



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

CRISIELI MARIA TOMELERI

**EFEITO DE DIFERENTES ORDENS DE EXECUÇÃO DE  
EXERCÍCIOS RESISTIDOS SOBRE A FORÇA MUSCULAR,  
COMPOSIÇÃO CORPORAL, FATORES DE RISCO  
CARDIOMETABÓLICO, INDICADORES DE QUALIDADE  
MUSCULAR E MARCADORES INFLAMATÓRIOS EM  
MULHERES IDOSAS**

CRISIELI MARIA TOMELERI

**EFEITO DE DIFERENTES ORDENS DE EXECUÇÃO DE  
EXERCÍCIOS RESISTIDOS SOBRE A FORÇA MUSCULAR,  
COMPOSIÇÃO CORPORAL, FATORES DE RISCO  
CARDIOMETABÓLICO, INDICADORES DE QUALIDADE  
MUSCULAR E MARCADORES INFLAMATÓRIOS EM  
MULHERES IDOSAS**

Tese de Doutorado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Estadual de Londrina.

Orientador: Dr. Edilson Serpeloni Cyrino.  
Co-orientadora: Dra. Danielle Venturini.

Londrina  
2016

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

Tomeleri, Crisieli Maria.

Efeito de diferentes ordens de execução de exercícios resistidos sobre a força muscular, composição corporal, fatores de risco cardiometabólico, indicadores de qualidade muscular e marcadores inflamatórios em mulheres idosas / Crisieli Maria Tomeleri. - Londrina, 2016.  
137 f. : il.

Orientador: Edilson Serpeloni Cyrino.


Coorientador: Danielle Venturini.

Tese (Doutorado em Ciências da Saúde) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, 2016.

Inclui bibliografia.

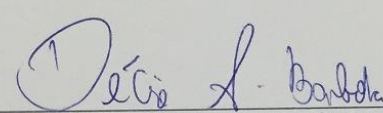
1. Treinamento de força - Teses. 2. Envelhecimento - Teses. 3. Marcadores inflamatórios - Teses. 4. Fatores de risco cardiometabólicos - Teses. I. Cyrino, Edilson Serpeloni. II. Venturini, Danielle. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde. IV. Título.

COMISSÃO JULGADORA



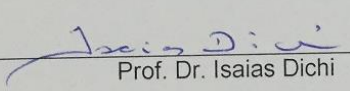
---

Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino  
Orientador – Docente UEL



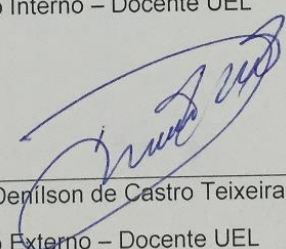
---

Prof. Dr. Décio Sabbatini Barbosa  
Membro Interno – Docente UEL



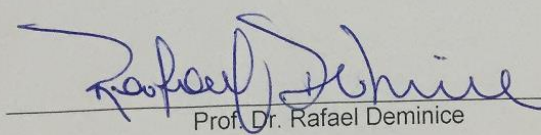
---

Prof. Dr. Isaias Dichi  
Membro Interno – Docente UEL



---

Prof. Dr. Denilson de Castro Teixeira  
Membro Externo – Docente UEL



---

Prof. Dr. Rafael Deminice  
Membro Externo – Docente UEL

## DEDICATÓRIA

Dedico esta tese:

À minha família: meus pais, irmãos, cunhadas, sobrinhas e sobrinhos,  
que souberam entender minha ausência e torceram sempre por mim,  
especialmente ao meu esposo Agenor Jr.  
e aos meus amados filhos Raphael e Maria Clara,  
por toda compreensão, apoio, confiança, carinho e amor incondicional.

## AGRADECIMENTOS

Ao finalizar esta tese gostaria de agradecer:

Primeiramente a **Deus**, por todos as bênçãos e graças derramadas. Se cheguei até aqui, foi porque o Senhor me permitiu, me conduziu. Obrigada por tudo que tem me proporcionado: sucessos e quedas, alegrias e desconfortos. Obrigada Senhor.

*“Senhor meu Deus quando eu maravilhado, fico a pensar nas obras de Tuas mãos, o céu azul de estrelas pontilhados, o seu poder mostrando a criação. Então minh'alma canta a Ti, Senhor. Quão Grande és Tu. Quão Grande és Tu”.*

À querida mãe **Nossa Senhora Aparecida**, aquela que intercede e cuida de seus filhos e esteve comigo nos momentos de desespero, medo e dificuldade. Obrigada mãe querida.

Ao meu orientador e Prof. Dr. **Edilson Serpeloni Cyrino**, pela confiança, amizade, dedicação e paciência. Hoje posso dizer que os seus ensinamentos são para a vida inteira. Obrigada por sua competência, organização e enorme conhecimento. Obrigada por me permitir fazer parte do seu grupo, do seu time. Obrigada por me amparar nas dificuldades. Vou guardar pra sempre tudo aquilo que compartilhamos e tenho muito orgulho de ter sido sua orientanda.

À minha co-orientadora Profa. Dra. **Danielle Venturini** que mesmo nos seus momentos de dificuldades e dor, esteve pronta a resolver os problemas. Obrigada pelo apoio, confiança, ajuda, amizade e carinho.

Aos professores que aceitaram fazer parte da comissão julgadora desta tese de doutorado: Dr. **Décio Sabbatini Barbosa**, Dr. **Isaias Dichi**, Dr. **Crivaldo Gomes Cardoso Júnior**, Dr. **Denílson de Castro Teixeira** e Dr. **Rafael Deminice**. Obrigada pelos apontamentos e sugestões oportunas que muito contribuíram para aprimorar o trabalho realizado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de doutorado e apoio financeiro a este projeto.

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

Aos funcionários e direção do Centro de Educação Física e Esporte (CEFE), da Universidade Estadual de Londrina, que possibilitaram a utilização da Sala de Musculação para as atividades do projeto.

Aos profissionais e técnicos do HU que auxiliaram nas coletas e análises sanguíneas, em especial: **Tânia Mieko Tanaka Moreno** e **Priscila Ruzzon Nomura**, pela paciência e comprometimento nas coletas. Agradeço também de maneira muito especial a minha amiga **Alessandra Okino** que foi minha fiel companheira das madrugadas aos sábados. Partilhamos muito trabalho, sempre com muita competência, profissionalismo e bom humor.

Às amigas e companheiras de pós-graduação: **Kamila Landucci**, que auxiliou na realização de análises dos marcadores inflamatórios avaliados no estudo e **Camila S. Padilha** que me acompanhou nos procedimentos de lavagem das hemácias.

A todas as participantes do projeto que acreditaram no nosso trabalho e não mediram esforços para participar das diferentes etapas deste estudo. Sem vocês o projeto, certamente, não aconteceria. Muito obrigado pela valiosa participação e dedicação. Com vocês aprendi muita coisa. De coração, foi muito valioso conviver com pessoas tão especiais. Obrigado pelo compromisso, carinho, convívio, mimos e tudo o que sempre vivemos no projeto. Vocês são exemplos de vida, determinação, superação. Vou levá-las para sempre no meu coração.

Ao seu Mário, pelo cafezinho de todo o dia, pelo esforço e pelo carinho.

A todos os amigos e companheiros de **GPEMENE**, Profa. Marcia Dib, Leticia, Camila, Matheus, Paolo, Rodrigo, Paulo, Hellen, Edilaine, Alexandre, João Pedro, Kessi (Kessinha), André, Danilo, Leandro, David, Melissa, Nethanya, Érick, enfim, todos que de alguma maneira colaboraram com as coletas e com o andamento e desenvolvimento do projeto. Aos alunos: Jonatas, Renato e Julia que também colaboraram e nos ajudaram. Muito obrigada meus amigos. Como diz o mestre: “Unidos somos fortes”.

Agradeço especialmente aos amigos: **Fábio Luiz Cheche Pina**, que mesmo já tendo terminado suas coletas e com muitos afazeres pessoais, sempre esteve disposto a colaborar, até mesmo na limpeza da academia e **Alex Silva Ribeiro**, que além de me ajudar

no projeto, na academia, muito contribuiu para o esclarecimento de minhas dúvidas, pelo auxílio nas análises estatísticas e muitas conversas e discussões de um valor inestimável... obrigada meus amigos.

Às amigas: **Mariana Ferreira de Souza**, que sempre esteve comigo nos momentos felizes e nem tão felizes, que discutiu comigo as dúvidas, que sempre me ajudou e me presenteia com a sua amizade; que ouve e entende minhas angústias e que mesmo de longe, me ajudou a resolver muitos problemas e **Durcelina Schiavoni (Duda)**, irmã de coração, presente de Deus na minha vida, que sempre me apoiou, me acompanhou e me incentivou, dando forças para superar as mais diversas dificuldades. Obrigada amigas, pelos congressos, cervejas, viagens, japa, risos e choros que compartilhamos.

Aos meus amigos da **Banda Diante do Rei**, que entenderam minhas faltas a compromissos e torceram para que tudo acontecesse na graça de Deus.

À toda minha família, Pai, mãe, sogra, sogro, irmãos, cunhadas e cunhados, sobrinhas e sobrinhos, que sempre me incentivaram e reconhecem o meu esforço. Obrigada por entendem minha ausência, meu estresse e minhas dificuldades. Agradeço especialmente a minha mãe, que muito ora por mim e me ajuda em tudo o que eu preciso.

Ao meu esposo e companheiro **Agenor Jr.**, que entendeu meu distanciamento, minhas angústias, minhas horas intermináveis de computador, projeto, reuniões, congressos e sempre esteve ao meu lado me apoiando e me incentivando em todos os momentos. Obrigada por existir na minha vida.

Aos meus filhos: **Raphael** e **Maria Clara**, amor maior do mundo. Obrigada meus queridos pelo apoio, amor, carinho, compreensão e admiração. Obrigada por entenderem minha ausência. Obrigada por existirem e serem meus filhos. Amo mais que tudo.

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

TOMELERI, Crisieli Maria. **Efeito de diferentes ordens de execução de exercícios resistidos sobre a força muscular, composição corporal, fatores de risco cardiometabólico, indicadores de qualidade muscular e marcadores inflamatórios em mulheres idosas.** 2016. 137 f. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

## RESUMO

O envelhecimento é um processo natural, dinâmico e progressivo, cercado de inúmeras modificações com destaque para a redução da força, perda de massa muscular e acúmulo de gordura, condições que favorecem o desenvolvimento de doenças cardiometabólicas e inflamatórias. Por outro lado, a prática regular de treinamento resistido (TR) tem sido recomendada, particularmente, por pesquisadores e especialistas em saúde de idosos, em razão de ser considerada uma estratégia bastante atraente e efetiva para atenuar ou reverter importantes perdas acarretadas pelo processo de envelhecimento, sobretudo, na capacidade funcional. Entretanto, tais benefícios são, em grande parte, dependentes da manipulação adequada de variáveis que constituem os programas de TR. Considerando que a ordem de execução dos exercícios pode afetar o volume e a intensidade do TR a proposta deste estudo foi comparar o impacto de diferentes ordens de execução de exercícios resistidos sobre a força muscular, composição corporal, fatores de risco cardiometabólico, indicadores de qualidade muscular e marcadores inflamatórios em mulheres idosas. Para tanto, 56 mulheres idosas (> 60 anos) e fisicamente independentes foram selecionadas e aleatorizadas em três grupos: grupo treinamento dos grandes para os pequenos grupos musculares (TGP), grupo treinamento dos pequenos para os grandes grupos musculares (TPG) e grupo controle (CON). Os grupos TGP e TPG foram submetidos a um programa de treinamento com pesos similar, composto por oito exercícios que foram executados em três séries de 10-15 repetições máximas (RM), com intervalos de 60-120 s entre as séries e os exercícios, em uma frequência de três sessões semanais. A única diferença foi na ordem de execução dos exercícios estabelecida para cada grupo (TGP e TPG). O TR promoveu aumento de força muscular, ganhos de massa muscular esquelética e qualidade muscular, melhoria do perfil cardiometabólico, redução da adiposidade corporal e redução nos valores de marcadores inflamatórios ( $P < 0,05$ ), em mulheres idosas submetidas ao treinamento, em diferentes ordens de execução dos exercícios. Os resultados do presente estudo sugerem que a prática do TR pode auxiliar na melhoria de parâmetros relacionados à saúde em mulheres idosas, independente da ordem de execução dos exercícios.

**Palavras-chave:** Envelhecimento. Treinamento com pesos. Interleucina-6. Hormônios anabólicos. Adiposidade corporal.

TOMELERI, Crisieli Maria. **Effect of different order of execution of resistance exercise on muscle strength, body composition, cardiometabolic risk factors, muscle quality indicators and inflammatory markers in older women.** 2016. 137 p. Thesis (Doctoral degree in Health Sciences) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

## ABSTRACT

Aging is a natural, dynamic and progressive process, surrounded by several modifications with emphasis on the decreases in strength, muscle mass and fat accumulation, conditions that favor the development of cardiometabolic and inflammatory diseases. On the other hand, the regular practice of resistance training (RT) has been recommended, particularly for researchers and experts in health elderly, due to be considered a very attractive and effective strategy for attenuating or reverse significant decreases caused by the aging process especially in functional capacity. However, these benefits are largely dependent on the appropriate manipulation of variables that constitute the RT programs. Whereas the exercise order can affect the volume and intensity of RT, the aim of this study was to compare the impact of different exercise order of resistance exercises for strength muscle, body composition, cardiometabolic risk factors, muscle quality indicators and inflammatory markers in older women. For this purpose, 56 elderly women (> 60 years), physically independent, were selected and randomized into three groups: training group of large to small muscle group (TLS), training group of small to large group muscle (TSL) and control group (CON). The TLS and TSL groups underwent a training program with similar weights, composed of eight exercises, performed in three sets of 10-15 repetitions maximum (RM), with 60-120 s intervals between sets and exercises in a frequency of three times a week. The only difference was in the order of execution of the exercises, established for each group (TLS and TSL). RT promoted increase in muscle strength, skeletal muscle gains and muscle quality, improving the cardiometabolic profile, reduced body fat and reduction in the values of inflammatory markers ( $P < 0.05$ ) in older women undergoing training in different the exercise execution orders. The results of this study suggest that the practice of RT can help improve health-related parameters in elderly women, independent of the exercise order.

**Keywords:** Aging. Weight training. Interleukin-6. Anabolic hormones. Body fat.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.1</b>	Delineamento experimental do projeto.....	37
<b>Figura 1.2</b>	Ordem de execução dos exercícios .....	43
<b>Figura 2.1.1</b>	Fluxograma (artigo 1).....	61
<b>Figura 2.1.2</b>	Desempenho motor (kg) dos grupos TGP, TPG e CON, antes e após 12 semanas de intervenção nos exercícios supino, cadeira extensora, rosca scott e carga total levantada .....	67
<b>Figura 2.1.3</b>	Massa muscular esquelética absoluta e relativa de acordo com os grupos TGP, TPG e CON antes e após 12 semanas de intervenção.....	69
<b>Figura 2.2.1</b>	Delineamento experimental (artigo 2) .....	85
<b>Figura 2.2.2</b>	Modificações na gordura corporal absoluta e relativa individual e dos grupos treinamento TGP, TPG e CON, após 12 semanas de treinamento resistido .....	91
<b>Figura 2.2.3</b>	Comportamento da pressão arterial sistólica e diastólica, glicemia e HOMA-IR nos diferentes grupos ao longo do tempo.....	94
<b>Figura 2.2.4</b>	Prevalência de síndrome metabólica nos grupos TGP, TPG e CON, antes e após 12 semanas de intervenção .....	95
<b>Figura 2.3.1</b>	Delineamento experimental (artigo 3) .....	108
<b>Figura 2.3.2</b>	Evolução do Volume Total de Treino (VTT) ao longo das semanas dos grupos de treinamento TGP e TPG .....	114
<b>Figura 2.3.3</b>	Variação absoluta na MME e gordura corporal total dos respectivos grupos TGP, TPG e CON.....	114
<b>Figura 2.3.4</b>	Modificações relativas dos marcadores inflamatórios TNF- $\alpha$ , IL-6, IL-10 e PCR-us de mulheres idosas nos respectivos grupos treinamento TGP, TPG e CON, após 12 semanas de intervenção.....	117

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.1</b>	Descrição dos estudos de manipulação da ordem no treinamento resistido .....	31
<b>Tabela 2.1.1</b>	Volume semanal de treino de cada exercício e volume total de treino nas semanas 1 e 12 de intervenção.....	66
<b>Tabela 2.1.2</b>	Consumo energético total e de macronutrientes por quilograma de peso corporal, nas semanas 1 e 12 de intervenção .....	68
<b>Tabela 2.1.3</b>	Água corporal total e suas frações intracelular e extracelular, antes e após 12 semanas de intervenção, em mulheres idosas.....	69
<b>Tabela 2.1.4</b>	Comportamento hormonal antes e após 12 semanas de intervenção.....	70
<b>Tabela 2.2.1</b>	Composição corporal e força muscular na linha de base e após o período de 12 semanas de intervenção em mulheres idosas .....	90
<b>Tabela 2.2.2</b>	Consumo energético total e de macronutrientes antes e após o período de 12 semanas de intervenção em mulheres idosas .....	92
<b>Tabela 2.2.3</b>	Fatores de risco cardiometabólicos na linha de base e após o período de 12 semanas de TR, em mulheres idosas .....	93
<b>Tabela 2.3.1</b>	Força muscular, massa isenta de gordura e osso e qualidade muscular antes e após 12 semanas de intervenção em mulheres idosas .....	113
<b>Tabela 2.3.2</b>	Marcadores inflamatórios de mulheres idosas antes e após 12 semanas de intervenção de acordo com os respectivos grupos: TGP, TPG e CON.....	115
<b>Tabela 2.3.3</b>	Correlações de Spearman entre as variações nos marcadores inflamatórios e indicadores de gordura corporal, massa muscular esquelética e qualidade muscular de mulheres idosas.....	116

## LISTA DE ABREVIações

1-RM	Uma repetição máxima
10-RM	10 repetições máximas
ACSM	Colégio Americano de Medicina do Esporte
ACT	Água corporal total
AEC	Água extracelular
AIC	Água intracelular
ATP III	Terceiro Relatório do National Cholesterol Education Program
CA	Circunferência de abdômen
CC	Circunferência de cintura
CCI	Coeficiente de correlação intraclasse
CET	Consumo energético total
CHO	Carboidratos
CON	Grupo controle
CQ	Circunferência de quadril
CT	Colesterol total
CTL	Carga Total Levantada
DEHA	Desidroepiandrosterona
DEXA	Absortometria radiológica de dupla energia
EPE	Erro padrão de estimativa
EPOC	Consumo de oxigênio em excesso pós-exercício
EWGSOP	European Working Group on Sarcopenia in Older People
FC	Frequência cardíaca
FT	Força total
FT ABS	Força total absoluta
FT REL	Força total relativa
GH	Hormônio do crescimento
G total	Gordura total
G Tronco	Gordura de tronco
HDL-c	Lipoproteína de alta densidade
HOMA-IR	Modelo de Avaliação da Homeostase
IGF-1	Fator de crescimento semelhante a insulina
IL-1	Interleucina-1

IL-10	Interleucina-10
IL-1ra	Interleucina-1 receptor antagonista
IL-6	Interleucina-6
IMC	Índice de massa corporal
LDL-c	Lipoproteína de baixa densidade
LIP	Lipídeos
LSG	Large to small muscle groups training group
MIGOAP	Massa isenta de gordura e osso apendicular
MIGO/SUP	Massa isenta de gordura e osso de membros superiores
MIGO/INF	Massa isenta de gordura e osso de membros inferiores
MME	Massa muscular esquelética
NK	Células natural killer
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PAD	Pressão arterial diastólica
PAS	Pressão arterial sistólica
PCR	Proteína C-reativa
PCR-us	Proteína C-reativa ultrassensível
PSE	Percepção subjetiva de esforço
PTN	Proteína
QM	Qualidade muscular
QMMI	Qualidade muscular de membros inferiores
QMMS	Qualidade muscular de membros superiores
QMT	Qualidade muscular total
RCQ	Relação cintura-quadril
RM	Repetições máximas
RML	Resistência muscular localizada
RT	Resistance training
SLG	Small to large muscle groups training group
SM	Síndrome metabólica
TE	Tamanho do efeito
TF	Taxa de fadiga
TG	Triglicerídeos
TGP	Grupo treinamento dos grandes para os pequenos grupos musculares

TNF- $\alpha$	Fator de necrose tumoral alfa
TPG	Grupo treinamento dos pequenos para os grandes grupos musculares
TR	Treinamento resistido
VLDL-c	Lipoproteína de muito baixa densidade
VM	Volume muscular
VO <sub>2</sub>	Consumo de oxigênio
VT	Volume total
VTT	Volume total de treino

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 – PROJETO DE PESQUISA</b> .....	17
<b>1.1 INTRODUÇÃO</b> .....	18
1.1.1 Justificativa.....	19
1.1.2 Hipótese .....	20
<b>1.2 OBJETIVOS</b> .....	21
1.2.1 Objetivo geral .....	21
1.2.2 Objetivos específicos.....	21
<b>1.3 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	22
1.3.1 Envelhecimento populacional .....	22
1.3.2 Modificações na força, massa muscular e qualidade muscular .....	23
1.3.3 Adiposidade corporal e fatores de risco cardiometabólico .....	26
1.3.4 Marcadores inflamatórios e envelhecimento .....	27
1.3.5 Papel do treinamento resistido sobre a saúde do idoso .....	29
<b>1.4 MÉTODOS</b> .....	36
1.4.1 Participantes .....	36
1.4.2 Delineamento do estudo .....	36
1.4.3 Medidas de composição corporal.....	38
1.4.3.1 Medidas antropométricas .....	38
1.4.3.2 Absortometria radiológica de dupla energia (DEXA) .....	38
1.4.3.3 Água corporal .....	39
1.4.4 Força muscular.....	39
1.4.5 Qualidade muscular .....	40
1.4.6 Pressão arterial de repouso .....	40
1.4.7 Coleta de sangue e análises bioquímicas.....	41
1.4.8 Hábitos alimentares .....	42
1.4.9 Programa de treinamento .....	42
1.4.10 Tratamento estatístico .....	43
Referências.....	45
<b>CAPÍTULO 2 – ARTIGOS ORIGINAIS</b> .....	56
<b>2.1 Artigo 1 - Efeito da manipulação da ordem de execução de exercícios resistidos sobre a força, a massa muscular</b>	

	<b>esquelética, o volume total de treino e a resposta hormonal em mulheres idosas .....</b>	<b>57</b>
<b>2.1.1</b>	<b>Introdução .....</b>	<b>58</b>
<b>2.1.2</b>	<b>Métodos.....</b>	<b>60</b>
<b>2.1.2.1</b>	<b>Participantes .....</b>	<b>60</b>
<b>2.1.2.2</b>	<b>Delineamento experimental .....</b>	<b>62</b>
<b>2.1.2.3</b>	<b>Medidas Antropométricas .....</b>	<b>62</b>
<b>2.1.2.4</b>	<b>Água corporal .....</b>	<b>62</b>
<b>2.1.2.5</b>	<b>Massa muscular esquelética .....</b>	<b>63</b>
<b>2.1.2.6</b>	<b>Força muscular.....</b>	<b>63</b>
<b>2.1.2.7</b>	<b>Hormônios .....</b>	<b>63</b>
<b>2.1.2.8</b>	<b>Hábitos alimentares .....</b>	<b>63</b>
<b>2.1.2.9</b>	<b>Volume total de treino .....</b>	<b>64</b>
<b>2.1.2.10</b>	<b>Programa de treinamento .....</b>	<b>64</b>
<b>2.1.2.11</b>	<b>Tratamento estatístico .....</b>	<b>64</b>
<b>2.1.2</b>	<b>Resultados .....</b>	<b>65</b>
<b>2.1.3</b>	<b>Discussão .....</b>	<b>71</b>
	<b>Referências .....</b>	<b>75</b>
<b>2.2</b>	<b>Artigo 2 - A ordem de execução de exercícios resistidos influencia a adiposidade corporal e fatores de risco cardiometabólico em mulheres idosas? .....</b>	<b>81</b>
<b>2.2.1</b>	<b>Introdução .....</b>	<b>82</b>
<b>2.2.2</b>	<b>Métodos.....</b>	<b>84</b>
<b>2.2.2.1</b>	<b>Participantes .....</b>	<b>84</b>
<b>2.2.2.2</b>	<b>Delineamento experimental .....</b>	<b>84</b>
<b>2.2.2.3</b>	<b>Medidas antropométricas .....</b>	<b>85</b>
<b>2.2.2.4</b>	<b>Gordura corporal .....</b>	<b>86</b>
<b>2.2.2.5</b>	<b>Força muscular.....</b>	<b>86</b>
<b>2.2.2.6</b>	<b>Hábitos alimentares .....</b>	<b>87</b>
<b>2.2.2.7</b>	<b>Fatores de risco cardiometabólico .....</b>	<b>87</b>
<b>2.2.2.8</b>	<b>Programa de treinamento .....</b>	<b>88</b>
<b>2.2.2.9</b>	<b>Tratamento estatístico .....</b>	<b>88</b>
<b>2.2.3</b>	<b>Resultados .....</b>	<b>89</b>
<b>2.2.4</b>	<b>Discussão .....</b>	<b>95</b>

