		
Jantar		
Noite		

**Data:** \_\_\_\_\_ - **Domingo**

Refeição / horário	O que comeu ou bebeu?	Qual a quantidade?
Café da manhã		
Almoço		
Lanche		
Jantar		
Noite		

### Orientações para preenchimento do registro alimentar

- Procure anotar os alimentos consumidos de forma mais detalhada possível;
- Não deixe de anotar a quantidade em medidas caseiras ou em gramas (se preferir ver o rótulo do alimento industrializado consumido, como por exemplo: chocolate diamante negro 30g);
- O tipo de preparação (frito, cozido, com molho, etc.) deve estar especificado em todos os alimentos;
- Especifique o tipo da carne consumida. Exemplo: frango (coxa, asa, sobrecoxa, peito, etc.), carne (costela, alcatra, picanha, carne moída, carne magra, carne gorda, contrafilé, etc.), peixe (tilápia, merluza, pintado, sardinha, atum, etc.), vísceras (fígado, moela, coração, dobradinha, etc.). Especificar o tipo de preparação (frito, cozido, grelhado, assado, etc.);
- No caso dos lanches, anotar os ingredientes ali presentes e também se foi adicionado maionese, mostarda, catchup. Se possível, quantificar;
- Não se esqueça de quantificar o açúcar, óleo e sal adicionado nas refeições;
- Anote a quantidade de ÁGUA consumida durante todo o dia;
- Qualquer tipo de alimento consumido que não tiver opção no registro, deve ser anotado ao lado ou no verso da folha;
- Não se esqueça de preencher o nome, data e dia da semana de cada registro, O registro (dietético e atividades do cotidiano) deverão ser preenchidos necessariamente na segunda, quinta e domingo.
- **Mantenha seu hábito alimentar** durante o preenchimento do registro dietético.



**ANEXO**

## ANEXO A

## Carta de Aprovação do Projeto pelo Comitê de Ética

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