Referências.....	98
<b>2.3</b> <b>Artigo 3 - Efeito de 12 semanas de treinamento resistido executado em diferentes ordens de exercícios sobre indicadores de qualidade muscular e marcadores inflamatórios em mulheres idosas.....</b>	<b>104</b>
<b>2.3.1</b> <b>Introdução.....</b>	<b>105</b>
<b>2.3.2</b> <b>Métodos.....</b>	<b>107</b>
<b>2.3.2.1</b> <b>Participantes.....</b>	<b>107</b>
<b>2.3.2.2</b> <b>Delineamento experimental.....</b>	<b>108</b>
<b>2.3.2.3</b> <b>Medidas antropométricas.....</b>	<b>109</b>
<b>2.3.2.4</b> <b>Composição corporal.....</b>	<b>109</b>
<b>2.3.2.5</b> <b>Força muscular.....</b>	<b>109</b>
<b>2.3.2.6</b> <b>Qualidade muscular.....</b>	<b>110</b>
<b>2.3.2.7</b> <b>Programa de treinamento.....</b>	<b>110</b>
<b>2.3.2.8</b> <b>Marcadores inflamatórios.....</b>	<b>111</b>
<b>2.3.2.9</b> <b>Tratamento estatístico.....</b>	<b>111</b>
<b>2.3.3</b> <b>Resultados.....</b>	<b>111</b>
<b>2.3.4</b> <b>Discussão.....</b>	<b>118</b>
Referências.....	122
<b>3</b> <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>128</b>
<b>APÊNDICE A</b> – Entrevista – Projeto idosas.....	<b>130</b>
<b>APÊNDICE B</b> – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	<b>132</b>
<b>APÊNDICE C</b> – Fichas de treino.....	<b>134</b>
<b>ANEXO A</b> – Financiamento Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.....	<b>136</b>
<b>ANEXO B</b> – Carta de aprovação do projeto pelo comitê de ética.....	<b>137</b>

# **CAPÍTULO 1**

## **Projeto de Pesquisa**

## 1.1 INTRODUÇÃO

O processo de envelhecimento está associado a inúmeras modificações, tais como: declínio na capacidade de desenvolver força e resistência muscular<sup>1,2</sup>; reduções na massa óssea<sup>3</sup>, na massa muscular<sup>1,4</sup> e na qualidade muscular<sup>5,6</sup>. Tais mudanças, em geral, são acompanhadas pelo subsequente aumento da gordura corporal<sup>6,7</sup>, sobretudo, na região visceral e/ou intramuscular<sup>6,8</sup>, aumentando sobremaneira o risco para o desenvolvimento de dislipidemias, diabetes tipo 2, hipertensão arterial, síndrome metabólica (SM), entre outras doenças crônico-degenerativas<sup>9</sup>; diminuição na quantidade de água corporal total<sup>10</sup>; aumento da secreção de citocinas pró-inflamatórias com destaque para interleucina-6 (IL-6), fator de necrose tumoral alfa (TNF- $\alpha$ ) e proteínas de fase aguda<sup>11-13</sup>; além do declínio acentuado da capacidade funcional<sup>14</sup>.

Apesar do envelhecimento ser um processo natural e inevitável, tanto o ritmo quanto a magnitude do declínio observado em diferentes funções podem ser influenciados pelos hábitos de vida<sup>15,16</sup>. Nesse sentido, indivíduos que cultivam um estilo de vida mais ativo fisicamente podem apresentar um quadro clínico mais favorável, com atenuação, em grande parte, dos efeitos deletérios do processo de envelhecimento. Assim, há evidências de que a adoção de hábitos de vida saudáveis, incluindo um estilo de vida ativo fisicamente, exerce um papel fundamental não só na prevenção e no controle de diversas doenças típicas do envelhecimento, mas também, na manutenção da capacidade funcional e qualidade de vida durante este processo<sup>15,17</sup>. Portanto, a prática de exercícios físicos tem sido apontada como uma intervenção não farmacológica bastante efetiva, principalmente, para a população idosa, com amplos benefícios, funcionais e estruturais, sobre diferentes sistemas<sup>16</sup>.

Entre os diferentes tipos de exercícios físicos, a prática do treinamento resistido (TR) tem sido a estratégia mais frequentemente recomendada, sobretudo para populações idosas<sup>16,18-20</sup>, em virtude dos benefícios proporcionados à saúde e qualidade de vida<sup>21</sup>, com impacto positivo sobre a força e massa muscular<sup>22,23</sup>, gordura corporal<sup>24,25</sup>; densidade e conteúdo mineral ósseo<sup>26,27</sup>, parâmetros cardiometabólico<sup>28-32</sup>, qualidade muscular<sup>33,34</sup>, marcadores inflamatórios<sup>22,23,30,35</sup>, entre outros. Assim, acredita-se que muitas das limitações funcionais decorrentes do envelhecimento possam ser atenuadas ou até mesmo revertidas pela prática regular do TR<sup>20</sup>.

Entretanto, para se atingir a maioria dos benefícios proporcionados pelo TR é necessário a manipulação adequada do volume (número de exercícios, séries e repetições; duração e frequência ao treinamento) e da intensidade (carga levantada, velocidade de

execução, intervalos de recuperação entre as séries) do treinamento<sup>16,36</sup>. Nesse sentido, a ordem de execução dos exercícios pode influenciar tanto o volume quanto a intensidade durante a realização de sessões de TR, colocando em risco a efetividade dos programas de treinamento<sup>16,36-45</sup>.

Apesar disso, verifica-se na literatura que as poucas investigações sobre o possível impacto dessa variável foram conduzidas, predominantemente, em estudos que adotaram delineamento transversal<sup>46-50</sup> e em adultos jovens<sup>37,38,42</sup>, o que limita sobremaneira a compreensão das respostas adaptativas induzidas por este tipo de exercício físico sobre indicadores de saúde, particularmente, em idosos.

Portanto, até o presente momento, apenas três trabalhos analisaram o efeito da manipulação da ordem de execução dos exercícios em programas de TR em idosos<sup>40,51,52</sup>, sendo que um desses, apesar de empregar um delineamento longitudinal, utilizou uma amostra composta somente por homens<sup>40</sup>, enquanto os demais adotaram amostras compostas apenas por mulheres<sup>51,52</sup>. Nos estudos transversais com mulheres, o impacto da ordem de execução dos exercícios foi analisado em amostras compostas por idosas e adultos jovens, com resultados bastante interessantes, indicando por exemplo, que a ordem de execução dos exercícios influenciou o número máximo de repetições e a percepção subjetiva de esforço apenas nas mulheres idosas. Vale destacar, contudo, que essas respostas referem-se apenas ao efeito agudo e não crônico ao TR.

### **1.1.1 Justificativa**

Pesquisas têm revelado que as mulheres constituem a maior parte da população idosa mundial<sup>53</sup>, vivem mais do que os homens<sup>54</sup> e, portanto, apresentam maiores taxas de morbidades, o que remete à necessidade de um maior número de investigações de diferentes naturezas direcionados para essa população.

Na área do TR não é diferente, ou seja, a maioria das investigações têm sido desenvolvidas com homens ou amostras mistas. Somente nos últimos anos tem crescido o interesse por investigar mulheres idosas, contudo, ainda de forma relativamente tímida, com destaque para estudos que tem se limitado a demonstrar que o TR quando aplicado à mulheres idosas pode ser efetivo. Um dos grandes desafios de pesquisadores e profissionais da área do exercício físico parece ser como organizar os programas de TR para otimizar as respostas adaptativas e aumentar a aderência aos programas de treinamento<sup>16,55</sup>.

Considerando que a ordem de execução dos exercícios é uma variável que pode influenciar tanto o volume quanto a intensidade em um programa de TR, estudos longitudinais que procurem analisar o impacto dessa variável sobre a força e massa muscular, adiposidade corporal, fatores de risco cardiometabólico, indicadores de qualidade muscular e marcadores inflamatórios em mulheres idosas podem contribuir, sobremaneira, para a prescrição adequada de programas de TR nessa população, especificamente.

### **1.1.2 Hipótese**

Considerando que a maioria dos exercícios resistidos envolvendo os grandes grupos musculares incluem a participação de menores grupos, atuando como sinergistas, é provável que iniciar a sessão de TR pelos pequenos grupos musculares possa afetar negativamente as respostas adaptativas a esse tipo de treinamento, visto que a fadiga residual dos menores grupamentos musculares pode interferir na sobrecarga a ser aplicada nos exercícios posteriores para os grandes grupos. Portanto, a nossa hipótese é que um protocolo de TR que adote a ordem de execução dos exercícios partindo dos grandes para os pequenos grupamentos musculares proporcionará sobrecarga adequada e, portanto, maior volume total de treinamento, o que resultará em maiores benefícios morfológicos, neuromusculares, metabólicos e inflamatórios à saúde de mulheres idosas.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo geral**

- Comparar os efeitos de diferentes ordens de execução de exercícios resistidos sobre a força muscular, composição corporal, fatores de risco cardiometabólico, indicadores de qualidade muscular e marcadores inflamatórios em mulheres idosas.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Comparar os efeitos da manipulação de duas ordens de execução de exercícios resistidos (grandes para os pequenos grupos musculares e pequenos para os grandes grupos musculares) sobre o volume total de treino (VTT), força muscular, massa muscular esquelética (MME) e hormônios (testosterona, IGF-1 e cortisol), em mulheres idosas (Artigo 1);

- Analisar os efeitos da manipulação da ordem de execução dos exercícios resistidos sobre indicadores de adiposidade corporal e fatores de risco cardiometabólico em mulheres idosas (Artigo 2);

- Analisar os efeitos de 12 semanas de TR executado em duas diferentes ordens de execução dos exercícios sobre indicadores de qualidade muscular e marcadores inflamatórios em mulheres idosas (Artigo 3).

## 1.3 REVISÃO DA LITERATURA

### 1.3.1 Envelhecimento populacional

Envelhecer com saúde e independência física pode ser considerado um dos principais desafios da sociedade contemporânea, uma vez que a expectativa de vida tem aumentado na maioria dos países, bem como a taxa de crescimento da população no estrato superior a 60 anos<sup>56</sup>. Esse fenômeno, que pode ser explicado em grande parte pelos avanços científicos e tecnológicos, sobretudo, nas áreas de saúde, tem influenciado as taxas de mortalidade e fecundidade<sup>57</sup>.

No Brasil, a taxa de crescimento da população idosa difere da maioria dos países desenvolvidos, uma vez que estes levaram quase um século para alcançar números proporcionalmente semelhantes àqueles observados em, aproximadamente, um quarto de século em território brasileiro<sup>58,59</sup>. Nesse sentido, a população brasileira começou a experimentar um declínio significativo nas taxas de mortalidade entre 1940 e 1960, embora somente a partir da segunda metade da década de 1960 tenha ocorrido uma rápida e sustentada redução da fecundidade, provocando importantes mudanças na distribuição populacional nas diferentes faixas etárias<sup>58</sup>.

Assim, atualmente, o Brasil está entre os países que apresentam o ritmo mais acentuado de crescimento, de acordo com o Índice de Envelhecimento, uma medida que leva em consideração os dois grupos etários extremos, supostamente os mais afetados pela transição demográfica<sup>58</sup>. Frente ao exposto, as projeções indicam que o Brasil em 2020 será o sexto maior país do mundo em número de idosos, com um contingente populacional superior a 30 milhões<sup>60</sup>. Vale destacar que, segundo a perspectiva da Organização das Nações Unidas (ONU), a população idosa no mundo aumentará de 3,1% em 1970 para 19% em 2050<sup>61</sup>.

Portanto, se por um lado a magnitude e a velocidade da taxa de crescimento da população idosa no Brasil são surpreendentes, por outro lado, tais modificações tem sido motivo de grande preocupação, principalmente entre gestores e pesquisadores dos sistemas de saúde, com grande repercussão sobre a sociedade como um todo<sup>59</sup>, afinal esse fenômeno não vem sendo acompanhado por conquistas sociais importantes e necessárias<sup>62</sup>. Logo, o crescimento da população idosa, particularmente no Brasil, ainda provocará importantes desdobramentos no setor econômico, no mercado de trabalho, nos sistemas e serviços de saúde e, também, nas relações familiares<sup>63</sup>.

Não obstante, dado que o crescimento do número de idosos no Brasil foi de quase 700% em menos de 50 anos e, anualmente em torno de 650 mil idosos são adicionados à

população brasileira, doenças próprias do envelhecimento passam a ganhar destaque na prática clínica<sup>59,63</sup>, um cenário típico de países longevos, que se caracterizam pelo elevado número de enfermidades crônicas, complexas e onerosas<sup>63</sup>. Vale ressaltar que o aumento da população idosa no Brasil, possui uma forte correlação com o gênero feminino, já que a feminilização da velhice é um fenômeno que acompanha o envelhecimento populacional<sup>57</sup>. Assim, as perspectivas e projeções futuras indicam que entre os mais idosos haverá praticamente uma proporção de duas mulheres idosas para cada homem, em meados de 2050<sup>64</sup>.

Um aspecto que não deve ser desprezado é que as doenças crônicas, bem como os seus efeitos deletérios à saúde, não são consequências inevitáveis do envelhecimento<sup>59</sup> e podem, em grande parte dos casos ter seus efeitos atenuados pela adoção de um estilo de vida ativo fisicamente<sup>65</sup>. Assim, no final da década de 90, a Organização Mundial de Saúde (OMS) passou a adotar o conceito de envelhecimento ativo e a promoção do envelhecimento saudável também passou a ser uma das metas das políticas públicas de saúde no Brasil, que objetivaram, entre outros aspectos, a manutenção e a melhoria da capacidade funcional dos idosos brasileiros<sup>65</sup>.

Nesse sentido, a prática regular de programas de exercícios físicos de diferentes naturezas têm sido amplamente recomendada para a população idosa<sup>66</sup>, uma vez que existem fortes indicativos de que essa estratégia não-farmacológica possa atenuar, em grande parte, os efeitos deletérios do envelhecimento, proporcionando maior autonomia e qualidade de vida, em especial, nessa etapa da vida. Com base nas informações apresentadas, procuraremos discutir, na sequência, algumas das principais modificações acarretadas pelo processo natural de envelhecimento e suas possíveis relações com a prática de programas de exercícios físicos, com destaque para o TR, um dos modelos mais recomendados, atualmente, por pesquisadores e especialistas das áreas de saúde para a população idosa.

### **1.3.2 Modificações na força, massa muscular esquelética e qualidade muscular**

Entre as principais modificações acarretadas pelo envelhecimento destacam-se as reduções da força muscular<sup>1,4,67,68</sup> e massa muscular<sup>1,3,69</sup>, fenômenos conhecidos como dinapenia e sarcopenia, respectivamente. Vale destacar que, com o avançar da idade, além da redução da força muscular, a perda de massa muscular, via de regra, é acompanhada por outras importantes mudanças na composição corporal, tais como redução do conteúdo

mineral e densidade mineral óssea<sup>3</sup> e aumento da gordura corporal<sup>6,7</sup>, principalmente, na região visceral e intramuscular<sup>6,8</sup>.

Embora, exista uma tendência de redução progressiva tanto na força quanto na massa muscular com o avançar da idade, tais fenômenos ocorrem de maneira distinta<sup>1</sup>, de modo que a magnitude de perda da força é bastante superior a queda da massa muscular<sup>4,6</sup>. Com relação a redução da massa muscular, tal processo parece ter início por volta dos 30-40 anos, alcançando valores picos na ordem de aproximadamente 1,1 kg/década<sup>70</sup>, o que representa em termos percentuais uma redução de 0,5-2% ao ano<sup>4</sup>. Entretanto, após os 50 anos, reduções na ordem de até 6% ao ano têm sido relatadas<sup>71</sup>.

Por outro lado, a perda da força muscular ocorre mais rapidamente<sup>72</sup>. Estima-se uma redução de 1-3% ao ano após a terceira década de vida<sup>73</sup> e em maior magnitude a partir da sexta década, com o pico de redução sendo alcançado na oitava década de vida<sup>72,73</sup>. Vale destacar que tais informações podem ser influenciadas pelo método de avaliação adotado<sup>1,72</sup> e pelas variações inter-individuais<sup>67,74</sup>. Todavia, independente do percentual de redução, tanto a redução nos níveis de força quanto na massa muscular podem afetar negativamente a saúde do idoso, resultando em perdas importantes na capacidade funcional<sup>75,76</sup>, aumento no risco de quedas e fraturas, hospitalizações, dependência, disfunções metabólicas e, conseqüentemente, aumento de mortalidade<sup>74</sup>.

Mais recentemente, a clássica definição de sarcopenia proposta por Rosenberg<sup>77</sup> tem sido não somente associada a perda de massa muscular, mas também a redução da função muscular<sup>69,78</sup>. Nesse sentido, em 2010, o *European Working Group on Sarcopenia in Older People* (EWGSOP) fez uma proposta de definição para sarcopenia integrando a perda de massa muscular que ocorre com o avançar da idade com reduzidos níveis de força muscular e/ou de desempenho físico<sup>79,80</sup>. A partir dessa definição, a proposta deste grupo considera três diferentes estágios para esta condição: pré-sarcopenia que se refere apenas a perda da massa muscular; sarcopenia que consiste na perda da massa muscular acompanhada pela perda de força muscular e/ou de desempenho físico e sarcopenia grave, que associa as três condições<sup>79</sup>.

Considerando que a redução de massa muscular com o avançar da idade explica apenas parte da perda da força muscular<sup>81</sup>, tais critérios têm sido questionados. Assim, a sugestão é que se dissocie essas duas condições, sendo considerada sarcopenia apenas a condição que envolve a perda da massa muscular e o termo dinapenia seja o mais adequado para descrever a perda da força muscular associada à idade que não está relacionada à doença muscular ou neurológica<sup>81,82</sup>.

Apesar dessas controvérsias, uma definição de sarcopenia baseada apenas na perda da massa muscular parece ser insuficiente para identificar mudanças significativas no quadro clínico relacionadas à idade. Portanto, não existe até o presente momento, um consenso quanto aos critérios para o diagnóstico, tratamento e avaliação clínica da sarcopenia na população idosa<sup>80</sup>. Por outro lado, existe sim um consenso na literatura de que a sarcopenia é uma síndrome multifatorial<sup>74,83</sup>, complexa e que afeta negativamente à saúde do idoso. Assim, estratégias que possam retardar ou reverter a redução da força e massa muscular são extremamente importantes e necessárias<sup>1</sup>.

Diversos mecanismos podem estar envolvidos no aparecimento e progressão da sarcopenia<sup>73,79</sup>, embora a sua fisiopatologia permaneça indefinida. Acredita-se que os principais determinantes possam ser agrupados em dois conjuntos de fatores<sup>84</sup>, a saber: 1) fatores intrínsecos, tais como: mau funcionamento mitocondrial e estresse oxidativo; 2) fatores sistêmicos ou extrínsecos, como a produção de citocinas inflamatórias, alterações nos níveis hormonais e diminuição global do nível de atividade física<sup>84</sup>.

O declínio dos hormônios anabólicos tem sido apontado como um dos principais fatores relacionados a perda de força e massa muscular que ocorre com o envelhecimento. Estudos transversais<sup>85</sup> e longitudinais<sup>86</sup> têm demonstrado uma diminuição nos níveis de testosterona, tanto em homens<sup>85,86</sup> quanto em mulheres, especialmente após a menopausa<sup>87,88</sup>. Não obstante, além da testosterona, outros hormônios anabólicos importantes, como o fator de crescimento semelhante a insulina (IGF-1), desidroepiandrosterona (DEHA) e hormônio do crescimento (GH), também, apresentam diminuição com o processo de envelhecimento<sup>87</sup>. Assim, embora as respostas hormonais sejam diferentes entre homens e mulheres, as mulheres também experimentam alterações hormonais que resultam em maior efeito catabólico na musculatura esquelética e nos ossos<sup>1,73</sup>.

Além da diminuição nas concentrações de hormônios anabólicos, o avançar da idade provoca outras modificações que podem estar envolvidas, tanto na redução da força quanto da massa muscular, tais como: aumento de estímulos catabólicos expressos pela produção de algumas citocinas<sup>89</sup>; modificações no tamanho e atrofia de fibras musculares, particularmente as do tipo II; infiltração de gordura no tecido muscular; diminuição no número de unidades motoras excitáveis; mudanças degradativas na junção neuromuscular com perda sináptica<sup>3</sup>.

Todavia, dado que a redução da força e da massa muscular não ocorrem na mesma proporção, a avaliação da qualidade muscular, indicada pela relação entre força e volume muscular, também deve ser considerada, visto ser esta, também, outra

consequência do processo de envelhecimento<sup>5,6</sup> que se apresenta em resposta às alterações estruturais, fisiológicas e funcionais, que envolvem modificações relacionadas tanto ao declínio da força quanto da massa muscular esquelética<sup>34,90,91</sup>. Portanto, tal informação parece ser bastante relevante no ponto de vista da funcionalidade, uma vez que pode indicar mudanças intrínsecas associadas ao desempenho do sistema musculoesquelético no contexto do envelhecimento, que vão além das análises isoladas de força e massa muscular<sup>33,34,92</sup>.

Na sequência serão discutidos os fatores de risco cardiometabólico e o comportamento da adiposidade corporal associados ao envelhecimento.

### **1.3.3 Adiposidade corporal e fatores de risco cardiometabólico**

Com o processo de envelhecimento importantes mudanças são observadas em diferentes componentes da composição corporal. Assim, além da diminuição na massa muscular e óssea, com o avançar da idade se observa um aumento na quantidade de gordura corporal<sup>93</sup>, sobretudo, no que diz respeito à gordura visceral e intramuscular<sup>9,94</sup>. Considerando que a adiposidade excessiva, principalmente, na região abdominal, está associada a um risco aumentado para o desenvolvimento de doenças crônico-degenerativas e, conseqüente, aumento da morbimortalidade, a obesidade vem sendo considerada um dos principais problemas de saúde pública, com alta prevalência em indivíduos com mais de 60 anos<sup>9,93,94</sup>.

Em um estudo recente<sup>93</sup> foi demonstrado que a aceleração da prevalência de obesidade em idosos é alarmante, principalmente, quando a análise se pauta em indicadores de adiposidade central. Não obstante, o Brasil também tem experimentado aumento nas taxas de prevalência de obesidade, que variam de acordo com o critério assumido ou método utilizado<sup>95-97</sup>, bem como da região geográfica analisada. Uma taxa de prevalência de obesidade na ordem de 5,2% entre os homens e 18,2% entre as mulheres foi revelada em estudo conduzido com idosos (> 60 anos), considerando todas as regiões do Brasil<sup>98</sup>. Portanto, a obesidade é um problema recorrente, com maior prevalência em mulheres idosas e que exige maior atenção da pesquisa e dos sistemas de saúde, em particular, nessa população<sup>94</sup>.

Para o diagnóstico da obesidade, a Organização Mundial da Saúde preconiza a utilização, como referencial, do índice de massa corporal (IMC), sugerindo com ponto de corte o valor de  $IMC \geq 30\text{kg/m}^2$ . Entretanto, a utilização desse indicador na população idosa tem sido bastante questionada, uma vez que o IMC não parece refletir precisamente as

diversas modificações nos componentes da composição corporal acarretadas pelo processo de envelhecimento. Esse fato acaba, por vezes, resultando em subestimação ou superestimação da adiposidade corporal, sobretudo, em idosos<sup>9,93,94</sup>. Como alternativa, a medida da circunferência de cintura tem sido bem aceita como indicador de adiposidade abdominal nessa população, visto que apresenta uma maior correlação com a gordura intra-abdominal<sup>9</sup>. Entretanto, a ausência de pontos de corte específicos para idosos compromete a adoção dessa medida como critério de referência<sup>94</sup>.

Além disso, não se pode desprezar a hipótese de que a perda de massa muscular e o ganho de gordura atuem sinergicamente sobre a origem das desordens metabólicas e invalidez. Nesse sentido, uma das sugestões é que se avalie a condição denominada de obesidade sarcopênica<sup>9</sup>. Entretanto, embora tal informação pareça ser de grande relevância clínica, seu conceito e definição são ainda controversos.

Assim, parece fundamental a utilização de instrumentos com maior precisão de medida, como exames por imagem (ressonância nuclear magnética, tomografia computadorizada, absorptometria radiológica de dupla energia ou ultrassom), para avaliação da gordura corporal em idosos, visto que assim, é possível analisar com maior rigor metodológico as modificações acarretadas pelo processo de envelhecimento ou, ainda, oriundas de diferentes estratégias de intervenção<sup>94</sup>.

Vale ressaltar que o excesso de gordura na região abdominal modifica o perfil de risco de saúde, em razão de que doenças metabólicas e cardiovasculares estão fortemente associadas ao excesso de gordura visceral<sup>9</sup>. De fato, a taxa de prevalência de síndrome metabólica em idosos é elevada e o aumento da gordura visceral pode ser o maior determinante para este fenômeno<sup>94</sup>. Todavia, outros fatores de risco, incluindo: pressão arterial elevada, dislipidemias, artrite, disfunções respiratória e urinária, alguns tipos de câncer, também, apresentam relação com a obesidade no idoso<sup>9</sup>. A seguir, abordaremos o comportamento de marcadores inflamatórios e sua relação com o envelhecimento.

#### **1.3.4 Marcadores inflamatórios e envelhecimento**

A função imunológica é uma das mais afetadas pelo processo de envelhecimento. Considerando que a principal função do sistema imunológico é o combate a agentes infecciosos e células malignas, a sua deterioração, atrelada ao avanço da idade, acaba por provocar um aumento à suscetibilidade para o desenvolvimento de doenças infecciosas, autoimunes, crônico-degenerativas e vários tipos de câncer, particularmente, em idosos<sup>11,99</sup>. Além disso, outras alterações importantes associadas ao processo de envelhecimento,

como a perda da massa muscular, o aumento de proteínas de fase aguda e diminuições de microelementos essenciais, podem também ser consequência do desequilíbrio do sistema imune<sup>84</sup>.

Portanto, o envelhecimento influencia o pleno funcionamento do sistema imune desencadeando alterações quantitativas e qualitativas em diferentes populações celulares. No sistema imune inato, por exemplo, a atividade fagocitária de neutrófilos, a atividade quimiotática dos macrófagos e a quantidade de células natural killer (NK) são bastante modificadas<sup>99,100</sup>. Por outro lado, as alterações na imunidade adaptativa favorecem a atrofia tímica, desequilíbrio entre o número de células T virgens e de memória, redução dos mecanismos efetores de imunidade celular e modificações nas células B e seus produtos<sup>101</sup>, comprovando que ambos os ramos do sistema imunológico podem ser afetados pelo envelhecimento<sup>11,100</sup>.

Adicionalmente, o processo de envelhecimento está associado a uma modificação no padrão de secreção de citocinas pró-inflamatórias<sup>11,100</sup> o que favorece a manutenção de um processo inflamatório constante, denominado de *low grade inflammation* ou *inflamming*<sup>12,101</sup>. As citocinas, proteínas responsáveis pela mediação da resposta inflamatória, são classificadas de acordo com a função que desempenham, sendo, portanto, de caráter pró-inflamatório e anti-inflamatório. Assim, com o envelhecimento há uma elevação de duas a quatro vezes nos níveis circulantes de citocinas com caráter pró-inflamatório<sup>12,102,103</sup> como a Interleucina-1 (IL-1), Interleucina-6 (IL-6) e o fator de necrose tumoral alfa (TNF- $\alpha$ ). A elevação nas concentrações dessas citocinas, em conjunto com outros mediadores inflamatórios, tem sido associada ao desenvolvimento de diversas doenças<sup>103</sup>, o que torna a inflamação crônica um importante fator de risco, tanto para morbidade quanto para mortalidade, sobretudo, em idosos<sup>103</sup>, além de ser um forte preditor de incapacidade e mortalidade, mesmo na ausência de doenças<sup>13,103</sup>.

Vale ressaltar que o TNF- $\alpha$  e a IL-6 são responsáveis pela produção hepática de proteínas de fase aguda, tais como a proteína c-reativa (PCR). Não obstante, a IL-6 pode provocar, ainda, aumento de outros mediadores considerados importantes fatores de risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares<sup>104</sup>. Entretanto, uma vez que os caminhos para a sua síntese são bastante distintos, a IL-6 pode ser considerada também como uma citocina anti-inflamatória<sup>105-110</sup>, de acordo com o seu local de origem.

Considerando que o músculo-esquelético produz e libera grandes quantidades de IL-6 durante a execução de exercícios físicos, nessa condição o seu papel passa a ser anti-inflamatório, provocando desde a diminuição de mediadores pró-inflamatórios quanto o aumento de outras citocinas com efeitos anti-inflamatórios, como IL-1ra e IL-10<sup>102,105-</sup>

<sup>107,110,111</sup>, que podem suprimir a resposta inflamatória aguda. Além disso, uma vez que a síntese dessa citocina está relacionada a lipólise e oxidação de gorduras, além de favorecer a homeostase da glicose durante o exercício<sup>106-109,112</sup>, a IL-6 derivada do músculo é considerada uma miocina com efeitos endócrinos e metabólicos<sup>105-107,109,110,112-114</sup>. A seguir discutiremos, com base na literatura vigente, como o TR pode auxiliar na saúde do indivíduo idoso.

### **1.3.5 Papel do treinamento resistido sobre a saúde do idoso**

A prática regular de programas de exercícios físicos tem sido considerada uma estratégia não-farmacológica bastante interessante para a saúde do idoso. Nesse sentido, uma especial atenção tem sido dispensada ao papel do TR, em virtude dos inúmeros benefícios que este tipo de exercício pode proporcionar<sup>18,19</sup> a saúde de idosos<sup>21</sup>. Botero et al.<sup>22</sup>, por exemplo, observaram que um programa de TR, com duração de 12 meses, foi capaz de melhorar a força muscular e massa corporal magra de mulheres idosas. De forma similar, Prestes et al.<sup>23</sup> relataram ganhos de força máxima, em mulheres idosas, após 16 semanas de TR. Adicionalmente, há relatos de que o TR pode modificar positivamente a adiposidade corporal<sup>24</sup>, prevenir o risco cardiometabólico<sup>28-32</sup> e melhorar indicadores de qualidade muscular<sup>33</sup>, bem como o perfil inflamatório<sup>30,35,115</sup>.

Com relação a resposta hormonal ao TR, Parkhouse et al.<sup>116</sup> revelaram aumento de IGF1 em mulheres, após oito semanas de treinamento resistido. Entretanto, embora o TR possa provocar aumento na produção de alguns hormônios, sobretudo, anabólicos, em diferentes idades<sup>117</sup>, os dados até o presente momento são, ainda, inconclusivos<sup>118-120</sup>.

Apesar dos benefícios associados a prática do TR em idosos, pouco se sabe sobre a forma mais adequada de manipulação das variáveis responsáveis pelo volume e intensidade do treinamento para a otimização dos resultados. A perfeita combinação entre o número de exercícios, séries e repetições; a velocidade de execução; os intervalos de recuperação entre as séries e exercícios, a frequência semanal das sessões de treinamento, o tempo de recuperação entre as sessões, a ordem de execução dos exercícios<sup>16,36</sup> podem influenciar tanto o volume quanto a intensidade do TR<sup>36</sup>, refletindo diretamente sobre a magnitude das respostas alcançadas pelo praticante. Portanto, o conhecimento da dose-resposta frente às diferentes manipulações pode favorecer a tomada de decisão no momento da prescrição, com vistas a otimizar os possíveis benefícios da prática<sup>16,21</sup>.

Nesse sentido, algumas dessas variáveis vêm sendo estudadas nos últimos anos. Lera Orsatti et al.<sup>30</sup>, ao analisarem o efeito de diferentes frequências semanais de TR sobre

a composição corporal, marcadores metabólicos e inflamatórios de mulheres idosas, indicaram que as melhorias na força e massa muscular parecem independentes da frequência ao treinamento, embora para as variáveis metabólicas e inflamatórias analisadas uma maior frequência pareça necessária. Já Azizbeigi et al.<sup>121</sup> revelaram modificações positivas associadas ao TR sobre indicadores de estresse oxidativo, independente da intensidade do treinamento. Entretanto, nesse estudo, não foram encontradas modificações nos marcadores inflamatórios analisados.

Embora a ordem de execução dos exercícios possa, provavelmente, influenciar algumas das respostas ao TR<sup>38,41,44,48,52,122-126</sup>, essa é uma das variáveis menos estudadas na população idosa<sup>42</sup>. As recomendações do Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM)<sup>16</sup> sobre a manipulação da ordem de execução dos exercícios em uma sessão de TR segue os indicativos de um estudo conduzido por Sforzo e Touey<sup>125</sup> que sugere que os exercícios envolvendo os grandes grupamentos musculares devam ser realizados antes daqueles que solicitam grupamentos musculares menores. Tal indicação se baseia na premissa de que se os grupos musculares maiores forem treinados primeiramente uma maior resistência poderá ser empregada, visto que os músculos estão descansados e, portanto, supostamente suportam uma maior sobrecarga<sup>36</sup>.

Entretanto, estudos realizados mais recentemente têm indicado que talvez essa hipótese não seja verdadeira, sugerindo que a ordem de execução dos exercícios deve priorizar os grupamentos alvo a serem melhorados, de modo que os exercícios prioritários devem ser posicionados no início da sessão de TR<sup>38,41,44,52,122,124</sup>. Todavia, essa premissa é derivada de estudos que adotaram delineamentos transversais<sup>46,48,52,127</sup>, o que não permite uma análise mais criteriosa das possíveis respostas adaptativas induzidas pelo TR de maneira crônica. Além disso, a grande maioria desses experimentos foi realizado com indivíduos jovens, do sexo masculino, o que dificulta o poder de generalização, uma vez que fatores como sexo, idade, nível de aptidão física, experiência com o TR, entre outros, podem afetar as respostas ao treinamento. Em idosos do sexo feminino, até o presente momento, nenhum estudo longitudinal analisou o efeito da utilização de diferentes ordens de execução dos exercícios em TR.

Uma síntese dos estudos encontrados na literatura sobre o impacto de diferentes ordens de execução dos exercícios em programas de TR é apresentada na Tabela 1. Dos aproximadamente 30 estudos identificados, a única investigação longitudinal com idosos foi realizada com homens e teve como propósito analisar indicadores da composição corporal<sup>40</sup>.

**Tabela 1.1: Descrição dos estudos de manipulação da ordem no treinamento resistido**

Referência	Objetivos	Variáveis	População	Delineamento	Principais resultados
Assumpção et al. <sup>45</sup>	Analisar a influência da ordem em 1RM e 10RM e ganho de força	Força máxima (1RM) Força submáxima (10RM) no supino, puxada, tríceps, bíceps	Homens jovens (n = 16)	Crônico (6 semanas)	Aumento nos valores de 1RM e 10RM em ambos os grupos, sem diferenças significantes entre os grupos. Tamanho do efeito maior para supino e puxada no grupo grandes para pequenos e maior para tríceps e bíceps no grupo pequenos para o grandes
Balsamo et al. <sup>39</sup>	Comparar o efeito de diferentes sequências sobre o volume total de treino, índices de fadiga e PSE	Volume total de treino; índice de fadiga e PSE	Homens jovens (n = 12)	Agudo	Diferenças no volume total entre as ordens. Sequência que se iniciava com pequenos grupos apresentou maior volume. PSE menor na ordem dos grandes para os pequenos. Sem diferença no índice de fadiga
Bellezza et al. <sup>128</sup>	Analisar a influência da ordem sobre o lactato, PSE e afetividade	PSE, lactato e afetividade	Homens (n = 18) mulheres (n = 11) jovens	Agudo	Número de repetições diferentes para a ordem dos pequenos para os grandes. Ordem dos pequenos para os grandes, melhores resultados fisiológicos e afetivos
Chaves et al. <sup>47</sup>	Analisar o efeito da ordem sobre o nº de repetições e lesão muscular	Nº de repetições CK e PSE	Homens jovens (n = 10)	Agudo	Diminuição no nº de repetições entre as ordens. Ordem dos grandes para os pequenos maior número de repetições. Marcador de lesão muscular sem diferença entre as ordens. PSE diferente entre as ordens. Alterações independentes do tamanho muscular
Conceição et al. <sup>46</sup>	Analisar o efeito da ordem nos níveis agudos de testosterona e cortisol	Testosterona total; testosterona livre e cortisol	Homens jovens (n = 08)	Agudo	Todos os hormônios aumentaram após o treinamento, sem diferença entre as ordens

**Tabela 1.1 (Continuação)**

Referência	Objetivo	Variáveis	População	Delineamento	Principais resultados
Dias et al. <sup>38</sup>	Analisar a influência da ordem sobre a força muscular	Força e volume total	Homens jovens (n = 48)	Crônico (oito semanas)	Ambas as sequências promoveram melhorias. Para os grandes grupos musculares não houve diferença entre as ordens. Já para os pequenos grupos, houve influência da ordem. Diferenças favoráveis para o pequeno grupo, quando realizado no início da sessão.
Farinati et al. <sup>51</sup>	Analisar a ordem no nº de repetições, VO <sub>2</sub> e PSE	VO <sub>2</sub> – PSE – nº total de repetições	Mulheres jovens (n = 10) e idosas (n = 8)	Agudo	Diminuição no nº de repetições para os últimos exercícios independente do tamanho. Não houve diferença no volume total. Nas idosas diferenças na cinética do VO <sub>2</sub> e na PSE
Farinati et al. <sup>37</sup>	Analisar o efeito da ordem sobre o gasto energético da sessão e VO <sub>2</sub>	VO <sub>2</sub> e gasto energético	Mulheres jovens (n = 10)	Agudo	Não houve diferença no VO <sub>2</sub> geral e gasto energético entre as diferentes sequências
Figueiredo et al. <sup>123</sup>	Analisar a influência da ordem na PSE e resistência muscular localizada	Resistência muscular localizada, PSE	Mulheres jovens (n = 19)	Agudo	Resistência muscular localizada menor para os exercícios realizados no final da sessão. PSE sem diferença
Gentil et al. <sup>129</sup>	Investigar o efeito da manipulação da ordem sobre nº de repetições, VT e sinal eletromiográfico	Nº de repetições, VT e sinal eletromiográfico	Homens jovens (n = 13)	Agudo	A pré-exaustão não aumenta atividade da eletromiografia. Sem diferenças no VT
Gil et al. <sup>124</sup>	Analisar a influência da ordem no nº repetições, PSE e VT	PSE, nº de repetições e VT	Homens jovens (n = 12)	Agudo	Ordem afeta o volume total. O nº de repetições diminui quando o exercício é realizado no final da sessão

**Tabela 1.1 (continuação)**

Referência	Objetivo	Variáveis	População	Delineamento	Principais resultados
Miranda et al. <sup>122</sup>	Analisar o efeito da ordem sobre a performance de repetições e PSE	Nº de repetições e PSE	Homens jovens (n = 12)	Agudo	A ordem de exercícios influencia o total de repetições e o volume total (independente do tamanho). Todos os exercícios que são realizados no final da sequência apresentam diminuições nas repetições
Miranda et al. <sup>127</sup>	Comparar a performance em diferentes ordens	Nº de repetições	Homens jovens (n = 16)	Agudo	Exercícios são negativamente afetados no final da sessão; ordem tem maior efeito do que o intervalo de recuperação
Monteiro et al. <sup>130</sup>	Analisar a influência da ordem sobre o nº de repetições e PSE	Nº de repetições e PSE	Mulheres jovens (n = 12)	Agudo	Diferença no nº de repetições, independente do tamanho. Exercício no final da sequência sofre diminuição no volume. PSE não foi diferente
Novaes et al. <sup>131</sup>	Investigar a influência da ordem sobre o nº máximo de repetições	Nº de repetições	Homens jovens (n = 13)	Agudo	Diferença no nº de repetições para os últimos exercícios. Nº total de repetições não foi diferente
Pina et al. <sup>40</sup>	Analisar a influência da ordem de execução sobre a composição corporal	Água corporal total, massa corporal magra, % gordura e massa gorda	Homens idosos (n = 18)	Crônico (sete semanas)	Sem modificações nas variáveis. Sem diferença entre as ordens
Pirauá et al. <sup>132</sup>	Comparar o volume total de trabalho, nº de repetições e PSE	Volume total, nº de repetições, PSE	Homens jovens (n = 11)	Agudo	Em ambas as sequências o nº de repetições foi maior para o primeiro exercício. Não houve diferença no VT e PSE
Ribeiro et al. <sup>133</sup>	Analisar a influência da ordem de execução sobre o VT	VTT	Homens jovens (n = 10)	Agudo	VT não foi afetado pela ordem de execução dos exercícios

<b>Tabela 1.1 (continuação)</b>					
<b>Referência</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Variáveis</b>	<b>População</b>	<b>Delineamento</b>	<b>Principais resultados</b>
Romano et al. <sup>134</sup>	Analisar a influência da ordem no nº de repetições e PSE em execuções até a falha	Nº de repetições, PSE	Adolescentes sexo masculino (n = 13)	Agudo	Nº de repetições diminuíram do 1º para os demais exercícios, sem diferenças entre o mesmo exercício em ordem distinta. PSE não foi diferente. Principais exercícios no início da sessão
Sforzo;Touey <sup>125</sup>	Investigar o efeito da ordem sobre a performance da sessão	Taxa de fadiga, força total	Homens jovens (n = 17)	Agudo	Ordem influenciou o desempenho. Força total e taxa de fadiga foram influenciadas, especialmente nos membros superiores, sugerindo que o grande deve ser treinado primeiro
Silva et al. <sup>135</sup>	Analisar o efeito da ordem sobre o gasto energético e EPOC	Gasto energético e EPOC	Homens jovens (n = 08)	Agudo	Não houve diferenças entre as ordens testadas. Ausência de intervalos promove maior magnitude no EPOC equivalente às sessões executadas em maiores percentuais de RM
Silva et al. <sup>52</sup>	Analisar a influência da ordem sobre o nº de repetições e PSE	PSE e nº de repetições	Mulheres jovens (n = 12) e idosas (n = 08)	Agudo	Idosas: Diferenças entre as ordens com diminuição no nº de repetições e PSE maior para o grupo dos pequenos para os grandes. Jovens: diminuição no nº de repetições do último exercício, independente da ordem e PSE sem diferenças
Simão et al. <sup>48</sup>	Analisar a influência da ordem nas respostas hormonais de mulheres jovens	Testosterona total, livre, taxa testosterona/cortisol, hormônio GH, SHBG e cortisol	Mulheres jovens (n = 20)	Agudo	Aumento no GH para a sequência dos grandes para os pequenos grupos musculares. Maior volume quando se inicia com os grandes grupos. Sem influência nos demais hormônios
Simão et al. <sup>43</sup>	Analisar a influência da ordem no nº de repetições máximas e PSE	Nº de repetições em cada exercício e PSE	Homens jovens (n = 21)	Agudo	Repetições nos primeiros exercícios de cada sequência, maiores que os demais. PSE sem diferença. Maiores repetições para exercícios executados no início, independente do tamanho

**Tabela 1.1 (continuação)**

Referência	Objetivo	Variáveis	População	Delineamento	Principais resultados
Simão et al. <sup>41</sup>	Analisar a influência da ordem sobre a força máxima e espessura muscular	1RM todos exercícios; Volume total, VM de Tríceps e Bíceps – ultrassom	Homens jovens (n = 31)	Crônico (12 semanas)	Exercícios no final da sequência não apresentaram melhoria. Ganhos de força em todos os exercícios. No grupo grandes para os pequenos o bíceps não melhorou e nos pequenos para os grandes o supino não melhorou. VM do tríceps maior no grupo pequenos para os grandes
Simão et al. <sup>50</sup>	Analisar o efeito da ordem sobre o nº de repetições e PSE	Nº de repetições e PSE durante a sessão de treino	Mulheres jovens (n = 23)	Agudo	Sem alterações na PSE; diminuições no nº de repetições para o último exercício independente do tamanho
Simão et al. <sup>49</sup>	Analisar a influência da ordem sobre o nº de repetições e PSE	Nº repetições, PSE	Homens (n = 14) e mulheres (n = 04) jovens	Agudo	Menor nº de repetições para os exercícios realizados no final da sessão, independente do tamanho
Soncini et al. <sup>126</sup>	Identificar mudanças no padrão de ativação muscular em diferentes ordens	Sinal eletromiográfico	Homens jovens (n = 10)	Agudo	A sequência da ordem afeta o recrutamento. A escolha da ordem pode modificar a resposta mesmo com volumes iguais
Spinnet et al. <sup>44</sup>	Analisar a influência da ordem sobre a força máxima e VM	1RM, VM do Bíceps e tríceps por ultrassom, VTT volume	Homens jovens (n = 30)	Crônico (12 semanas)	Sem diferenças entre os grupos. No entanto, tamanho do efeito apresentou diferenças na força, de acordo com a ordem, sendo maior para o supino no grupo grandes para os pequenos. VM não diferiu entre os grupos
Spreuwenberg et al. <sup>136</sup>	Analisar o efeito da ordem sobre a performance no agachamento	Nº de repetições e PSE	Homens jovens (n = 09)	Agudo	Diferença no nº de repetições, com maior número de repetições quando o agachamento foi executado primeiro. PSE sem diferença entre as ordens

1RM = uma repetição máxima; 10RM = dez repetições máximas; PSE = percepção subjetiva de esforço; CK = proteína creatina quinase; VO<sub>2</sub> = volume máximo de oxigênio; VT = volume de treino; VTT = volume total de treino; EPOC = excesso de consumo de oxigênio pós-exercício; SHBG = globulina ligadora de hormônios sexuais; GH = hormônio do crescimento; VM = volume muscular

## **1.4 MÉTODOS**

### **1.4.1 Participantes**

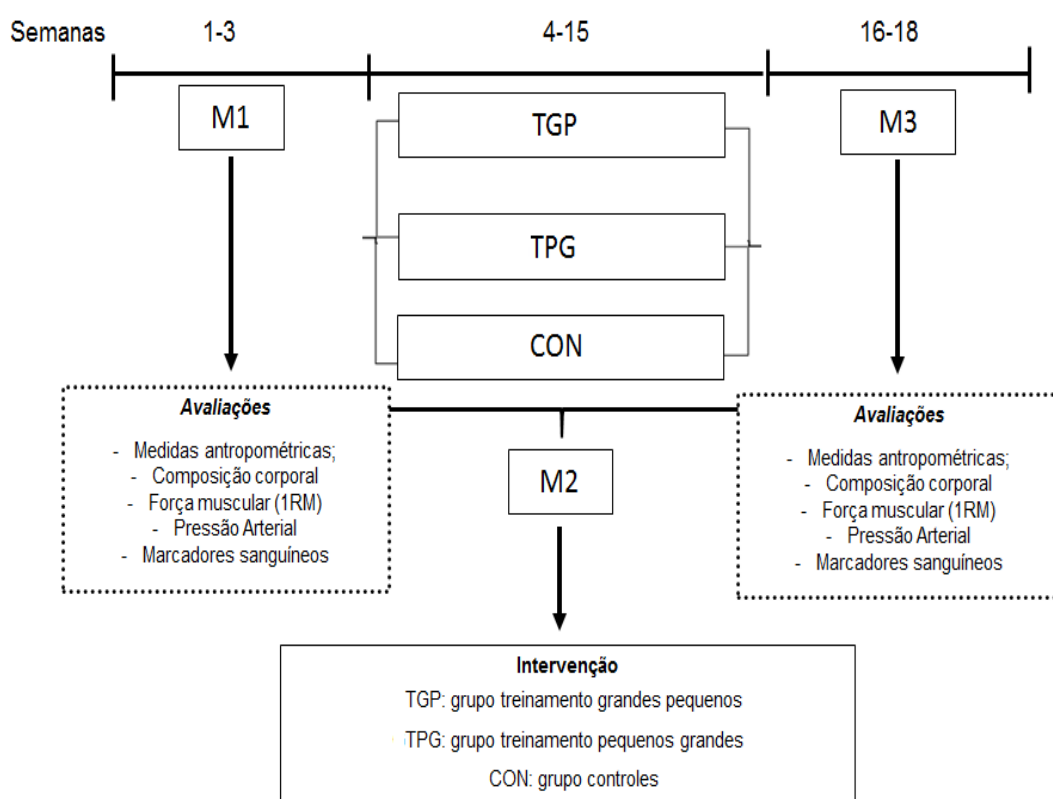
Para a seleção da amostra foi realizada uma divulgação por meio da distribuição de panfletos em residências, feiras e regiões comerciais próximas ao local de treinamento, além de informativos em jornais, rádio, televisão e redes sociais. A amostra foi selecionada preliminarmente por meio de entrevista e anamnese clínica. Como critérios iniciais de inclusão, as participantes deveriam ter idade igual ou superior a 60 anos, serem do sexo feminino e fisicamente independentes, não serem portadoras de cardiopatias e/ou distúrbios musculoesqueléticos que impedissem a prática de exercícios físicos e não estarem envolvidas com a prática de atividade física regular sistematizada mais do que uma vez por semana, ao longo dos últimos seis meses anteriores ao início do estudo. Além disso, as participantes não poderiam ser diabéticas ou hipertensas não-controladas. Por fim, somente foram incluídas as participantes que após serem avaliadas por um médico cardiologista foram liberadas para a prática do TR sem qualquer tipo de restrição. Como critérios de exclusão, adotou-se a frequência ao treinamento inferior a 85% para os grupos submetidos ao TR.

O cálculo do tamanho da amostra foi estabelecido por meio do programa GPower. Para tanto, considerou-se a probabilidade de erro  $\alpha$  de 0,05 e poder estatístico de 80%. Deste modo, chegou-se a um número mínimo de 42 indivíduos, o qual se adicionou uma porcentagem de 15% referente a possível perda amostral. Dessa forma, 16 indivíduos para cada grupo foi determinado pelo cálculo amostral, totalizando 48 indivíduos. Após receberem informações sobre a finalidade do estudo e procedimentos aos quais seriam submetidas as participantes selecionadas assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

### **1.4.2 Delineamento do estudo**

A presente investigação faz parte do banco de dados gerado pelo projeto denominado “Impacto do treinamento com pesos em diferentes frequências semanais, destreinamento e retreinamento sobre biomarcadores de saúde, composição corporal, desempenho motor e indicadores de qualidade de vida em mulheres idosas”, financiado parcialmente pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (processo número 309455/2013-8) (ANEXO A) e devidamente submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Londrina (ANEXO B), de acordo com a Declaração de Helsinque.

O estudo teve uma duração total de 18 semanas que foram divididas em três diferentes momentos. O momento 1 (M1) correspondeu a seleção da amostra, entrevistas, aplicação de questionários, testes, medidas e avaliações. Na sequência, as participantes foram aleatorizadas pela força relativa a massa muscular esquelética (MME) em três grupos, a saber: grupo treinamento resistido na ordem dos grandes para os pequenos grupos musculares (TGP), grupo treinamento resistido na ordem dos pequenos para os grandes grupos musculares (TPG) e grupo controle (CON). A partir daí, no momento 2 (M2), as idosas de ambos os grupos de treinamento (TGP e TPG) foram submetidas a 12 semanas consecutivas de um programa de TR semelhante, de acordo com a ordem de execução dos exercícios estabelecida para cada grupo. Já as idosas do grupo controle, permaneceram sem a prática de exercícios físicos por igual período. Por fim, no momento 3 (M3) foram aplicadas reavaliações nas variáveis analisadas no M1. A Figura 1 apresenta o delineamento experimental adotado para o presente estudo.



**Figura 1.1** – Delineamento experimental. M1 = baseline, M2 = período de intervenção, M3 = momento final do estudo, TGP = grupo treinamento resistido na ordem dos grandes para os pequenos grupos musculares, TPG = grupo treinamento resistido na ordem dos pequenos para os grandes grupos musculares e CON = grupo controle.

### **1.4.3 Medidas de composição corporal**

#### **1.4.3.1 Medidas antropométricas**

A massa corporal foi mensurada em uma balança de leitura digital, marca Balmak, modelo Classe III (São Paulo, Brasil), com escala de 0,1 kg, ao passo que a estatura foi determinada por meio de um estadiômetro acoplado à mesma, com escala de 0,1 cm, com selo do INMETRO<sup>137</sup>. A partir dessas medidas, foi calculado o índice de massa corporal, por meio da razão entre a massa corporal e o quadrado da estatura, sendo a massa corporal expressa em quilogramas (kg) e a estatura em metros (m). Além dessas, medidas de circunferência de quadril (CQ), circunferência de cintura (CC) e circunferência de abdômen (CA) foram realizadas. A razão cintura/quadril (RCQ) também foi calculada pela divisão da CC pela CQ. A CC foi obtida por meio de uma fita métrica flexível na linha natural da cintura, no ponto médio entre a última costela e a crista ilíaca, no momento da expiração. A CQ foi medida com a mesma fita, na região de maior perímetro entre a cintura e a coxa e a CA foi medida na altura da cicatriz umbilical. Duas medidas, de forma rotacional, foram utilizadas para a medida de cada circunferência, sendo adotada a média aritmética entre as medidas como valor de referência. Nas situações nas quais a diferença entre as medidas foi superior a 0,5 cm uma terceira medida foi realizada, com o valor da mediana sendo adotado como referência<sup>137</sup>. Todas as medidas foram realizadas pelo mesmo avaliador.

#### **1.4.3.2 Absortometria radiológica de dupla energia (DEXA)**

Absortometria radiológica de dupla energia (DEXA) foi utilizada para a determinação da composição corporal. As medidas foram realizadas em um equipamento da marca Lunar Prodigy, modelo GE Healthcare, ID 14739 (Madison, WI, USA), mediante escaneamento de corpo inteiro. A calibragem do equipamento seguiu as recomendações do fabricante e tanto a calibragem quanto as análises foram realizadas por um técnico em radiologia com experiência nesse tipo de avaliação. As participantes foram medidas trajando roupas leves, descalças e sem portar nenhum objeto metálico ou qualquer outro acessório junto ao corpo. As participantes permaneceram deitadas em decúbito dorsal e imóveis, com os braços ao lado do corpo na posição de supinação, sobre a mesa do equipamento até a finalização da medida. Após a varredura de corpo inteiro, o programa forneceu os dados relativos ao tecido gordo, tecido ósseo e tecido magro e mole, para o corpo todo e regiões específicas (tronco, membros superiores e inferiores). Os membros foram demarcados e separados do tronco e da cabeça por linhas padrões geradas pelo software do próprio equipamento. As linhas foram ajustadas manualmente, por meio de pontos anatômicos

específicos. A massa muscular esquelética total foi estimada a partir da quantificação do tecido magro e mole apendicular, mediante a utilização da equação preditiva proposta por Kim et al.<sup>138</sup>.

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

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

Análises de reprodutibilidade resultaram em um erro padrão de estimativa (EPE) = 0,29 kg e um coeficiente de correlação intraclasse (CCI) > 0,99 para MME e um EPE = 0,9 kg e CCI > 0,99 para gordura corporal.

### 1.4.3.3 Água corporal

A quantidade de água corporal total (ACT) e suas frações intracelular (AIC) e extracelular (AEC) foram estimadas por bioimpedância espectral, utilizando um analisador multifrequencial (BIS, Xitron Hydra, modelo 4200, Xitron Technologies, San Diego, CA, EUA). As participantes foram posicionadas em decúbito dorsal, em uma maca isolada de condutores elétricos, com as pernas abduzidas num ângulo de 45°. Após a limpeza da pele com álcool, dois eletrodos foram colocados na superfície da mão direita e dois no pé direito, de acordo com os procedimentos descritos em Sardinha et al.<sup>139</sup>. Na tentativa de minimizar possíveis erros de estimativa, as idosas foram orientadas a urinar cerca de 30 min antes da realização das medidas, absterem-se da ingestão de alimentos ou bebidas nas últimas quatro horas, evitar a prática de exercícios físicos vigorosos por pelo menos 24 h, absterem-se do consumo de bebidas alcoólicas e cafeínadas por no mínimo 48 h. Análises de reprodutibilidade resultaram em um EPE = 0,32 L e CCI > 0,98 para AEC, EPE = 0,19 L e CCI > 0,99 para AIC e EPE = 0,38 L e CCI > 0,98 para ACT.

### 1.4.4 Força muscular

Para a estimativa da força muscular foi utilizado o teste de uma repetição máxima (1-RM) em três exercícios, envolvendo os segmentos do tronco, membros inferiores e membros superiores. A ordem de execução dos exercícios testados foi a seguinte: supino vertical, cadeira extensora e rosca *scott*, respectivamente. As participantes foram instruídas previamente sobre todos os procedimentos e técnicas exigidas nos testes de 1-RM. Três sessões de testes foram realizadas sempre no período da manhã, com intervalo de 48 h entre cada sessão. Em cada sessão de testagem foi realizado um aquecimento anterior ao

início da primeira tentativa, para cada exercício, por meio da realização de uma série de 6 a 10 repetições com aproximadamente 50% da carga inicial a ser testada. Após um intervalo de dois minutos foi executada a primeira tentativa. Cada participante foi submetida em cada exercício a três tentativas com intervalos de três a cinco minutos entre elas, enquanto um intervalo fixo de cinco minutos foi adotado para a transição entre os exercícios. Em cada tentativa, as participantes receberam encorajamento verbal para tentarem realizar duas repetições. Quando duas repetições eram completadas corretamente, a carga era aumentada para a próxima tentativa, ao passo que nas situações onde sequer uma repetição era realizada a carga era reduzida para a próxima tentativa. O aumento ou a redução das cargas empregadas em cada tentativa foi na ordem de 3 a 10%, de acordo com o grau de facilidade ou dificuldade observada para cada participante. A carga registrada como 1-RM foi aquela na qual foi possível a realização de uma única ação voluntária máxima<sup>140</sup>. Três avaliadores com experiência na aplicação de testes de 1-RM conduziram as testagens nos diferentes momentos do estudo. A forma e a técnica de execução de cada exercício foi padronizada e continuamente monitorada, na tentativa de se garantir a eficiência dos testes de 1-RM. Medidas de reprodutibilidade revelaram os seguintes EPE e CCI: EPE = 0,46 kg e CCI > 0,97 para o supino, EPE = 1,67 kg e CCI > 0,91 para cadeira extensora e EPE = 0,93 kg e CCI > 0,93 para rosca *scott*. A somatória da carga total levantada (CTL) nos três exercícios foi utilizada como indicador de força muscular geral.

#### **1.4.5 Qualidade muscular**

A qualidade muscular total (QMT) foi determinado pela divisão da CTL pela massa muscular esquelética total. A qualidade muscular de membros superiores (QMMS) foi determinada a partir divisão da carga mobilizada no exercício rosca *scott* pela massa isenta de gordura e osso de membros superiores, enquanto a qualidade muscular de membros inferiores (QMMI) foi determinada a partir da divisão da carga mobilizada no exercício cadeira extensora pela massa isenta de gordura e osso de membros inferiores<sup>34</sup>.

#### **1.4.6 Pressão arterial de repouso**

Medidas de pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD) foram obtidas, por meio de aparelho automático de medida da pressão arterial (Omron HEM-7421NT, Illinois). Para tanto, as participantes compareceram ao laboratório em três dias não consecutivos, em horários semelhantes, sempre no período da manhã para a execução das medidas. Todas as participantes foram orientadas para esvaziar a bexiga e permanecer em repouso e em silêncio por no mínimo 10 min antes do início das medidas. Três medidas foram executadas

com intervalo mínimo de dois minutos entre elas. A partir daí, adotou-se a mediana de cada dia e calculou-se o valor médio dos três dias para determinação dos valores de pressão arterial de repouso, em ambos os momentos (pré e pós intervenção). Nos casos cuja variação das medidas foi superior a 4 mmHg para a PAS e/ou PAD, novas medidas em sequência foram realizadas até que o critério estabelecido fosse atendido<sup>141</sup>. Medidas de reprodutibilidade indicaram EPE = 1,13 mmHg e CCI > 0,99 para PAS e EPE = 1,11 mmHg e CCI > 0,99 para PAD.

#### **1.4.7 Coleta de sangue e análises bioquímicas**

Coletas de sangue foram realizadas em sala adaptada para este fim, para a determinação de triglicerídeos (TG), glicose, colesterol total (CT), lipoproteína de alta densidade (HDL-c), proteína C-reativa ultrasensível (PCR-us), IGF1, testosterona, insulina, cortisol, fator de necrose tumoral alpha (TNF- $\alpha$ ), Interleucina 6 (IL-6), Interleucina 10 (IL-10), em jejum. As dosagens foram determinadas em laboratório especializado do Hospital Universitário da Universidade Estadual de Londrina. Para tanto, dois ou três experientes técnicos de laboratório coletaram amostras de 14 ml de sangue venoso na porção antecubital, respeitando jejum de 12 h, no período matutino. Para a coleta de sangue as participantes foram mantidas sentadas em uma cadeira, com o antebraço apoiado sobre um suporte localizado aproximadamente na altura dos ombros. Após o braço ser garroteado no ponto médio do úmero foi realizada assepsia com algodão embebido em álcool 70%. A punção foi realizada com agulha descartável de 25 X 8 mm no referido local. O sangue venoso foi aspirado em dois tubos de coleta a vácuo, um com capacidade para 10 ml e outro para 4 ml e as agulhas foram descartadas de forma segura, assim como todos os outros materiais descartáveis contaminados, tanto no procedimento de coleta, quanto nas análises sanguíneas, conforme procedimento padrão do laboratório. As amostras foram depositadas em tubos a vácuo, um com gel separador sem anticoagulante e outro com EDTA e fluoreto como anticoagulante e conservante, respectivamente. Após a coleta, os tubos foram centrifugados por 10 min a 3000 rpm para separação do soro e plasma. O plasma e o soro foram aliquotados e armazenados em freezer a -80°C da marca Indrel<sup>®</sup>, modelo IULT 2430 (Londrina, Paraná, Brasil) até a realização das análises. Posteriormente foram determinadas as concentrações de CT, HDL-c, TG, PCR e glicose. Para a determinação da lipoproteína de baixa densidade (LDL-c) foi utilizada a equação de Friedewald  $LDL-C = CT - HDL-C + TG/5$  e a proteína de muito baixa densidade (VLDL-c) foi obtida por meio da divisão do valor dos triglicerídeos por cinco, obtendo-se o resultado em mg/dL. O não HDL-c foi obtido pela subtração do HDL-C do CT. O perfil lipídico foi determinado em um sistema autoanalisador bioquímico (Siemens Dade-Behring, modelo Dimension RxL Max, Flórida, Estados Unidos),

de acordo com métodos consagrados na literatura especializada, seguindo os protocolos recomendados pelos fabricantes. As determinações de IGF-1, testosterona, cortisol e insulina foram realizadas por meio do método de quimiluminescência utilizando o equipamento da marca DiaSorin SPA, modelo Liaison (Gerenzano VA, Itália). As determinações de IL-6, IL-10 e TNF- $\alpha$  foram realizadas pela metodologia de ELISA, utilizando kits ELISA READY-SET-GO (eBioscience, Inc. San Diego, USA). O modelo de avaliação da homeostase (HOMA-IR) foi calculado pela fórmula: insulina jejum ( $\mu$ UI/mL) x glicose jejum (mmol/L) / 22,5. Observou-se ainda a presença de SM entre as participantes do estudo, nos momentos pré e pós-intervenção nos respectivos grupos, de acordo com os critérios e pontos de corte propostos pelo *The National Cholesterol Education Program/Adult Treatment Panel III* (NCEP/ATP III)<sup>142</sup>.

#### **1.4.8 Hábitos alimentares**

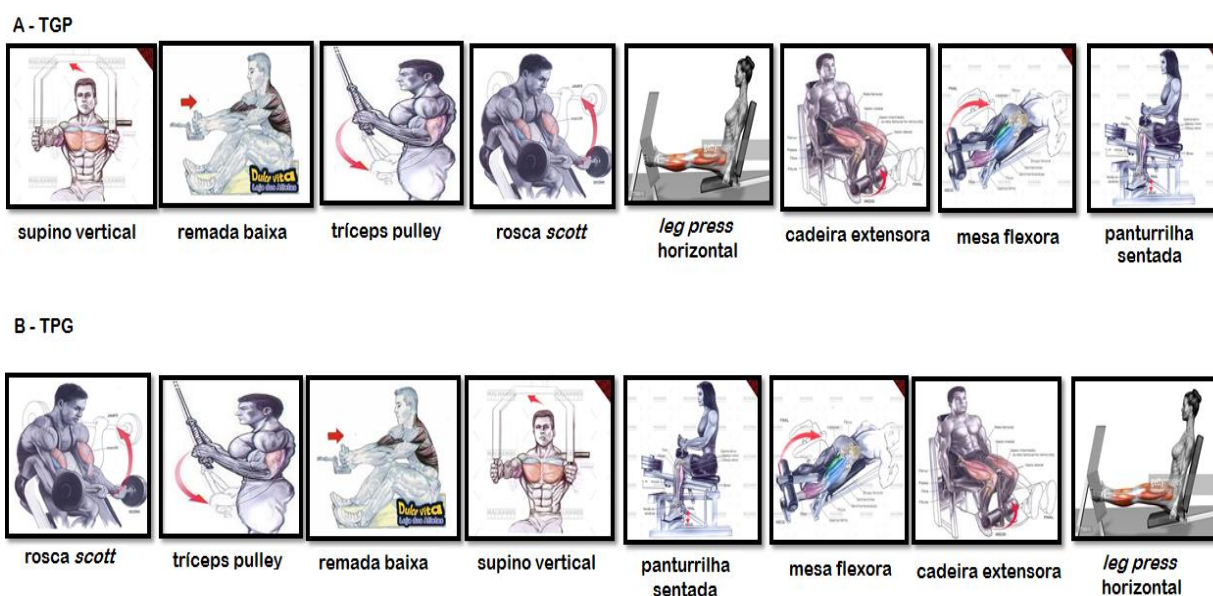
Recordatórios de 24 h foram utilizados para monitorar os hábitos alimentares das participantes durante o período do estudo. Os dias escolhidos para preenchimento dos mesmos foram dois dias de semana e um de final de semana. As informações foram coletadas por meio de entrevista por uma equipe de nutricionistas acostumadas a estes procedimentos. Medidas caseiras padronizadas previamente foram utilizadas para a estimativa da quantidade de alimentos e bebidas consumidas. O consumo energético total, a quantidade e as proporções de macronutrientes foram determinados por meio do programa para avaliação nutricional Avanutri versão 4.0. As participantes foram orientadas, para manterem seus hábitos alimentares normais durante todo o período de duração do estudo e a ingestão de água foi ad libitum.

#### **1.4.9 Programa de treinamento resistido**

O programa de TR supervisionado foi conduzido seguindo as recomendações da literatura<sup>18-20</sup> por 12 semanas em uma frequência de três sessões semanais em dias alternados (segundas, quartas e sextas-feiras). O programa de TR foi composto por oito exercícios, envolvendo diferentes grupamentos musculares, de acordo com uma montagem localizada por articulação, sendo realizadas três séries de 10-15 RM em cada exercício. Assim, o TGP executou os exercícios na seguinte ordem: supino vertical, remada baixa, tríceps no pulley, rosca *scott*, *leg press* horizontal, cadeira extensora, mesa flexora e panturrilha sentada. Já o TPG seguiu a ordem: rosca *scott*, tríceps no pulley, remada baixa, supino vertical, panturrilha sentada, mesa flexora, cadeira extensora e *leg press* horizontal (figura 1.2).

Durante todo o período do estudo o intervalo de recuperação estabelecido entre as séries e os exercícios, foi de 60 a 120 s. As participantes foram orientadas a executarem as ações musculares concêntrica e excêntrica em uma razão de 1 : 2, respectivamente, bem como a inspirar na fase excêntrica e expirar na fase concêntrica.

As idosas foram ainda orientadas para não participarem de nenhum outro tipo de programa de treinamento durante o período do estudo. As cargas utilizadas foram reajustadas individualmente durante o período de treinamento, na tentativa de que a intensidade inicial do treinamento fosse preservada ao longo do período experimental. O reajuste das cargas de TR foi realizado por meio do teste de peso por repetições máximas, sempre que o limite superior de repetições pré-determinadas para cada exercício fosse atingido nas três séries (3 x 15-RM), conforme descrito em Ribeiro et al.<sup>143</sup>.



**Figura 1.2.** Ordem de execução dos exercícios de acordo com os dois grupos analisados (painel A – TGP e painel B – TPG).

#### 1.4.10 Tratamento estatístico

Inicialmente, o teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para a análise da distribuição dos dados. Caso confirmada a normalidade, as informações sobre tendência central e dispersão dos dados foram apresentadas em média e desvio padrão, respectivamente. O teste de Levene foi utilizado para análise da homogeneidade das variâncias. Análise de variância (ANOVA *one-way*) foi utilizada para as comparações entre os grupos no momento basal e entre as variações percentuais (% $\Delta$ ) das modificações das variáveis. Teste t de *Student* para amostras independentes foi utilizado para as comparações do VTT entre os dois

grupos treinamento (TGP e TPG). A ANOVA *two-way* para medidas repetidas foi utilizada para comparação entre os grupos e os momentos nas situações nas quais as medidas basais foram semelhantes entre os grupos. Nos casos de diferenças nas medidas basais, análise de covariância (ANCOVA) foi utilizada, com as medidas da linha de base sendo adotadas como covariáveis. O teste de Mauchly foi aplicado para verificar a esfericidade e em caso de violação deste pressuposto, as análises foram ajustadas pela correção de Greenhouse-Geiser. Os testes de *post hoc* de Bonferroni (artigo 1) e Fisher (artigo 2 e 3) foram utilizados para as comparações múltiplas, para a identificação das diferenças específicas nas variáveis em que os valores de F encontrados foram superiores ao critério de significância estatística estabelecido. A magnitude das diferenças foi calculada pelo tamanho do efeito, proposto por Cohen<sup>144</sup> utilizando a seguinte equação:

$$TE = M2 - M1 / DP$$

Onde TE representa o tamanho do efeito, M1 a média pré-treinamento, M2 a média pós-treinamento, e DP a média dos desvios-padrão pré e pós-treinamento. O tamanho do efeito de 0,20 - 0,49 foi considerado pequeno, 0,50 - 0,79 moderado e  $\geq 0,80$  de grande magnitude.

As possíveis relações entre as variáveis foram analisadas pela correlação de *Spearman*. Para todas as análises estatísticas foi aceita uma significância de  $P < 0,05$ . Os programas estatísticos SPSS para Windows, versão 20.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) e STATISTICA para Windows, version 10.0 (StatSoft Inc, Tulsa, OK, USA) foram utilizados para processamento dos dados.

## Referências

1. Keller K, Engelhardt M. Strength and muscle mass loss with aging process. Age and strength loss. *Muscles Ligaments Tendons J.* 2013;3(4):346–50.
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. Novotny SA, Warren GL, Hamrick MW. Aging and the muscle-bone relationship. *Physiology (Bethesda).* 2015;30(1):8–16.
4. Goodpaster BH, Park SW, Harris TB, Kritchevsky SB, Nevitt M, Schwartz AV, et al. The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2006;61(10):1059–64.
5. Arts IMP, Pillen S, Schelhaas HJ, Overeem S, Zwarts MJ. Normal values for quantitative muscle ultrasonography in adults. *Muscle Nerve.* 2010;41(1):32–41.
6. Delmonico MJ, Harris TB, Visser M, Park SW, Conroy MB, Velasquez-Mieyer P, et al. Longitudinal study of muscle strength, quality, and adipose tissue infiltration. *Am J Clin Nutr.* 2009;90(6):1579–85.
7. Wannamethee SG, Shaper AG, Lennon L, Whincup PH. Decreased muscle mass and increased central adiposity are independently related to mortality in older men. *Am J Clin Nutr.* 2007;86(5):1339–46.
8. Song M-Y, Ruts E, Kim J, Janumala I, Heymsfield S, Gallagher D. Sarcopenia and increased adipose tissue infiltration of muscle in elderly African American women. *Am J Clin Nutr.* 2004;79(5):874–80.
9. Han TS, Tajar A, Lean MEJ. Obesity and weight management in the elderly. *Br Med Bull.* 2011;97(1):169–96.
10. Ferry M. Strategies for ensuring good hydration in the elderly. *Nutr Rev.* 2005;63(6 Pt 2):S22–9.
11. Tonet ACN, Tolêdo O. Imunossenescência: a relação entre leucócitos, citocinas e doenças crônicas. *Rev Bras Geriatr Gerontol.* 2008;11(2):259-73.
12. Woods JA, Wilund KR, Martin SA, Kistler BM. Exercise, inflammation and aging. *Aging Dis.* 2012;3(1):130–40.
13. Michaud M, Balardy L, Moulis G, Gaudin C, Peyrot C, Vellas B, et al. Proinflammatory cytokines, aging, and age-related diseases. *J Am Med Dir Assoc.* 2013;14(12):877–82.
14. Aijänseppä S, Notkola I-L, Tijhuis M, van Staveren W, Kromhout D, Nissinen A. Physical functioning in elderly Europeans: 10 year changes in the north and south: the HALE project. *J Epidemiol Community Health.* 2005;59(5):413–9.

15. Matsudo SM, Matsudo VKR, Neto TLDB. Impacto do envelhecimento nas variáveis antropométricas, neuromotoras e metabólicas da aptidão física. *Rev Bras Cienc Mov.* 2000;8(4):21–32.
16. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(3):687–708.
17. Montero-Fernández N, Serra-Rexach JA. Role of exercise on sarcopenia in the elderly. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2013;49(1):131–43.
18. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee I-M, 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.
19. Cadore EL, Pinto RS, Bottaro M, Izquierdo M. Strength and endurance training prescription in healthy and frail elderly. *Aging Dis.* 2014;5(3):183–95.
20. 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.
21. Hunter GR, McCarthy JP, Bamman MM. Effects of resistance training on older adults. *Sports Med.* 2004;34(5):329–48.
22. Botero JP, Shiguemoto GE, Prestes J, Marin CT, Do Prado WL, Pontes CS, et al. Effects of long-term periodized resistance training on body composition, leptin, resistin and muscle strength in elderly post-menopausal women. *J Sports Med Phys Fitness.* 2013;53(3):289–94.
23. Prestes J, Shiguemoto G, Botero JP, Frollini A, Dias R, Leite R, et al. Effects of resistance training on resistin, leptin, cytokines, and muscle force in elderly post-menopausal women. *J Sports Sci.* 2009;27(14):1607–15.
24. Vincent HK, Raiser SN, Vincent KR. The aging musculoskeletal system and obesity-related considerations with exercise. *Ageing Res Rev.* 2012;11(3):361–73.
25. Davidson LE, Hudson R, Kilpatrick K, Kuk JL, McMillan K, Janiszewski PM, et al. Effects of exercise modality on insulin resistance and functional limitation in older adults: a randomized controlled trial. *Arch Intern Med.* 2009;169(2):122–31.
26. Guadalupe-Grau A, Fuentes T, Guerra B, Calbet JAL. Exercise and bone mass in adults. *Sports Med.* 2009;39(6):439–68.
27. Korpelainen R, Keinänen-Kiukaanniemi S, Heikkinen J, Väänänen 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.

28. Maesta N, Nahas EAP, 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.
29. Conceição MS, Bonganha V, Vechin FC, Berton RPB, Lixandrão ME, Nogueira FRD, et al. Sixteen weeks of resistance training can decrease the risk of metabolic syndrome in healthy postmenopausal women. *Clin Interv Aging*. 2013;8:1221–8.
30. Lera Orsatti F, Nahas EA, Maestá 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.
31. Gerage A, Januário R, Nascimento M, Pina F, Cyrino E. Impact of 12 weeks of resistance training on physical and functional fitness in elderly women. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*. 2013;15(2):145–54.
32. Cornelissen VA, Fagard RH, Coeckelberghs E, Vanhees L. Impact of resistance training on blood pressure and other cardiovascular risk factors: a meta-analysis of randomized, controlled trials. *Hypertension*. 2011;58(5):950–8.
33. 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.
34. Fragala MS, Kenny AM, Kuchel GA. Muscle quality in aging: a multi-dimensional approach to muscle functioning with applications for treatment. *Sports Med*. 2015;45(5):641–58.
35. Calle MC, Fernandez ML. Effects of resistance training on the inflammatory response. *Nutr Res Pract*. 2010;4(4):259–69.
36. Fleck SJ, Kraemer WJ. *Fundamentos do treinamento de força*. 3ª edição. Ribeiro JL, editor. Porto Alegre: Artmed; 2006. 376p.
37. Farinatti PTV, Simão R, Monteiro WD, Fleck SJ. Influence of exercise order on oxygen uptake during strength training in young women. *J Strength Cond Res*. 2009;23(3):1037–44.
38. Dias I, de Salles BF, Novaes J, Costa PB, Simão R. Influence of exercise order on maximum strength in untrained young men. *J Sci Med Sport*. 2010;13(1):65–9.
39. Balsamo S, Tibana RA, Nascimento DC, de Farias GL, Petruccelli Z, de Santana FDS, et al. Exercise order affects the total training volume and the ratings of perceived exertion in response to a super-set resistance training session. *Int J Gen Med*. 2012;5:123–7.
40. Pina FLC, Nascimento MA, Januário RSB, Gerage AM, Oliveira AR, Cyrino ES. Influência da ordem de exercícios com pesos sobre a composição corporal em

- homens idosos. *Rev da Educ Fis/UEM*. 2013;24(3):443–51.
41. Simão R, Spinetti J, de Salles BF, Oliveira LF, Matta T, Miranda F, et al. Influence of exercise order on maximum strength and muscle thickness in untrained men. *J Sports Sci Med*. 2010;9(1):1–7.
  42. Simão R, de Salles BF, Figueiredo T, Dias I, Willardson JM. Exercise order in resistance training. *Sports Med*. 2012;42(3):251–65.
  43. Simão R, Figueiredo T, Leite RD, Jansen A, Willardson JM. Influence of exercise order on repetition performance during low-intensity resistance exercise. *Sports Med*. 2012;20(3-4):263–73.
  44. Spinetti J, de Salles BF, Rhea MR, Lavigne D, Matta T, Miranda F, et al. Influence of exercise order on maximum strength and muscle volume in nonlinear periodized resistance training. *J Strength Cond Res*. 2010;24(11):2962–9.
  45. Assumpção CO, Tibana RA, Viana LC, Willardson JM, Prestes J. Influence of exercise order on upper body maximum and submaximal strength gains in trained men. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2013;33(5):359–63.
  46. da Conceição RR, Simão R, Silveira ALB, Silva GCE, Nobre M, Salerno VP, et al. Acute endocrine responses to different strength exercise order in men. *J Hum Kinet*. 2014;44:111–20.
  47. Chaves CPG, Simão R, Miranda H, Ribeiro J, Soares J, de Salles B, et al. Influence of exercise order on muscle damage during moderate-intensity resistance exercise and recovery. *Sports Med*. 2013;21(2):176–86.
  48. Simão R, Leite RD, Speretta GFF, Maior AS, de Salles BF, de Souza Junior TP, et al. Influence of upper-body exercise order on hormonal responses in trained men. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2013;38(2):177–81.
  49. Simão R, Farinatti PTV, Polito MD, Maior AS, Fleck SJ. Influence of exercise order on the number of repetitions performed and perceived exertion during resistance exercises. *J Strength Cond Res*. 2005;19(1):152–6.
  50. Simão R, Farinatti PTV, Polito MD, Viveiros L, Fleck SJ. Influence of exercise order on the number of repetitions performed and perceived exertion during resistance exercise in women. *J Strength Cond Res*. 2007;21(1):23–8.
  51. Farinatti PTV, da Silva NSL, Monteiro WD. Influence of exercise order on the number of repetitions, oxygen uptake, and rate of perceived exertion during strength training in younger and older women. *J Strength Cond Res*. 2013;27(3):776–85.
  52. da Silva NSL, Monteiro WD, Farinatti PTV. Influência da ordem dos exercícios sobre o número de repetições e percepção subjetiva do esforço em mulheres jovens e idosas. *Rev Bras Med Esporte*. 2009;15(3):219–23.
  53. Figueiredo MLF, Tyrrel MAR, Carvalho de CMRG, Luz MH, Amorin FCM, Loiola NLA.

- As diferenças de gênero na velhice. *Rev Bras Enferm.* 2007;60(4):422-27.
54. Luy M, Gast K. Do women live longer or do men die earlier? Reflections on the causes of sex differences in life expectancy. *Gerontology.* 2014;60(2):143–53.
  55. Picorelli AMA, Pereira DS, Felício DC, Dos Anjos DM, Pereira DAG, Dias RC, et al. Adherence of older women with strength training and aerobic exercise. *Clin Interv Aging.* 2014;9:323–31.
  56. World Health Organization. Envelhecimento ativo: uma política de saúde. Gontijo S. tradução. Organização Pan-Americana da Saúde. 2005.
  57. Lebrão ML. O envelhecimento no Brasil: aspectos da transição demográfica e epidemiológica. *Saúde Coletiva.* 2007;4(17):135–40.
  58. Wong LLR, Carvalho JA. O rápido processo de envelhecimento populacional do Brasil: sérios desafios para as políticas públicas. *Rev Bras Estud Pop.* 2006;23(1):5–26.
  59. Veras R. Envelhecimento populacional contemporâneo: demandas, desafios e inovações. *Rev Saude Publica.* 2009;43(3):548–54.
  60. de Carvalho JAM, Garcia RA. O envelhecimento da população brasileira: um enfoque demográfico. *Cad Saude Publica.* 2003;19(3):725–33.
  61. Nasri F. Demografia e epidemiologia do envelhecimento O envelhecimento populacional no Brasil. *Einstein.* 2008;6(2):4–6.
  62. Chaimowicz F. A saúde dos idosos brasileiros às vésperas do século XXI: Problemas, projeções e alternativas. *Rev Saude Publica.* 1997;31(2):184–200.
  63. da Cruz DT, Caetano VC, Leite ICG. Envelhecimento populacional e bases legais da atenção à saúde do idoso. *Cad Saúde Colet.* 2010;18(4):500–8.
  64. de Carvalho JAM, Rodríguez-Wong LL. A transição da estrutura etária da população brasileira na primeira metade do século XXI. *Cad Saude Publica.* 2008;24(3):597–605.
  65. Ministério da Saúde. Envelhecimento e saúde da pessoa idosa. Ministério da Saúde. 2007.
  66. Zago AS. Exercício físico e o processo saúde-doença no envelhecimento. *Rev Bras Geriatr Gerontol.* 2010;13(1):153–8.
  67. Doherty TJ. The influence of aging and sex on skeletal muscle mass and strength. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2001;4(6):503–8.
  68. Vianna LC, Oliveira RB, Araújo CGS. Age-related decline in handgrip strength differs according to gender. *J Strength Cond Res.* 2007;21(4):1310–4.
  69. Evans WJ. Skeletal muscle loss: cachexia, sarcopenia, and inactivity. *Am J Clin Nutr.* 2010;91(4):1123S – 1127S.
  70. Janssen I, Heymsfield SB, Wang ZM, Ross R. Skeletal muscle mass and distribution

- in 468 men and women aged 18-88 yr. *J Appl Physiol*. 2000;89(1):81–8.
71. Hurley BF, Roth SM. Strength training in the elderly: effects on risk factors for age-related diseases. *Sports Med*. 2000;30(4):249–68.
  72. Mitchell WK, Williams J, Atherton P, Larvin M, Lund J, Narici M. Sarcopenia, dynapenia, and the impact of advancing age on human skeletal muscle size and strength; a quantitative review. *Front Physiol*. 2012;3:260.
  73. Doherty TJ. Aging and sarcopenia. *J Appl Physiol*. 2003;95(4):1717–27.
  74. Kalinkovich A, Livshits G. Sarcopenia - The search for emerging biomarkers. *Ageing Res Rev*. 2015;22:58–71.
  75. 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.
  76. Xue Q-L, Walston JD, Fried LP, Beamer BA. Prediction of risk of falling, physical disability, and frailty by rate of decline in grip strength: the women's health and aging study. *Arch Intern Med*. 2011;171(12):1119–21.
  77. Rosenberg IH. Sarcopenia: origins and clinical relevance. *J Nutr*. 1997;127(5 Suppl):990S – 991S.
  78. Cruz-Jentoft AJ, Landi F, Topinková E, Michel JP. Understanding sarcopenia as a geriatric syndrome. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2010;13(1):1–7.
  79. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing*. 2010;39(4):412–23.
  80. McLean RR, Kiel DP. Developing consensus criteria for sarcopenia: an update. *J Bone Miner Res*. 2015;30(4):588–92.
  81. Clark BC, Manini TM. Sarcopenia ≠ dynapenia. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2008;63(8):829–34.
  82. Clark BC, Manini TM. What is dynapenia? *Nutrition*. 2012;28(5):495–503.
  83. Lang T, Streeper T, Cawthon P, Baldwin K, Taaffe DR, Harris TB. Sarcopenia: etiology, clinical consequences, intervention, and assessment. *Osteoporos Int*. 2010;21(4):543–59.
  84. Basualto-Alarcón C, Varela D, Duran J, Maass R, Estrada M. Sarcopenia and androgens: a link between pathology and treatment. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2014;5:217.
  85. Liu PY, Beilin J, Meier C, Nguyen TV, Center JR, Leedman PJ, et al. Age-related changes in serum testosterone and sex hormone binding globulin in Australian men: longitudinal analyses of two geographically separate regional cohorts. *J Clin*

- Endocrinol Metab. 2007;92(9):3599–603.
86. Feldman HA, Longcope C, Derby CA, Johannes CB, Araujo AB, Coviello AD, et al. Age trends in the level of serum testosterone and other hormones in middle-aged men: longitudinal results from the Massachusetts male aging study. *J Clin Endocrinol Metab.* 2002;87(2):589–98.
  87. Samaras N, Papadopoulou M-A, Samaras D, Ongaro F. Off-label use of hormones as an antiaging strategy: a review. *Clin Interv Aging.* 2014;9:1175–86.
  88. Toth MJ, Sites CK, Matthews DE, Casson PR. Ovarian suppression with gonadotropin-releasing hormone agonist reduces whole body protein turnover in women. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2006;291(3):E483–90.
  89. Roubenoff R, Harris TB, Abad LW, Wilson PW, Dallal GE, Dinarello CA. Monocyte cytokine production in an elderly population: effect of age and inflammation. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 1998;53(1):M20–6.
  90. McGregor RA, Cameron-Smith D, Poppitt SD. It is not just muscle mass: a review of muscle quality, composition and metabolism during ageing as determinants of muscle function and mobility in later life. *Longev Heal.* 2014;3(1):9.
  91. Scanlon TC, Fragala MS, Stout JR, Emerson NS, Beyer KS, Oliveira LP, et al. Muscle architecture and strength: adaptations to short-term resistance training in older adults. *Muscle Nerve.* 2014;49(4):584–92.
  92. Fragala MS, Fukuda DH, Stout JR, Townsend JR, Emerson NS, Boone CH, et al. Muscle quality index improves with resistance exercise training in older adults. *Exp Gerontol.* 2014;53:1–6.
  93. Mathus-Vliegen EMH. Prevalence, pathophysiology, health consequences and treatment options of obesity in the elderly: a guideline. *Obes Facts.* 2012;5(3):460–83.
  94. Zamboni M, Mazzali G, Zoico E, Harris TB, Meigs JB, Di Francesco V, et al. Health consequences of obesity in the elderly: a review of four unresolved questions. *Int J Obes (Lond).* 2005;29(9):1011–29.
  95. Cruz I, Almeida M, Schwanke C, Moriguchi E. Prevalência de obesidade em idosos longevos e sua associação com fatores de risco e morbidades cardiovascular. *Rev Assoc Med Bras.* 2004;50(2):172–7.
  96. Cabrera MAS, Jacob Filho W. Obesidade em idosos: prevalência, distribuição e associação com hábitos e co-morbidades. *Arq Bras Endocrinol Metabol.* 2001;45(5):494–501.
  97. Venturini CD, Engroff P, Gomes I, De Carli GA. Prevalência de obesidade associada à ingestão calórica, glicemia e perfil lipídico em uma amostra populacional de idosos do Sul do Brasil. *Rev Bras Geriatr Gerontol.* 2013;16(3):591–601.
  98. Tavares EL, dos Anjos LA. Perfil antropométrico da população idosa brasileira.

- Resultados da Pesquisa Nacional sobre Saúde e Nutrição 1989. *Cad Saúde Pública*. 1999;15(4):759–68.
99. Agondi RC, Rizzo LV, Kalil J, Barros MT. Imunossenescência. 2012; 35(5):169–76.
  100. Weiskopf D, Weinberger B, Grubeck-Loebenstien B. The aging of the immune system. *Transpl Int*. 2009;22(11):1041–50.
  101. Giunta S. Is inflammaging an auto[innate]immunity subclinical syndrome? *Immun Ageing*. 2006;3:12.
  102. Beavers KM, Brinkley TE, Nicklas BJ. Effect of exercise training on chronic inflammation. *Clin Chim Acta*. 2010;411(11-12):785–93.
  103. Franceschi C, Campisi J. Chronic inflammation (inflammaging) and its potential contribution to age-associated diseases. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2014;69(Suppl 1):S4–9.
  104. Davison S, Davis SR. New markers for cardiovascular disease risk in women: impact of endogenous estrogen status and exogenous postmenopausal hormone therapy. *J Clin Endocrinol Metab*. 2003;88(6):2470–8.
  105. Pedersen BK, Steensberg A, Fischer C, Keller C, Ostrowski K, Schjerling P. Exercise and cytokines with particular focus on muscle-derived IL-6. *Exerc Immunol Rev*. 2001;7:18–31.
  106. Pedersen BK, Fischer CP. Beneficial health effects of exercise--the role of IL-6 as a myokine. *Trends Pharmacol Sci*. 2007;28(4):152–6.
  107. Febbraio MA, Pedersen BK. Muscle-derived interleukin-6: mechanisms for activation and possible biological roles. *FASEB J*. 2002;16(11):1335–47.
  108. Pedersen BK, Fischer CP. Physiological roles of muscle-derived interleukin-6 in response to exercise. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2007;10(3):265–71.
  109. Pedersen BK. Muscle as a secretory organ. *Compr Physiol*. 2013;3(3):1337–62.
  110. Petersen AMW, Pedersen BK. The anti-inflammatory effect of exercise. *J Appl Physiol*. 2005;98(4):1154–62.
  111. Benatti FB, Pedersen BK. Exercise as an anti-inflammatory therapy for rheumatic diseases—myokine regulation. *Nat Rev Rheumatol*. 2014;11(2):86–97.
  112. Pratesi A, Tarantini F, Di Bari M. Skeletal muscle: an endocrine organ. *Clin Cases Miner Bone Metab*. 2013;10(1):11–4.
  113. Pedersen BK, Steensberg A, Schjerling P. Muscle-derived interleukin-6: possible biological effects. *J Physiol*. 2001;536(Pt 2):329–37.
  114. Pedersen BK. IL-6 signalling in exercise and disease. *Biochem Soc Trans*. 2007;35(Pt 5):1295–7.
  115. Nikseresht M, Sadeghifard N, Agha-Alinejad H, Ebrahim K. Inflammatory markers and adipocytokine responses to exercise training and detraining in men who are obese. *J*

- Strength Cond Res. 2014;28(12):3399–410.
116. Parkhouse WS, Coupland DC, Li C, Vanderhoek KJ. IGF-1 bioavailability is increased by resistance training in older women with low bone mineral density. *Mech Ageing Dev.* 2000;113(2):75–83.
  117. Copeland JL, Consitt LA, Tremblay MS. Hormonal responses to endurance and resistance exercise in females aged 19-69 years. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2002;57(4):B158–65.
  118. Pyka G, Wiswell RA, Marcus R. Age-dependent effect of resistance exercise on growth hormone secretion in people. *J Clin Endocrinol Metab.* 1992;75(2):404–7.
  119. Häkkinen 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.
  120. de Oliveira RJ, Lima RM, Gentil P, Simões HG, de Ávila WR, da Silva RW, et al. Respostas hormonais agudas a diferentes intensidades de exercícios resistidos em mulheres idosas. *Rev Bras Med Esporte.* 2008;14(4):367–71.
  121. Azizbeigi K, Azarbayjani MA, Atashak S, Stannard SR. Effect of moderate and high resistance training intensity on indices of inflammatory and oxidative stress. *Res Sports Med.* 2015;23(1):73–87.
  122. Miranda H, Figueiredo T, Rodrigues B, Paz GA, Simão R. Influence of exercise order on repetition performance among all possible combinations on resistance training. *Res Sports Med.* 2013;21(4):355–66.
  123. Figueiredo T, Rhea MR, Bunker D, Dias I, de Salles BF, Fleck S, et al. The influence of exercise order on local muscular endurance during resistance training in women. *Hum Mov.* 2011;12(3):237–41.
  124. Gil S, Roschel H, Batista M, Ugrinowitsch C, Tricoli V, Barroso R. Efeito da ordem dos exercícios no número de repetições e na percepção subjetiva de esforço em homens treinados em força. *Rev Bras Educ Fís Esporte.* 2011;25(1):127–35.
  125. Sforzo G, Touey PR. Manipulating exercise order affects muscular performance during a resistance exercise training session. *J Strength Cond Res.* 1996;24(8):2255–60.
  126. Soncin R, Pennone J, Guimarães TM, Mezêncio B, Amadio AC, Serrão JC. Influence of exercise order on electromyographic activity during upper body resistance training. *J Hum Kinet.* 2014;44:203–10.
  127. Miranda H, Simão R, dos Santos Vigário P, de Salles BF, Pacheco MTT, Willardson JM. Exercise order interacts with rest interval during upper-body resistance exercise. *J Strength Cond Res.* 2010;24(6):1573–7.
  128. Bellezza PA, Hall EE, Miller PC, Bixby WR. The influence of exercise order on blood

- lactate, perceptual, and affective responses. *J Strength Cond Res.* 2009;23(1):203–8.
129. Gentil P, Oliveira E, de Araújo Rocha Júnior V, do Carmo J, Bottaro M. Effects of exercise order on upper-body muscle activation and exercise performance. *J Strength Cond Res.* 2007;21(4):1082–6.
  130. Monteiro W, Simão R, Farinatti P. Manipulação na ordem dos exercícios e sua influência sobre número de repetições e percepção subjetiva de esforço em mulheres treinadas. *Rev Bras Med Esporte.* 2005;11(2):146–50.
  131. Novaes JDS, Salles BF De, Novaes GDS, Monteiro MD, Monteiro GS, Monteiro MV. Influência aguda da ordem dos exercícios resistidos em uma sessão de treinamento para peitorais e tríceps. *Motricidade.* 2007;3(4):38–45.
  132. Pirauá ALT, Beltrão NB, de Lima Júnior DRA, de Queiroz GR, de Souza JG, Melo BM, et al. effect of exercise order on the resistance training performance during a circuit training session. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 2014;16(3):325–33.
  133. Ribeiro AS, Romanzini M, do Nascimento MA, Pina FLC, Souza MF, Avelar A, et al. Influência da ordem de execução de exercícios com pesos sobre o volume total de treino quando a carga é ajustada de acordo com a sequência. *Rev Bras Ativ Fis Saúde.* 2014;19(3):351-60.
  134. Romano N, Vilaça-Alves J, Fernandes HM, Saavedra F, Paz G, Miranda H, et al. Effects of resistance exercise order on the number of repetitions performed to failure and perceived exertion in untrained young males. *J Hum Kinet.* 2013;39:177–83.
  135. da Silva RL, Brentano MA, Kruel LFM. Effects of different strength training methods on postexercise energetic expenditure. *J Strength Cond Res.* 2010;24(8):2255–60.
  136. Spreuwenberg LPB, Kraemer WJ, Spiering BA, Volek JS, Hatfield DL, Silvestre R, et al. Influence of exercise order in a resistance-training exercise session. *J Strength Cond Res.* 2006;20(1):141–4.
  137. Gordon C, Chumlea W, Roche A. Stature, recumbent length, and weight. In: Lohman T, Roche A, Martorell R, editors. *Anthropometric standardization reference manual.* Champaign: Human Kinetics Books; 1988. p.3-8.
  138. Kim J, Wang Z, Heymsfield SB, Baumgartner RN, Gallagher D. Total-body skeletal muscle mass: estimation by a new dual-energy X-ray absorptiometry method. *Am J Clin Nutr.* 2002;76(2):378–83.
  139. 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.
  140. do Nascimento MA, Januário RSB, 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.
141. Sociedade Brasileira de Cardiologia, Sociedade Brasileira de Hipertensão, Sociedade Brasileira de Nefrologia VI Brazilian Guidelines on Hypertension. *Arq Bras Cardiol.* 2010;95(Suppl 1):1–51.
  142. 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):3143–3421.
  143. 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.* 2015;15(4):256–64.
  144. Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences.* Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associate; 1988. 567p.

## **CAPÍTULO 2**

### **ESTRUTURA DO ESTUDO**

Para a presente tese foi adotado o modelo alternativo, ou escandinavo, pelo qual a contextualização do problema deu origem ao estabelecimento de diferentes objetivos, que por sua vez foram analisados a partir da redação de artigos científicos. Portanto, esta tese foi composta por uma introdução, seguida de três artigos originais, oriundos de uma pesquisa de campo conduzida pelo Grupo de Estudo e Pesquisa em Metabolismo, Nutrição e Exercício, do Centro de Educação Física e Esporte, da Universidade Estadual de Londrina. 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 especificamente.

## 2.1 Artigo 1: Efeito da manipulação da ordem de execução de exercícios resistidos sobre a força, a massa muscular esquelética, o volume total de treino e a resposta hormonal em mulheres idosas fisicamente independentes

**Resumo:** O presente estudo investigou o efeito da manipulação da ordem de execução de exercícios resistidos sobre a força e massa muscular esquelética (MME), o volume total de treino (VTT) e a resposta hormonal em mulheres idosas. **Métodos:** Cinquenta e cinco mulheres idosas foram separadas aleatoriamente em três grupos: grupo treinamento dos grandes para os pequenos grupos musculares (TGP:  $n = 18$ ; idade =  $69,9 \pm 6,0$  anos), grupo treinamento dos pequenos para os grandes grupos musculares (TPG:  $n = 19$ ; idade =  $68,6 \pm 5,6$  anos) e grupo controle (CON:  $n = 18$ ; idade =  $67,1 \pm 4,2$  anos). O programa de treinamento resistido TR foi realizado por 12 semanas, com três séries de 10-15 RM em cada exercício. O TGP executou os exercícios na seguinte ordem: supino vertical, remada sentada, tríceps no pulley, rosca scott, leg press horizontal, cadeira extensora, mesa flexora e panturrilha sentada, enquanto o TPG executou os mesmos exercícios, na ordem: rosca scott, tríceps no pulley, remada sentada, supino vertical, panturrilha sentada, mesa flexora, cadeira extensora e leg press horizontal. Já o CON não realizou nenhum tipo de exercício no mesmo período. O VTT foi determinado pelo somatório dos volumes semanais em cada exercício (séries x repetições x carga). Testes de uma repetição máxima (1-RM) foram aplicados nos exercícios supino vertical, cadeira extensora e rosca scott. A somatória da carga máxima levantada (CTL) foi utilizada como indicador de força muscular. A MME total foi estimada a partir da quantificação do tecido magro e mole apendicular por meio de absorptometria radiológica de dupla energia (DEXA). Os hormônios analisados após 12 h de jejum foram: IGF-1, testosterona e cortisol. **Resultados:** Um efeito principal do tempo ( $P < 0,01$ ) foi observado para o VTT com ganhos relativamente similares entre os grupos treinados (TGP = 52,2% vs. TPG = 45,6%). Interação grupo x tempo ( $P < 0,01$ ) foi identificada para a CTL (TGP =  $114,1 \pm 17,0$  vs.  $132,8 \pm 21,5$  kg; TPG =  $118,4 \pm 22,1$  vs.  $132,1 \pm 19,9$  kg; CON =  $111,5 \pm 14,2$  vs.  $104,4 \pm 14,7$  kg) e MME (TGP =  $16,6 \pm 1,6$  vs.  $17,7 \pm 1,8$  kg; TPG =  $16,2 \pm 3,0$  vs.  $17,2 \pm 3,0$  kg; CON =  $16,1 \pm 2,3$  vs.  $16,2 \pm 2,0$  kg), contudo sem diferenças entre as duas ordens investigadas ( $P > 0,05$ ). Nenhuma mudança significativa foi observada nos hormônios analisados após 12 semanas de intervenção ( $P > 0,05$ ). **Conclusão:** Os resultados sugerem que a ordem de execução dos exercícios resistidos não parece influenciar os ganhos de força muscular e MME e o aumento do VTT acarretados pelo TR, em mulheres idosas. Adicionalmente, 12 semanas de TR não foram suficientes para produzir modificações no comportamento do testosterona, IGF1 e cortisol. **Palavras-chave:** treinamento de força, composição corporal, testes motores, metabolismo.

## Abstract

This study investigated the effect of manipulating the order of execution of resistance exercise on strength and skeletal muscle mass (SMM), the total volume training (TVT) and hormones in older women. **Methods:** Fifty-five elderly women were randomly assigned into three groups: training group of large to small muscle group (TLS:  $n = 18$ ; age =  $69.9 \pm 6.0$  years), training group of small to large group muscle (TSL:  $n = 19$ ; age =  $68.6 \pm 5.6$  years) and control group (CON:  $n = 18$ ; age =  $67.1 \pm 4.2$  years). The resistance training RT program was conducted for 12 weeks, with 3 sets of 10-15 RM for each exercise. The TLS performed the exercises in the following order: chest press, seated row back, triceps pushdown, preacher curl, horizontal leg press, leg extension, leg curl and seated calf raise while TSL perform the same exercises, according to their order: preacher curl, triceps pushdown, seated row back, chest press, seated calf raise, leg curl, leg extension and horizontal leg press. Already the CON that did not perform any type of exercise during in the same period. The TVT as determined by the sum of the weekly volumes in each exercise (sets x reps x load). One repetition maximum tests (1-RM) were applied in the exercises: chest press, knee extension and preacher curl. The sum of the maximum load lifted (MLL) was used as muscle strength indicator. The total SMM was estimated based on the quantification appendicular lean soft tissue through dual energy X-ray absorptiometry (DXA). The hormones analyzed after 12 h of fasting were IGF-1, testosterone and cortisol. **Results:** A main effect of time ( $P < 0.01$ ) was observed for the TVT with gains relatively similar in both groups (TLS = 52.2% vs. 45.6% and TSL). Group x time interaction ( $P < 0,01$ ) was found for: MLL (TLS =  $114.1 \pm 17.0$  vs.  $132.8 \pm 21.5$  kg; TSL =  $118.4 \pm 22.1$  vs.  $132, 1 \pm 19.9$  kg; CON =  $111.5 \pm 14.2$  vs.  $104.4 \pm 14.7$  kg) and SMM (TLS =  $16.6 \pm 1.6$  vs.  $17.7 \pm 1.8$  kg; TSL =  $16.2 \pm 3.0$  vs.  $17.2 \pm 3.0$  kg; CON =  $16.1 \pm 2.3$  vs.  $16.2 \pm 2.0$  kg), however no differences between the two orders analyzed ( $P > 0,05$ ). No significant change was found in hormones analyzed after 12 weeks of intervention ( $P > 0.05$ ). **Conclusion:** The results of this study suggest that the order of execution of the exercises does not seem to influence the gains in the muscular strength and SMM and the increased in TVT posed by RT in older women. In addition, 12 weeks of RT were not sufficient to produce changes in behavior of testosterone, cortisol and IGF1.

**Keywords:** strength training, body composition, motor tests, metabolism.

### 2.1.1 Introdução

A prática de exercícios físicos tem sido apontada como uma estratégia de intervenção não-farmacológica bastante interessante para atenuar ou reverter grande parte da deterioração funcional e estrutural que ocorre com o processo de envelhecimento<sup>1,2</sup>. Neste sentido, o treinamento resistido (TR) tem sido o tipo de exercício físico mais frequentemente recomendado, em particular, para indivíduos idosos<sup>3</sup>, em virtude dos

inúmeros benefícios proporcionados à saúde e qualidade de vida<sup>4-6</sup>, com destaque para a melhoria da força e massa muscular<sup>7-9</sup>.

Entretanto, os possíveis benefícios proporcionados pelo TR parecem ser dependentes da correta manipulação de diversas variáveis que compõem os programas de treinamento, tais como: o número de exercícios, séries e repetições; a ordem de execução dos exercícios; a velocidade de execução dos movimentos; os intervalos de recuperação entre as séries e os exercícios; a carga utilizada; a frequência semanal; os sistemas de treinamento e a periodização<sup>10,11</sup>. Portanto, as respostas adaptativas ao TR podem ser influenciadas tanto pelo volume quanto pela intensidade do treinamento.

Assim, embora a ordem de execução dos exercícios em um programa de TR possa influenciar, pelo menos em parte, as respostas adaptativas a este tipo de treinamento, poucas informações tem sido produzidas a partir de delineamentos experimentais longitudinais<sup>12</sup>, sobretudo, para o treinamento de idosos. Nesse sentido, o Colégio Americano de Medicina do Esporte<sup>11</sup> preconiza que os exercícios para os grandes grupos musculares sejam executados anteriormente àqueles para os grupos musculares menores, bem como os exercícios multiarticulares devem anteceder os monoarticulares, visto que quando os exercícios para os grandes grupos musculares são realizados antes, os pequenos grupos musculares, que nos exercícios multiarticulares executam a função de sinergistas, estarão mais descansados. Esse fato, em tese, permitiria o uso de cargas de treinamento mais elevadas e, provavelmente, o alcance de um maior volume total de treino (VTT)<sup>10,13</sup>.

Por outro lado, alguns pesquisadores, com base em estudos em sua grande maioria de natureza transversal, têm demonstrado que a escolha da ordem de execução dos exercícios resistidos em um programa de treinamento deveria estar pautada não no tamanho do grupamento muscular, mas sim nas necessidades individuais, enfatizando o uso da chamada ordem de prioridade muscular<sup>14-18</sup>. Nesse sentido, o pressuposto teórico seria de que o desempenho físico seria afetado pela fadiga residual gerada ao longo do protocolo de treinamento. Logo, os exercícios realizados no início do programa de TR seriam privilegiados em detrimento àqueles realizados no final da sessão, fazendo com que os últimos exercícios do protocolo pudessem ser afetados negativamente no que tange a um maior desgaste fisiológico e metabólico, o que resultaria em menores sobrecargas, independentemente do tamanho do grupamento muscular envolvido<sup>17,19,20</sup>.

Não obstante, protocolos de maior volume, de moderada a alta intensidade, parecem impactar favoravelmente na elevação dos hormônios anabólicos durante o TR, o que poderia favorecer um maior desenvolvimento da força e massa muscular<sup>21</sup>. Neste sentido, Simão et al.<sup>22</sup> observaram que a ordem de execução dos exercícios resistidos dos grandes para os pequenos grupos musculares proporcionou concentrações mais elevadas

de testosterona, de forma aguda, quando comparada à ordem inversa. Entretanto, a utilização de uma amostra composta exclusivamente por adultos jovens e a adoção de delineamento transversal são fatores que limitam a extrapolação desses resultados na perspectiva de respostas crônicas, particularmente, para a população idosa.

Assim, de acordo com o nosso conhecimento, apenas três estudos procuraram investigar o impacto da ordem de execução dos exercícios em programas de TR em idosos<sup>23-25</sup>, dos quais dois adotaram delineamento transversal<sup>23,24</sup>. O único estudo realizado com idosos, de maneira crônica, foi conduzido por Pina et al.<sup>25</sup> que se limitaram a analisar a influência da ordem de execução dos exercícios resistidos sobre variáveis da composição corporal em homens idosos treinados, durante sete semanas de intervenção. Nesse estudo, não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes na comparação entre as duas ordens testadas (dos grandes para os pequenos e dos pequenos para os grandes grupos musculares), indicando que possivelmente a ordem de execução dos exercícios não exerça influência sobre as variáveis estudadas. Todavia, o método de avaliação da composição corporal utilizado (impedância bioelétrica), o curto período de intervenção empregado (sete semanas), a utilização de uma amostra composta somente por indivíduos do sexo masculino, além do número reduzido de sujeitos investigados (nove em cada grupo), dificulta a extrapolação dos resultados.

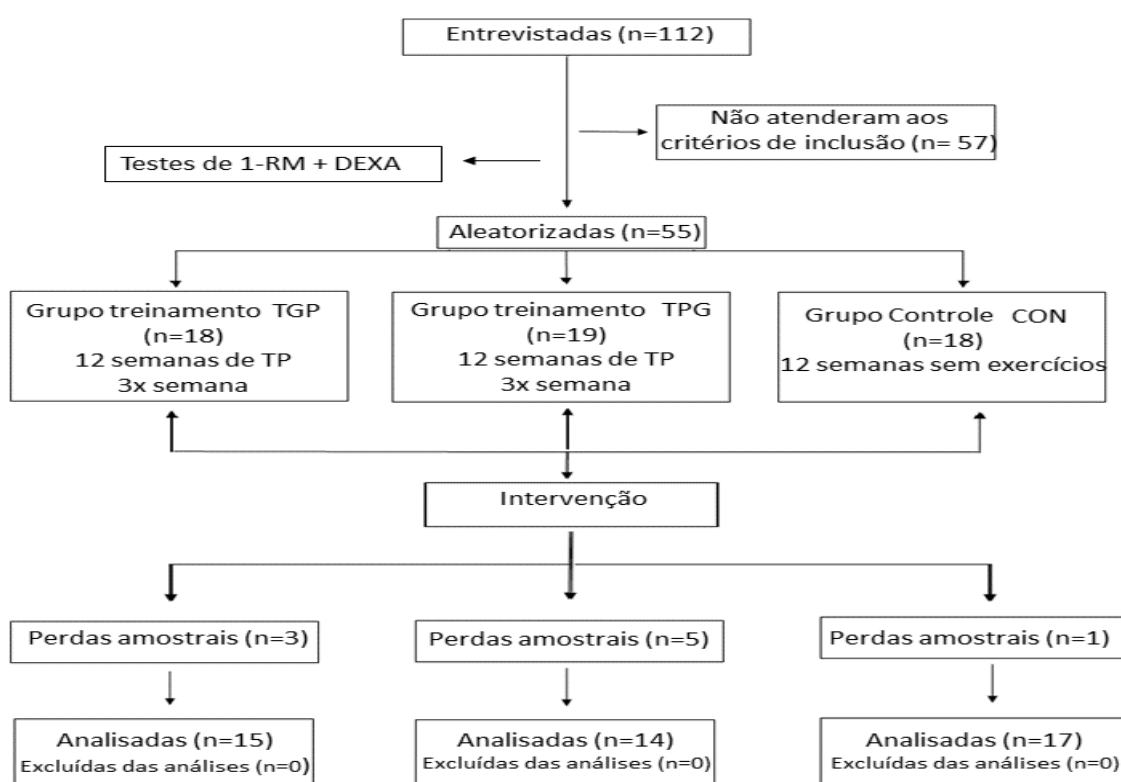
Assim, o propósito desta investigação foi comparar o efeito da manipulação de duas ordens de execução de exercícios resistidos (dos grandes para os pequenos grupos musculares e dos pequenos para os grandes grupos musculares) sobre força muscular, massa muscular esquelética (MME), VTT e hormônios anabólicos (testosterona e IGF-1) e catabólico (cortisol), em mulheres idosas. Nossa hipótese é que o protocolo de treinamento que se iniciará com os grandes grupos musculares proporcionará um maior VTT, o que de maneira crônica poderá favorecer um maior ganho de força, MME e elevação das concentrações séricas dos hormônios anabólicos.

## **2.1.2 Métodos**

### **2.1.2.1 Participantes**

Após uma divulgação do projeto em programas de rádio, anúncios em jornal impresso e redes sociais, 112 mulheres idosas (idade  $\geq$  60 anos) se voluntariaram a participar do presente estudo. Mediante entrevista estruturada e anamnese clínica, as participantes foram selecionadas de acordo com os seguintes critérios de inclusão: (1) ter idade igual ou superior a 60 anos; (2) ser do sexo feminino e fisicamente independente; (3) não ser portadora de cardiopatias e/ou desordens musculoesqueléticas que impedisse a prática de exercícios físicos; (4) não ser diabética ou hipertensa não-controlada; e (5) não estar envolvida 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. A partir daí, participaram deste estudo somente aquelas mulheres que, após serem avaliadas por um médico cardiologista, foram liberadas para a prática do TR, sem qualquer tipo de restrição. Desse modo, 55 mulheres idosas após serem selecionadas para o presente estudo foram separadas aleatoriamente em três grupos: grupo treinamento dos grandes para os pequenos grupos musculares (TGP:  $n = 18$ ;  $69,9 \pm 6,0$  anos;  $66,1 \pm 11,0$  kg;  $155,2 \pm 6,0$  cm;  $27,4 \pm 4,0$  kg/m<sup>2</sup>), grupo treinamento dos pequenos para os grandes grupos musculares (TPG:  $n = 19$ ;  $68,6 \pm 5,6$  anos;  $64,7 \pm 11,6$  kg;  $155,6 \pm 5,6$  cm;  $26,7 \pm 4,7$  kg/m<sup>2</sup>) e grupo controle (CON:  $n = 18$ ;  $67,1 \pm 4,2$  anos;  $68,2 \pm 11,0$  kg;  $155,4 \pm 6,1$  cm;  $28,2 \pm 4,1$  kg/m<sup>2</sup>). Adotou-se 85% de frequência ao treinamento como critério mínimo de aderência nos grupos submetidos ao TR. Assim, 46 idosas completaram todas as etapas do estudo e foram incluídas nas análises finais (figura 2.1.1). Todas as participantes após serem esclarecidas sobre o propósito da investigação e os procedimentos aos quais seriam submetidas assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. O presente estudo foi conduzido de acordo com a Declaração de Helsinki e o projeto que deu origem ao estudo, foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade local.



**Figura 2.1.1.** Fluxograma do estudo.

### **2.1.2.2 Delineamento experimental**

O estudo teve uma duração total de 18 semanas que foram divididas em três diferentes etapas. A primeira etapa (semanas 1-3) correspondeu à seleção da amostra e avaliações iniciais, a saber: testes de uma repetição máxima (1-RM), medidas antropométricas, exames de absorptometria radiológica de dupla energia (DEXA), recordatórios alimentares, bioimpedância espectral e coletas sanguíneas. Na segunda etapa (semanas 4-15), as participantes após serem aleatorizadas de maneira balanceada pela força relativa a MME foram submetidas a um programa de TR por 12 semanas, de acordo com a ordem de execução dos exercícios estabelecida para cada um (grupos TGP e TPG), ou se mantiveram sem a prática de qualquer tipo de exercício físico regular no mesmo período (grupo CON). Por fim, a terceira etapa (semanas 16-18) foi destinada para a reavaliação de todas as variáveis analisadas na primeira etapa.

### **2.1.2.3 Medidas antropométricas**

A massa corporal foi mensurada em uma balança de leitura digital (Balmak, modelo Classe III, Labstore, Curitiba, Paraná, Brasil), com escala de 0,1 kg, ao passo que a estatura foi determinada por meio de um estadiômetro acoplado à mesma, com escala de 0,1 cm, com selo do INMETRO. A partir dessas medidas foi calculado o índice de massa corporal (IMC), por meio da razão entre a massa corporal e o quadrado da estatura, sendo a massa corporal expressa em quilogramas (kg) e a estatura em metros (m).

### **2.1.2.4 Água corporal**

A quantidade de água corporal total (ACT) e suas frações intracelular (AIC) e extracelular (AEC) foram estimadas por bioimpedância espectral, utilizando um analisador multifrequencial (BIS, Xitron Hydra, modelo 4200, Xitron Technologies, San Diego, CA, EUA). As participantes foram posicionadas em decúbito dorsal, em uma maca isolada de condutores elétricos, com as pernas abduzidas num ângulo de 45°. Após a limpeza da pele com álcool, dois eletrodos foram colocados na superfície da mão direita e outros dois no pé direito, de acordo com os procedimentos descritos por Sardinha et al.<sup>26</sup>. Na tentativa de minimizar possíveis erros de estimativa, as idosas foram orientadas a urinar cerca de 30 min antes da realização das medidas, absterem-se da ingestão de alimentos ou bebidas nas últimas quatro horas, evitar a prática de exercícios físicos vigorosos por pelo menos 24 h, absterem-se do consumo de bebidas alcoólicas e cafeínadas por no mínimo 48 h. Análises de reprodutibilidade resultaram em um erro padrão de estimativa (EPE) = 0,32 L e um coeficiente de correlação intraclasse (CCI) > 0,98 para AEC; EPE = 0,19 L e CCI > 0,99 para AIC e; EPE = 0,38 L e CCI > 0,98 para ACT.

### **2.1.2.5 Massa muscular esquelética**

A massa muscular esquelética (MME) total foi estimada pela equação proposta por Kim et al.<sup>27</sup>, a partir da quantificação do tecido magro e mole apendicular, obtido por absorptometria radiológica de dupla energia (DEXA). Análises de reprodutibilidade apresentaram EPE = 0,29 kg e um CCI > 0,99.

### **2.1.2.6 Força muscular**

Para a estimativa da força muscular foi utilizado o teste de uma repetição máxima (1-RM) em três exercícios resistidos, na seguinte ordem: supino vertical, cadeira extensora e rosca *scott*. As participantes foram instruídas previamente sobre todos os procedimentos e técnicas a serem exigidas nos testes. Em cada sessão de testagem, foi executado um aquecimento anterior ao início da primeira tentativa, para cada exercício, por meio da realização de uma série de 6 a 10 repetições com aproximadamente 50% da carga inicial a ser testada, seguido por três tentativas com intervalos de três a cinco minutos entre elas, em todos os exercícios. O intervalo de transição entre os exercícios foi de cinco minutos. O aumento ou a redução das cargas empregadas em cada tentativa foi na ordem de 3 a 10%, de acordo com o grau de facilidade ou dificuldade observada para cada participante. A carga registrada como 1-RM foi aquela na qual foi possível a realização de uma única ação muscular voluntária máxima, nas fases concêntrica e excêntrica. Três sessões de 1-RM foram realizadas, separadas por intervalos de 48 h entre elas. Medidas de reprodutibilidade foram obtidas no supino (EPE = 0,46 kg e CCI > 0,97), cadeira extensora (EPE = 1,67 kg e CCI > 0,91) e rosca *scott* (EPE = 0,93 kg e CCI > 0,93). A somatória da carga total levantada (CTL) nos três exercícios foi utilizada como indicador de força muscular geral.

### **2.1.2.7 Hormônios**

As concentrações de IGF-1, testosterona e cortisol foram obtidas a partir de amostras de sangue venoso coletado após jejum de 12 h em laboratório especializado, por meio do método de quimiluminescência, utilizando um analisador Liaison XL (DiaSorin S.p.A, Saluggia, Italy). A razão testosterona/cortisol foi utilizada como indicador de anabolismo ou catabolismo.

### **2.1.2.8 Hábitos alimentares**

Recordatórios de 24 h foram aplicados, em três dias não consecutivos, na primeira e terceira etapa do estudo, para monitorar os hábitos alimentares das participantes durante o período do estudo. As informações foram coletadas, mediante entrevistas, por uma equipe de nutricionistas. Medidas caseiras padronizadas previamente foram utilizadas para a estimativa da quantidade de alimentos e bebidas consumidas. O consumo energético total, a

quantidade e as proporções de macronutrientes foram determinados por meio do programa para avaliação nutricional Avanutri versão 4.0 para Windows (Departamento de Nutrição, Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São, São Paulo, Brasil). As participantes foram orientadas a manterem seus hábitos alimentares durante todo o período de duração do estudo. A ingestão de água foi *ad libitum*.

#### **2.1.2.9 Volume total de treino**

O volume semanal de treino em cada exercício do programa de TR (supino vertical, remada sentada, tríceps no pulley, rosca *scott*, *leg press* horizontal, cadeira extensora, mesa flexora e panturrilha sentada) foi obtido pelo produto carga levantada em cada exercício x número de repetições x número de sessões executadas ao longo da semana. O volume total de treino (VTT) foi obtido por meio do somatório dos volumes semanais de cada exercício.

#### **2.1.2.10 Programa de treinamento resistido**

O programa de TR foi supervisionado por profissionais e acadêmicos do curso de Educação Física, sendo composto por oito exercícios que foram executados em três séries de 10-15 RM, com frequência de três sessões semanais (segundas, quartas e sextas-feiras), ao longo de 12 semanas. O intervalo de recuperação estabelecido entre as séries e os exercícios foi de 60 a 120 s. As cargas foram ajustadas durante todo o período de treinamento com base no teste de peso por repetições máximas, sempre que o limite superior de repetições pré-determinadas para cada exercício (15-RM) fosse atingido nas três séries, conforme descrito por Ribeiro et al.<sup>28</sup>. O grupo TGP executou os exercícios na seguinte ordem: supino vertical, remada sentada, tríceps no pulley, rosca *scott*, *leg press* horizontal, cadeira extensora, mesa flexora e panturrilha sentada, enquanto o grupo TPG executou a ordem: rosca *scott*, tríceps no pulley, remada sentada, supino vertical, panturrilha sentada, mesa flexora, cadeira extensora e *leg press* horizontal.

#### **2.1.2.11 Tratamento estatístico**

Após a aplicação de testes para a confirmação da normalidade, esfericidade e homogeneidade, análise de variância de um fator (ANOVA *one-way*) foi utilizada para as comparações entre os grupos no momento inicial do estudo (linha de base), exceto o VTT que foi contrastado somente entre os dois grupos treinamento (TGP e TPG) pelo teste t de *Student* para amostras independentes. As comparações entre os grupos (TGP, TPG e CON) nos diferentes momentos (pré e pós-intervenção) foram realizadas por ANOVA *two-way* para medidas repetidas. O teste *post hoc* de Bonferroni foi utilizado para a identificação das diferenças específicas nas variáveis em que os valores de F foram superiores ao nível de significância adotada ( $P < 0,05$ ). O tamanho do efeito (TE) foi calculado para verificar a

magnitude das diferenças<sup>29</sup>, com valores de 0,20-0,49 sendo considerados de pequeno efeito, 0,50-0,79 de efeito moderado e  $\geq 0,80$  de grande efeito. Os dados foram estocados e analisados nos pacotes estatísticos SPSS para Windows, versão 20.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) e STATISTICA para Windows, version 10.0 (StatSoft Inc, Tulsa, OK, USA).

### 2.1.2 Resultados

A tabela 2.1.1 apresenta o volume semanal de treino em cada um dos oito exercícios que compuseram o programa de treinamento nas duas ordens de execução investigadas (dos grandes para os pequenos grupos e dos pequenos para os grandes grupos) e o VTT acumulado no somatório dos exercícios, na primeira e na última das 12 semanas de intervenção. Um efeito principal do tempo foi encontrado em todas as variáveis analisadas ( $P < 0,01$ ), sem diferenças estatisticamente significantes entre os grupos TGP e TPG ( $P > 0,05$ ).

As mudanças na força muscular são apresentadas na figura 2.1.2. Interações grupo x tempo ( $P < 0,01$ ) foram identificadas nos três exercícios analisados (supino, cadeira extensora e rosca *scott*), bem como na CTL, com ambos os grupos submetidos ao TR nas diferentes ordens (TGP e TPG) apresentando aumentos superiores ao grupo CON, contudo, sem diferenças entre eles ( $P > 0,05$ ). Entretanto, a análise do TE revelou ganhos de moderada a grande magnitude para o grupo TGP (supino: TE = 0,68; cadeira extensora: TE = 1,04; rosca *scott*: TE = 0,70; CTL: TE = 0,98) e de pequena a moderada magnitude para o grupo TPG (supino: TE = 0,40; cadeira extensora: TE = 0,61; rosca *scott*: TE = 0,47; CTL: TE = 0,60).

Informações nutricionais nos diferentes momentos do estudo são apresentadas na tabela 2.1.2. Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada na comparação intra e inter-grupos para o consumo energético total, de carboidratos, proteínas e lipídeos ( $P > 0,05$ ).

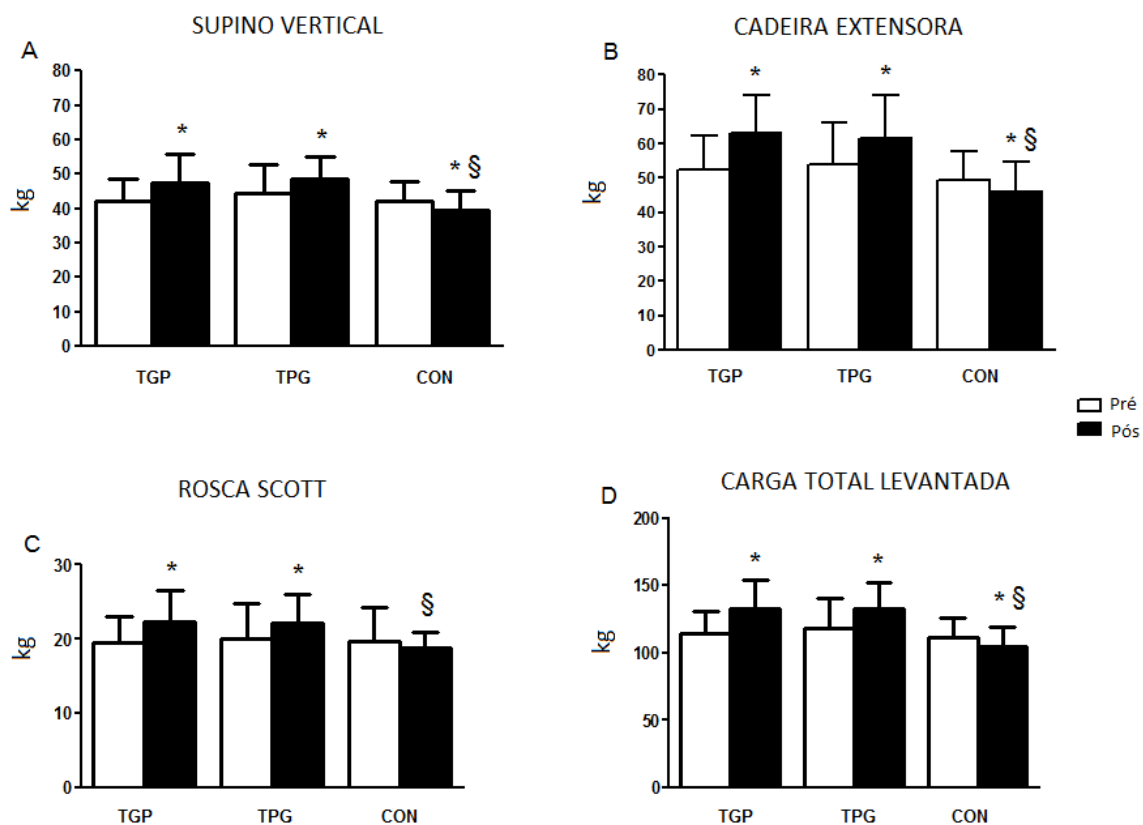
A figura 2.1.3 ilustra o comportamento da MME. Interação grupo x tempo ( $P < 0,01$ ) foi identificada na MME, com elevação semelhante (~6%) em ambos os grupos TGP e TPG após 12 semanas de intervenção, diferente do observado no grupo CON que não sofreu mudanças no período estudado.

Na tabela 2.1.3 são apresentadas informações sobre ACT, AIC e AEC. Uma interação grupo x tempo foi identificada para ACT ( $P = 0,02$ ) e para a AIC ( $P < 0,01$ ), com os dois grupos submetidos ao TR (TGP e TPG) apresentando, novamente, aumentos significantes em comparação com o grupo CON, sem diferenças entre eles ( $P > 0,05$ ).

**Tabela 2.1.1.** Volume semanal de treino em cada exercício (kg) e volume total de treino (kg) nas semanas 1 e 12 de treinamento resistido em mulheres idosas.

	<b>TGP (n = 15)</b>	<b>TPG (n = 14)</b>	<b>Efeitos</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Supino vertical</b>					
Semana 1	2.759,0 ± 616,8	2.374,6 ± 503,7	Grupo	4,82	0,04
Semana 12	3.804,1 ± 876,7*	3.193,0 ± 621,0*	Tempo	60,76	< 0,01
Δ%	+37,9	+34,5	Interação	0,90	0,35
TE	1,4	1,5			
<b>Remada sentada</b>					
Semana 1	1.889,0 ± 521,4	1.774,2 ± 639,8	Grupo	1,00	0,32
Semana 12	3.201,3 ± 809,5*	2.885,5 ± 654,6*	Tempo	80,70	< 0,01
Δ%	+69,5	+62,6	Interação	0,55	0,46
TE	2,0	1,8			
<b>Tríceps no pulley</b>					
Semana 1	2.105,7 ± 323,2	2.111,5 ± 505,0	Grupo	0,02	0,88
Semana 12	2.801,2 ± 579,9*	2.741,2 ± 629,6*	Tempo	62,00	< 0,01
Δ%	+33,0	+29,8	Interação	0,15	0,70
TE	1,5	1,1			
<b>Rosca scott</b>					
Semana 1	1.374,9 ± 235,8	1.398,6 ± 232,8	Grupo	0,16	0,69
Semana 12	1.799,4 ± 430,4*	1.690,1 ± 270,5*	Tempo	53,40	< 0,01
Δ%	+30,9	+20,8	Interação	1,84	0,19
TE	1,3	1,2			
<b>Leg press horizontal</b>					
Semana 1	5.762,0 ± 1.276,4	5.174,6 ± 926,2	Grupo	3,42	0,08
Semana 12	9.528,4 ± 1.391,3*	8.524,6 ± 1.322,4*	Tempo	280,11	< 0,01
Δ%	+65,4	+64,7	Interação	0,96	0,34
TE	2,9	3,0			
<b>Cadeira extensora</b>					
Semana 1	1.898,1 ± 401,7	1.812,7 ± 398,0	Grupo	2,51	0,12
Semana 12	2.649,1 ± 595,8*	2.252,8 ± 459,1*	Tempo	38,73	< 0,01
Δ%	+39,5	+24,3	Interação	2,63	0,12
TE	1,5	1,1			
<b>Mesa flexora</b>					
Semana 1	643,6 ± 137,5	671,1 ± 200,5	Grupo	0,04	0,84
Semana 12	1.095,9 ± 271,2*	1.042,4 ± 169,8*	Tempo	93,56	< 0,01
Δ%	+70,3	+55,3	Interação	0,90	0,35
TE	2,2	2,1			
<b>Panturrilha sentada</b>					
Semana 1	3.680,7 ± 405,4	3.811,5 ± 775,1	Grupo	0,01	0,91
Semana 12	5.724,0 ± 1.228,7*	5.528,4 ± 1.007,3*	Tempo	107,2	< 0,01
Δ%	+55,5	+45,0	Interação	0,80	0,38
TE	2,3	2,0			
<b>VTT</b>					
Semana 1	20.113,0 ± 2.776,9	19.128,8 ± 3.389,6	Grupo	1,83	0,19
Semana 12	30.603,4 ± 5.024,9*	27.858,0 ± 3.478,7*	Tempo	232,35	< 0,01
Δ%	+52,2	+45,6	Interação	3,02	0,09
TE	2,7	2,6			

**Nota.** TGP = grupo treinamento dos grandes para os pequenos grupos musculares, TPG = grupo treinamento dos pequenos para os grandes grupos musculares, VTT = volume total de treino (somatório dos oito exercícios). \* $P < 0,05$  vs. semana 1. Dados estão expressos em média ± desvio padrão.

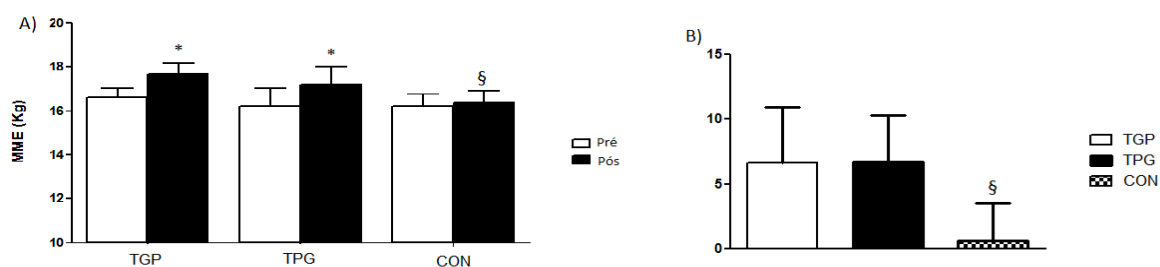


**Figura 2.1.2.** Desempenho motor (kg) dos grupos treinamento dos grandes para os pequenos grupos musculares (TGP: n = 15), treinamento dos pequenos para os grandes grupos musculares (TPG: n = 14) e controle (CON: n = 17), antes e após 12 semanas de intervenção nos exercícios supino vertical (Painel A), cadeira extensora (Painel B), rosca scott (Painel C) e carga total levantada (Painel D). Os resultados estão expressos em média  $\pm$  desvio padrão. \* $P < 0,05$  vs. pré, §Interação grupo vs. tempo ( $P < 0,05$ ).

**Tabela 2.1.2** Consumo energético total e de macronutrientes por quilograma de peso corporal, nas semanas 1 e 12 em mulheres idosas.

Variáveis	TGP (n = 15)	TPG (n = 14)	CON (n = 17)	Efeitos	F	P
<b>Energia (g/kg)</b>						
Semana 1	16,1 ± 5,4	16,2 ± 3,9	16,1 ± 5,2	Grupo	0,36	0,70
Semana 12	14,9 ± 3,9	16,9 ± 3,1	17,4 ± 5,5	Tempo	1,04	0,32
Δ%	-7,5	+4,3	-7,5	Interação	1,25	0,30
TE	-0,3	0,2	-0,3			
<b>Carboidratos (g/kg)</b>						
Semana 1	2,3 ± 0,7	2,6 ± 0,9	2,5 ± 0,7	Grupo	0,33	0,72
Semana 12	2,3 ± 0,6	2,5 ± 0,7	2,3 ± 0,9	Tempo	0,93	0,34
Δ%	0,0	-3,8	-8,0	Interação	0,30	0,74
TE	0	-0,1	-0,3			
<b>Proteínas (g/kg)</b>						
Semana 1	0,8 ± 0,3	0,8 ± 0,3	0,8 ± 0,3	Grupo	0,11	0,90
Semana 12	0,8 ± 0,3	0,9 ± 0,2	0,9 ± 0,4	Tempo	0,35	0,56
Δ%	0,0	+12,5	+12,5	Interação	1,94	0,16
TE	0	+0,4	+0,3			
<b>Lipídios (g/kg)</b>						
Semana 1	0,5 ± 0,2	0,5 ± 0,2	0,5 ± 0,3	Grupo	0,74	0,48
Semana 12	0,5 ± 0,2	0,5 ± 0,2	0,6 ± 0,3	Tempo	0,28	0,60
Δ%	0,0	0,0	+20,0	Interação	0,55	0,58
TE	0	0	+0,4			

**Nota.** TGP = grupo treinamento dos grandes para os pequenos grupos musculares, TPG = grupo treinamento dos pequenos para os grandes grupos musculares, CON = grupo controle. Nenhuma diferença estatisticamente significativa entre as semanas 1 e 12 ( $P > 0,05$ ). Os resultados estão expressos em média ± desvio padrão.



**Figura 2.1.3** Massa muscular esquelética absoluta (painel A) e relativa (painel B), dos grupos treinamento dos grandes para os pequenos grupos musculares (TGP:  $n = 15$ ), treinamento dos pequenos para os grandes grupos musculares (TPG:  $n = 14$ ) e grupo controle (CON:  $n = 17$ ), antes e após 12 semanas de acompanhamento. Os resultados estão expressos em média  $\pm$  desvio padrão. \* $P < 0,05$  vs. pré, §Interação grupo vs. tempo ( $P < 0,05$ ).

**Tabela 2.1.3.** Água corporal total e suas frações intracelular e extracelular, antes e após 12 semanas de intervenção em mulheres idosas.

	TGP ( $n = 15$ )	TPG ( $n = 14$ )	CON ( $n = 17$ )	Efeitos	F	P
<b>ACT (L)</b>						
Pré	28,4 $\pm$ 2,1	28,2 $\pm$ 2,7	29,5 $\pm$ 3,4	Grupo	0,07	0,93
Pós	29,5 $\pm$ 2,8	29,3 $\pm$ 2,9	28,8 $\pm$ 3,2	Tempo	2,34	0,13
$\Delta\%$	+3,9	+3,9	-2,4	Interação	4,11	0,02
TE	+0,46	+0,41	-0,22			
<b>AIC (L)</b>						
Pré	15,3 $\pm$ 1,4	15,3 $\pm$ 2,0	16,3 $\pm$ 1,9	Grupo	0,10	0,91
Pós	16,2 $\pm$ 1,6*	16,4 $\pm$ 1,8*	15,6 $\pm$ 1,9	Tempo	2,64	0,11
$\Delta\%$	+5,9	+7,2	-4,3	Interação	5,30	<0,01
TE	+0,62	+0,60	-0,38			
<b>AEC (L)</b>						
Pré	13,1 $\pm$ 1,4	12,9 $\pm$ 1,2	13,2 $\pm$ 1,7	Grupo	0,12	0,89
Pós	13,3 $\pm$ 1,6	12,9 $\pm$ 1,3	13,2 $\pm$ 1,6	Tempo	0,28	0,60
$\Delta\%$	+1,5	0,0	0,0	Interação	0,36	0,70
TE	+0,14	0,00	0,00			

**Nota.** ACT = água corporal total; AIC = água intracelular; AEC = água extracelular; TGP = grupo treinamento dos grandes para os pequenos grupos musculares; TPG = grupo treinamento dos pequenos para os grandes grupos musculares; CON = grupo controle; TE = tamanho do efeito. Os resultados estão expressos em média  $\pm$  desvio padrão. \* $P < 0,05$  vs. pré.

O comportamento hormonal antes e após o protocolo de intervenção é apresentado na tabela 2.1.4. Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada na comparação intra e inter-grupos para testosterona, IGF-1, Cortisol e razão Testosterona/Cortisol ( $P > 0,05$ ).

**Tabela 2.1.4.** Comportamento hormonal antes e após 12 semanas de intervenção.

	<b>TGP</b> <b>(n = 15)</b>	<b>TPG</b> <b>(n = 14)</b>	<b>COM</b> <b>(n = 17)</b>	<b>Efeitos</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Testosterona (ng/dL)</b>						
Pré	14,5 ± 10,8	13,2 ± 7,7	15,3 ± 12,3	Grupo	0,15	0,86
Pós	16,5 ± 8,9	13,8 ± 8,0	13,7 ± 8,1	Tempo	0,16	0,70
Δ%	+13,8	+4,5	-10,5	Interação	1,25	0,30
TE	+0,21	+0,08	-0,16			
<b>IGF-1 (μU/mL)</b>						
Pré	120,1 ± 30,5	111,9 ± 24,2	116,0 ± 21,4	Grupo	0,41	0,66
Pós	121,4 ± 26,2	112,4 ± 27,3	116,7 ± 23,1	Tempo	0,05	0,83
Δ%	+1,1	+0,4	+0,6	Interação	0,00	1,00
TE	+0,05	+0,02	+0,03			
<b>Cortisol (μg/mL)</b>						
Pré	14,2 ± 6,3	14,5 ± 3,7	16,4 ± 4,8	Grupo	0,52	0,60
Pós	16,3 ± 6,5	14,5 ± 3,5	16,1 ± 5,1	Tempo	0,71	0,40
Δ%	+14,8	+0,0	-1,8	Interação	1,28	0,29
TE	+0,34	0,00	-0,06			
<b>Testosterona/Cortisol</b>						
Pré	1,0 ± 0,5	0,9 ± 0,4	0,9 ± 0,6	Grupo	0,58	0,57
Pós	1,0 ± 0,6	1,0 ± 0,4	0,8 ± 0,6	Tempo	0,81	0,37
Δ%	0,0	+11,1	-11,1	Interação	0,91	0,41
TE	0,00	+0,26	-0,17			

**Nota.** IGF-1 = fator de crescimento semelhante à insulina (*Insulin-like growth factor 1*); TGP = grupo treinamento dos grandes para os pequenos grupos musculares; TPG = grupo treinamento dos pequenos para os grandes grupos musculares, CON = grupo controle, TE = tamanho do efeito. Os resultados estão expressos em média ± desvio padrão. Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada intra-grupos ( $P > 0,05$ ).

### 2.1.3 Discussão

Os principais achados do presente estudo foram: (1) o TR, independente da ordem de execução dos exercícios, resultou em ganhos significantes de força muscular, MME e VTT, sem diferenças entre as duas ordens analisadas; (2) o TR não modificou os níveis séricos dos hormônios IGF-1, testosterona e cortisol. De acordo com o nosso conhecimento, este é o primeiro estudo que se propôs a comparar as respostas adaptativas crônicas ao TR executado em diferentes ordens, em mulheres idosas.

Ao contrário da hipótese inicial deste estudo, não foram encontradas diferenças entre as duas ordens analisadas no que diz respeito aos ganhos de força e MME em mulheres idosas, após 12 semanas de TR. Com relação a força muscular, Dias et al.<sup>14</sup> encontraram ganhos de força muscular somente no exercício de tríceps, após oito semanas de TR em duas diferentes ordens de exercícios executados somente para membros superiores e tronco, em homens jovens não-treinados. Nesse estudo, as duas ordens utilizadas foram: supino, puxada, desenvolvimento, bíceps e tríceps e a ordem inversa: tríceps, bíceps, desenvolvimento, puxada e supino. O maior ganho de força máxima no exercício de tríceps foi registrado no grupo que partia dos pequenos para os grandes grupos musculares.

Assumpção et al.<sup>16</sup>, após analisarem diferentes ordens de execução de exercícios resistidos para membros superiores e tronco, em homens jovens treinados, relataram maior magnitude de ganho nos exercícios que foram realizados no início da rotina de treino, independentemente de serem direcionados para um pequeno ou grande grupamento muscular, após um protocolo de TR com duração de seis semanas. Vale destacar que nesse estudo, o programa de TR foi parcelado, da seguinte forma: Treino A: supino, supino inclinado, voador, tríceps na máquina e tríceps no pulley e Treino B: puxada à frente, puxada a frente pegada fechada, remada sentada, bíceps máquina, bíceps peso livre, de modo que ambas as sequências foram executadas dos grandes para os pequenos grupamentos musculares e dos pequenos para os grandes. De forma similar, Spinet et al.<sup>15</sup> submetem homens jovens a um protocolo de TR em diferentes ordens de execução dos exercícios por 12 semanas. Os resultados encontrados indicaram maior magnitude de ganhos de força muscular no exercício supino, na sequência dos grandes para os pequenos grupos musculares, enquanto um maior volume muscular foi observado no exercício de tríceps, treinado na ordem inversa. Novamente, nesse estudo o protocolo de TR incluiu somente exercícios para membros superiores e tronco, a saber: supino, puxada, tríceps e bíceps ou bíceps, tríceps, puxada e supino.

Com base nas informações apresentadas anteriormente, alguns pesquisadores defendem que independente do tamanho muscular, o grupo muscular trabalhado

primeiramente em uma sessão de TR pode apresentar melhores respostas. Logo, se essa premissa realmente for verdadeira, a utilização de rotinas de treinamento parceladas ao longo do dia poderia ser uma estratégia efetiva para maximizar os benefícios induzidos pelo TR.

Por outro lado, alguns estudos longitudinais que investigaram o impacto da ordem de execução dos exercícios resistidos, conduzidos com diferentes populações, não observaram diferenças nos ganhos de força muscular<sup>16,30</sup> ou hipertrofia<sup>30</sup> entre as ordens analisadas. Vale ressaltar que o posicionamento do Colégio Americano de Medicina do Esporte<sup>11</sup> que apóia a realização dos exercícios seguindo a ordem dos grandes para os pequenos grupos musculares foi baseado, particularmente, em um estudo transversal conduzido por Sforzo e Toyue<sup>13</sup>, em meados da década de 1990, o que obviamente não caracteriza uma evidência robusta. O estudo realizado com homens jovens, adotou um protocolo de exercícios para o corpo inteiro, em duas sequências distintas, a saber: agachamento, cadeira extensora, mesa flexora, supino, desenvolvimento militar e tríceps no pulley e mesa flexora, cadeira extensora, agachamento, tríceps no pulley, desenvolvimento militar e supino.

No presente estudo, embora não tenham sido reveladas diferenças estatisticamente significantes nos resultados encontrados a partir da utilização de diferentes ordens de execução dos exercícios no TR, as respostas produzidas no grupo TGP foram de maior magnitude em todos os exercícios analisados (supino, cadeira extensora e rosca scott) bem como na CTL quando comparado ao grupo TPG. Portanto, acreditamos que este fato mereça ser analisado mais detalhadamente, sobretudo, em estudos com maior tempo de duração, ou seja, superiores a 12 semanas.

Embora alguns autores defendam que a falta de diferenças encontradas por alguns estudos na comparação entre as diferentes ordens de execução dos exercícios em programas de TR se deva ao reduzido tamanho das amostras investigadas, o que em tese tornaria o poder estatístico das análises mais reduzido<sup>15,30</sup>, o nosso estudo refutou esta hipótese, uma vez que o cálculo do poder amostral da análise para todos os exercícios investigados revelou uma potência de 0,99 para o efeito de interação grupo vs. tempo, indicando que a ausência de diferenças na comparação entre as ordens não deve ser atribuída a esse fator.

Nesse sentido, não se pode desprezar que outros fatores, tais como o número de sessões semanais, a zona de repetições utilizadas, faixa etária, sexo, intensidade do treinamento, utilização ou não de exercícios para membros superiores e inferiores, ajuste de carga de acordo com a ordem de execução, delineamento experimental adotado, possam explicar, pelo menos em parte, as divergências encontradas nos estudos que têm investigado a influência da ordem de execução dos exercícios no TR sobre diferentes

variáveis. Acredita-se que a principal explicação para os resultados similares observados em nosso estudo, seja a equalização do VTT, cuja progressão foi similar nos grupos TGP e TPG, mantendo um estímulo aparentemente adequado em ambos. Assim, considerando que força muscular e MME são variáveis que exibem deterioração com o processo de envelhecimento<sup>31-33</sup>, nossos achados reforçam a importância do TR para a população idosa<sup>4,7,8,34</sup>.

Os ganhos de MME encontrados nesta investigação ocorreram sem quaisquer modificações nos hábitos alimentares das participantes, sugerindo que a ingestão de macronutrientes, sobretudo de proteínas, foi suficiente para a resposta hipertrófica estimulada pelo protocolo de treinamento aplicado. De fato, ambos os grupos de treinamento relataram consumo de proteínas na ordem de 0,8 g/kg/dia, o que parece minimamente adequado para esta população<sup>35</sup>. Estudos anteriores já haviam relatado ganhos de MME em idosos, a partir de ingestão de proteínas similar ao nosso estudo<sup>36,37</sup>. Vale destacar que o aumento da MME encontrado nesta investigação foi acompanhado por aumento na hidratação celular, em particular na AIC, somente nos grupos submetidos ao TR, sugerindo que a hiperhidratação da célula muscular pode favorecer a hipertrofia miofibrilar. Entretanto, a ausência de medidas diretas do tecido muscular não nos permitiu a confirmação desta hipótese.

O aumento da AIC revelado por este estudo provavelmente seja uma resposta adaptativa associada a um possível aumento das reservas de glicogênio muscular, estimulado pelo protocolo de TR adotado, uma vez que a faixa de repetições realizadas exige uma maior participação da glicólise anaeróbica para a produção de energia, favorecendo um maior armazenamento do glicogênio nos músculos<sup>38,39</sup>. Considerando que cada grama de glicogênio armazenada no músculo atrai três moléculas de água, o aumento do influxo de água do meio extracelular para o meio intracelular favorece a hiperhidratação do tecido muscular, um fenômeno que pode mediar uma resposta hipertrófica crônica, por diferentes vias<sup>38</sup>. Nesse sentido, embora não se saiba ao certo quais são os mecanismos pelos quais a hiperhidratação celular aumentada promova a hipertrofia, há relatos de que esse aumento pode estimular a proliferação de células satélites e facilitar a sua fusão às miofibrilas<sup>38-40</sup>, estimulando não somente o aumento da síntese protéica, como também a diminuição da proteólise<sup>38</sup>. Novamente, a ausência de medidas diretas no tecido muscular limita a confirmação desta hipótese.

Vale destacar que embora o programa de TR adotado neste estudo tenha sido estruturado com base nas recomendações do Colégio Americano de Medicina do Esporte<sup>2</sup> para o fortalecimento muscular de idosos, mediante a melhoria da resistência muscular localizada (RML), este protocolo de treinamento não é específico e nem o mais recomendado para o aumento de força máxima. Apesar disso, incrementos importantes

foram observados nessa variável em nosso estudo. Este fato provavelmente esteja relacionado aos diferentes fatores que influenciam o desenvolvimento da força, como adaptações neurais e hipertrofia muscular, processos que são estimulados até mesmo com o treinamento de menor intensidade<sup>41</sup>, como o utilizado na presente investigação.

Em idosos, o declínio nas concentrações de hormônios anabólicos tem sido apontado como um dos principais fatores relacionados com a perda de força e massa muscular decorrentes do processo de envelhecimento<sup>42</sup>. Com relação a prática do TR, embora alguns pesquisadores acreditem que a resposta hormonal possa ser, pelo menos em parte, influenciada por diferentes ordens de execução dos exercícios<sup>22</sup>, nenhuma diferença estatisticamente significativa foi observada neste estudo, independente da adoção de diferentes ordens, confirmando relatos de estudos anteriores, até mesmo em protocolos com duração superior ao nosso<sup>43-45</sup>. De fato, parece que as respostas hormonais em programas de TR com duração de até quatro meses podem ser melhores em sujeitos mais jovens<sup>46</sup>, provavelmente devido à redução das concentrações hormonais acarretadas pelo processo de envelhecimento<sup>47,48</sup>. Assim, apesar do TR ser indicado para retardar o declínio de força e massa muscular que acompanham o envelhecimento, a resposta hormonal a esse tipo de exercício, sobretudo em indivíduos idosos, ainda precisa ser amplamente investigada<sup>49</sup>.

Uma importante crítica endereçada aos estudos transversais sobre ordem dos exercícios em programas de TR é que a grande maioria desconsidera o posicionamento do exercício nas diferentes ordens, no momento da determinação da carga a ser utilizada no exercício, adotando a mesma carga em diferentes ordens. Do ponto de vista prático isso acaba sendo incoerente, uma vez que nos locais que oferecem a prática de TR as cargas são ajustadas de acordo com a ordem de execução dos exercícios no programa de treinamento, reduzindo assim a validade ecológica desses estudos. Além disso, a adoção dessa conduta pode vir a comprometer o volume total da sessão, visto que a fadiga residual acumulada ao longo do programa de treinamento pode reduzir, sobremaneira, o desempenho nos últimos exercícios da sequência, causando redução do número de repetições executadas<sup>50,51</sup>. Aparentemente, até o presente momento, apenas um estudo teve este tipo de preocupação<sup>52</sup>, contudo, tal investigação foi conduzida em amostra composta por adultos jovens. Logo, no presente estudo adotamos uma metodologia similar, na tentativa de aumentar a validade ecológica dos nossos resultados e avançar no conhecimento produzido sobre essa temática em idosos.

Este estudo apresenta algumas limitações que não podem ser desprezadas. Nossos resultados são específicos a uma amostra de mulheres idosas e não devem ser extrapolados para outras populações. A utilização de medidas diretas de força muscular e de um método mais consistente para avaliação da MME poderiam fortalecer os resultados

encontrados, embora os métodos utilizados sejam confiáveis, validados, reconhecidos internacionalmente e empregados na grande maioria dos estudos. Com relação ao acompanhamento dietético, nosso estudo se limitou a monitorar os hábitos alimentares no início e no final da investigação, por meio de recordatórios de 24 h, cujas limitações são bastante conhecidas, o que pode ter influenciado, em parte, nas medidas de MME. O presente estudo se limitou a analisar duas ordens de execução dos exercícios começando pelos exercícios de tronco e membros superiores, com os exercícios para membros inferiores sendo realizados na parte final do treinamento. A inversão dessa ordem merece ser investigada nos próximos estudos. Além disso, o protocolo de TR foi estruturado com base no sistema de treinamento denominado de tradicional (cargas fixas) que é apenas um dos inúmeros sistemas de TR conhecidos e aplicados no campo da pesquisa e em ambientes de prática profissional.

Por outro lado, alguns pontos merecem destaque. O delineamento do protocolo do estudo, com aleatorização balanceada, de acordo com o nível de força inicial das participantes, a presença de grupo controle, a progressão do treinamento ao longo do período experimental, a duração da intervenção (12 semanas) e a montagem do programa de TR envolvendo exercícios para o corpo inteiro, favorecem a interpretação das informações produzidas sobre a manipulação da ordem de execução dos exercícios em programa de TR, em mulheres idosas. Portanto, acreditamos que as informações produzidas pelo nosso estudo possam contribuir para a tomada de decisão no momento da prescrição de programas de TR, especificamente para esta população. Como principal aplicação prática, sugerimos que o TR seja prescrito para mulheres idosas, particularmente, para a melhoria da força muscular dos diferentes grupos musculares e da MME, independente da ordem de execução dos exercícios.

Por fim, os resultados do presente estudo sugerem que a ordem de execução dos exercícios resistidos não parece influenciar os ganhos de força muscular e MME e o aumento do VTT acarretado pelo TR, em mulheres idosas. Adicionalmente, 12 semanas de TR não parecem ser suficientes para produzir modificações no comportamento da testosterona, IGF-1 e cortisol.

#### **2.1.4 Referências**

1. 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.
2. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee I-M, 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.
3. Cadore EL, Pinto RS, Bottaro M, Izquierdo M. Strength and endurance training prescription in healthy and frail elderly. *Aging Dis.* 2014;5(3):183–95.
  4. Lera-Orsatti F, Nahas EA, Maestá 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.
  5. Gerage AM, Januário RJB, Nascimento MA, Pina FLC, Cyrino ES. Impact of 12 weeks of resistance training on physical and functional fitness in elderly women. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 2013;15(2):145–54.
  6. Maesta N, Nahas EAP, 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.
  7. Botero JP, Shiguemoto GE, Prestes J, Marin CT, Do Prado WL, Pontes CS, et al. Effects of long-term periodized resistance training on body composition, leptin, resistin and muscle strength in elderly post-menopausal women. *J Sports Med Phys Fitness.* 2013;53(3):289–94.
  8. Prestes J, Shiguemoto G, Botero JP, Frollini A, Dias R, Leite R, et al. Effects of resistance training on resistin, leptin, cytokines, and muscle force in elderly post-menopausal women. *J Sports Sci.* 2009;27(14):1607–15.
  9. Borde R, Hortobágyi T, Granacher U. Dose–response relationships of resistance training in healthy old adults: a systematic review and meta-analysis. *Sport Med.* 2015;1693–720.
  10. Fleck SJ, Kraemer WJ. *Fundamentos do treinamento de força.* 3.ed. Porto Alegre: Artmed; 2006. 376p.
  11. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(3):687–708.
  12. Simão R, de Salles BF, Figueiredo T, Dias I, Willardson JM. Exercise order in resistance training. *Sports Med.* 2012;42(3):251–65.
  13. Sforzo GA, Touey PR. Manipulating exercise order affects muscular performance during a resistance exercise training session. *J Streng Cond Res.* 1996;24(8):2255–60.
  14. Dias I, de Salles BF, Novaes J, Costa PB, Simão R. Influence of exercise order on maximum strength in untrained young men. *J Sci Med Sport.* 2010;13(1):65–9.
  15. Spinetti J, de Salles BF, Rhea MR, Lavigne D, Matta T, Miranda F, et al. Influence of

- exercise order on maximum strength and muscle volume in nonlinear periodized resistance training. *J Strength Cond Res.* 2010;24(11):2962–9.
16. Assumpção CO, Tibana RA, Viana LC, Willardson JM, Prestes J. Influence of exercise order on upper body maximum and submaximal strength gains in trained men. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2013;33(5):359–63.
  17. Miranda H, Figueiredo T, Rodrigues B, Paz GA, Simão R. Influence of exercise order on repetition performance among all possible combinations on resistance training. *Res Sports Med.* 2013;21(4):355–66.
  18. Gentil P, Oliveira E, de Araújo Rocha Júnior V, do Carmo J, Bottaro M. Effects of exercise order on upper-body muscle activation and exercise performance. *J Strength Cond Res.* 2007;21(4):1082–6.
  19. Gil S, Roschel H, Batista M, Ugrinowitsch C, Tricoli V, Barroso R. Efeito da ordem dos exercícios no número de repetições e na percepção subjetiva de esforço em homens treinados em força. *Rev Bras Educ Fís Esporte.* 2011;25:127–35.
  20. Simão R, Figueiredo T, Leite RD, Jansen A, Willardson JM. Influence of exercise order on repetition performance during low-intensity resistance exercise. *Res Sports Med.* 2012;20(3-4):263–73.
  21. Kraemer W, Ratamess N. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sport Med.* 2005;35(4):339–61.
  22. Simão R, Leite RD, Speretta GFF, Maior AS, de Salles BF, de Souza Junior TP, et al. Influence of upper-body exercise order on hormonal responses in trained men. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2013;38(2):177–81.
  23. da Silva NSL, Monteiro WD, Farinatti PDTV. Influência da ordem dos exercícios sobre o número de repetições e percepção subjetiva do esforço em mulheres jovens e idosas. *Rev Bras Med Esporte.* 2009;15(3):219–23.
  24. Farinatti PTV, da Silva NSL, Monteiro WD. Influence of exercise order on the number of repetitions, oxygen uptake, and rate of perceived exertion during strength training in younger and older women. *J Strength Cond Res.* 2013;27(3):776–85.
  25. Pina FLC, Nascimento MA, Januário RSB, Gerage AM, Oliveira AR, Cyrino ES. Influência da ordem de exercícios com pesos sobre a composição corporal em homens idosos. *Rev Educ Fís/UEM.* 2013;24(3):443–51.
  26. 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.
  27. Kim J, Wang Z, Heymsfield SB, Baumgartner RN, Gallagher D. Total-body skeletal muscle mass: estimation by a new dual-energy X-ray absorptiometry method. *Am J*

- Clin Nutr. 2002;76(2):378–83.
28. 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.* 2015;15(4):256–64.
  29. Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences.* Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associate; 1988. 567p.
  30. Simão R, Spinetti J, de Salles BF, Oliveira LF, Matta T, Miranda F, et al. Influence of exercise order on maximum strength and muscle thickness in untrained men. *J Sports Sci Med.* 2010;9(1):1–7.
  31. Keller K, Engelhardt M. Strength and muscle mass loss with aging process. Age and strength loss. *Muscles Ligaments Tendons J.* 2013;3(4):346–50.
  32. Novotny SA, Warren GL, Hamrick MW. Aging and the muscle-bone relationship. *Physiology (Bethesda).* 2015;30(1):8–16.
  33. Goodpaster BH, Park SW, Harris TB, Kritchevsky SB, Nevitt M, Schwartz AV, et al. The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2006;61(10):1059–64.
  34. Cadore EL, Pinto RS, Kruehl LFM, Brentano M, Silva R, Marczwski da Silva E, et al. Strength prior to endurance intra-session exercise sequence optimizes neuromuscular and cardiovascular gains in elderly men. *Exp Gerontol.* 2012;47(2):164–9.
  35. Trumbo P, Schlicker S, Yates AA, Poos M. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids. *J Am Diet Assoc.* 2002;102(11):1621–30.
  36. Campbell WW, Leidy HJ. Dietary protein and resistance training effects on muscle and body composition in older persons. *J Am Coll Nutr.* 2007;26(6):696S-703S.
  37. Verdijk LB, Jonkers RA, Gleeson BG, Beelen M, Meijer K, Savelberg HH, et al. Protein supplementation before and after exercise does not further augment skeletal muscle hypertrophy after resistance training in elderly men. *Am J Clin Nutr.* 2009;89(2):608–16.
  38. Schoenfeld BJ. Potential mechanisms for a role of metabolic stress in hypertrophic adaptations to resistance training. *Sport Med.* 2013;43(3):179–94.
  39. Schoenfeld BJ. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *J Strength Cond Res.* 2010;24(10):2857–72.
  40. Paulsen G, Hanssen KE, Rønnestad BR, Kvamme NH, Ugelstad I, Kadi F, et al. Strength training elevates HSP27, HSP70 and  $\alpha$ B-crystallin levels in musculus vastus lateralis and trapezius. *Eur J Appl Physiol.* 2012;112(5):1773–82.
  41. Campos GER, Luecke TJ, Wendeln HK, Toma K, Hagerman FC, Murray TF, et al.

- Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: Specificity of repetition maximum training zones. *Eur J Appl Physiol*. 2002;88(1-2):50–60.
42. Basualto-Alarcón C, Varela D, Duran J, Maass R, Estrada M. Sarcopenia and androgens: a link between pathology and treatment. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2014;5:217.
  43. Lera-Orsatti F, Nahas EAP, Maesta N, Nahas-Neto J, Burini RC. Plasma hormones, muscle mass and strength in resistance-trained postmenopausal women. *Maturitas*. 2008;59(4):394–404.
  44. 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.
  45. 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.
  46. Borst SE, De Hoyos D V, 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.
  47. Liu PY, Beilin J, Meier C, Nguyen T V, Center JR, Leedman PJ, et al. Age-related changes in serum testosterone and sex hormone binding globulin in Australian men: longitudinal analyses of two geographically separate regional cohorts. *J Clin Endocrinol Metab*. 2007;92(9):3599–603.
  48. Feldman HA, Longcope C, Derby CA, Johannes CB, Araujo AB, Coviello AD, et al. Age trends in the level of serum testosterone and other hormones in middle-aged men: longitudinal results from the Massachusetts male aging study. *J Clin Endocrinol Metab*. 2002;87(2):589–98.
  49. Oliveira RJ, Lima RM, Gentil P, Simões HG, Ávila WRM, Da Silva RW, et al. Respostas hormonais agudas a diferentes intensidades de exercícios resistidos em mulheres idosas. *Rev Bras Med Esporte*. 2008;14(4):367–71.
  50. Simão R, Farinatti PTV, Polito MD, Maior AS, Fleck SJ. Influence of exercise order on the number of repetitions performed and perceived exertion during resistance exercises. *J Strength Cond Res*. 2005;19(1):152–6.
  51. Simão R, Farinatti PTV, Polito MD, Viveiros L, Fleck SJ. Influence of exercise order on the number of repetitions performed and perceived exertion during resistance exercise in women. *J Strength Cond Res*. 2007;21(1):23–8.
  52. Ribeiro AS, Romanzini M, Amarante do Nascimento M, Pina FLC, Souza MF, Avelar

A, et al. Influência da ordem de execução de exercícios com pesos sobre o volume total de treino quando a carga é ajustada de acordo com a sequência. Rev Bras Ativ Fis Saúde. 2014;19(3):351-60.

## 2.2. Artigo 2: A ordem de execução de exercícios resistidos influencia a adiposidade corporal e fatores de risco cardiometabólico em mulheres idosas?

**Resumo:** O presente estudo investigou o efeito da manipulação da ordem de execução dos exercícios resistidos sobre indicadores de adiposidade corporal e fatores de risco cardiometabólico em mulheres idosas. **Métodos:** Cinquenta e cinco idosas foram aleatorizadas em três grupos: grupo treinamento dos grandes para os pequenos grupos musculares (TGP, n = 18), grupo treinamento dos pequenos para os grandes grupos musculares (TPG, n = 19) e Grupo controle (CON, n = 18). O TGP executou os exercícios na seguinte ordem: supino vertical, remada sentada, tríceps no pulley, rosca *scott*, *leg press* horizontal, cadeira extensora, mesa flexora e panturrilha sentada, enquanto o TPG executou os mesmos exercícios, na respectiva ordem: rosca *scott*, tríceps no pulley, remada sentada, supino vertical, panturrilha sentada, mesa flexora, cadeira extensora e *leg press* horizontal. O programa de treinamento resistido (TR) foi realizado com uma frequência de três sessões semanais, em dias alternados, por 12 semanas, com três séries de 10-15 RM em cada exercício. O grupo CON não executou nenhum programa de exercícios físicos durante o período de intervenção. Coleta sanguínea foi realizada após jejum de 12 horas para a determinação da insulina, perfil lipídico e glicêmico. Para a estimativa dos indicadores de adiposidade corporal, foram realizadas medidas antropométricas e exames de absorptometria radiológica de dupla energia (DEXA). A pressão arterial de repouso foi determinada por aparelho automático. **Resultados:** Interação grupo x tempo ( $P < 0,01$ ) foi identificada para circunferência de cintura (TGP = -1,4%; TPG = -1,2%; CON = +1,4), gordura de tronco (TGP = -4,4%; TPG = -7,2%; CON = +0,7), gordura corporal total (TGP = -5,9%; TPG = -5,5%; CON = +2,8%) glicemia (TGP = -22 mg/dL; TPG = -25 mg/dL; CON = +1 mg/dL) e pressão arterial sistólica (TGP = -8 mmHg; TPG = -6 mmHg; CON = +3 mmHg), sem diferenças significantes entre TGP e TPG ( $P > 0,05$ ). Efeito principal do tempo ( $P < 0,01$ ) foi revelado para o Índice HOMA-IR (TGP =  $2,7 \pm 1,0$  vs.  $1,2 \pm 1,1$ ; TPG =  $2,6 \pm 1,0$  vs.  $1,8 \pm 0,6$ ; CON =  $2,5 \pm 1,3$  vs.  $2,1 \pm 1,0$ ). **Conclusão:** Os resultados sugerem que a ordem de execução dos exercícios resistidos não influencia o comportamento da adiposidade corporal e os fatores de risco cardiometabólico analisados após 12 semanas de intervenção. Todavia, o TR acarretou redução dos níveis de adiposidade corporal e melhoria do perfil cardiometabólico em mulheres idosas.

**Palavras-chave:** composição corporal, treinamento com pesos, envelhecimento, síndrome metabólica.

## Abstract

This study investigated the effect of manipulating the order of execution resistance exercise on body adiposity indicators and cardiometabolic risk factors in older women. **Methods:** Fifty-five elderly women were randomly assigned into three groups: training group of large to small muscle group (TLS, n = 18), training group of small to large group muscle (TSL, n = 19) and control group (CON, n = 18). The TLS performed the exercises in the following order: chest press, seated row back, triceps pushdown, preacher curl, horizontal leg press, leg extension, leg curl and seated calf raise while TSL perform the same exercises, according to their order: preacher curl, triceps pushdown, seated row back, chest press, seated calf raise, leg curl, leg extension and horizontal leg press. The resistance training (RT) program was conducted with a frequency of three times a week, on alternate days for 12 weeks, with 3 sets of 10-15 RM for each exercise. The CON group that did not perform any program of exercise during the intervention period. Blood taken was performed after 12 h fasting for the determination of insulin, lipids and glucose levels. For the estimation of body fat indicators, anthropometric measurements and tests absorptiometry dual energy absorptiometry (DEXA) were conducted. The rest blood pressure was determined by automatic equipment. **Results:** Group x time interaction ( $P < 0,01$ ) was found for waist circumference (TLS = -1,4%; TSL = -1,2%; CON = +1,4), trunk fat (TLS = -4,4%; TSL = -7,2%; CON = +0,7), total body fat (TLS = -5,9%; TSL = -5,5%; CON = +2,8%) glycemia (TLS = -22 mg/dL; TSL = -25 mg/dL; CON = +1 mg/dL) and systolic blood pressure (TLS = -8 mmHg; TSL = -6 mmHg; CON = +3 mmHg), no differences between the TLS and TSL ( $P > 0,05$ ). A main effect of time ( $P < 0,01$ ) was observed for HOMA-IR index (TLS =  $2,7 \pm 1,0$  vs.  $1,2 \pm 1,1$ ; TSL =  $2,6 \pm 1,0$  vs.  $1,8 \pm 0,6$ ; CON =  $2,5 \pm 1,3$  vs.  $2,1 \pm 1,0$ ). **Conclusion:** The results of this study suggest that the order of execution of the exercises did not influence the adiposity body behavior and cardiometabolic risk factors measured after 12 weeks of intervention. However, the RT causes reduction the levels of body fat and improve cardiometabolic profile of elderly women.

**Keywords:** body composition, strength training, aging, metabolic syndrome.

### 2.2.1 Introdução

O processo de envelhecimento é acompanhado por perda de massa muscular esquelética e aumento na adiposidade corporal, sobretudo, gordura visceral<sup>1-3</sup>. Considerando que a elevação dos depósitos de gordura na região central do corpo está associada a um aumento no risco para desenvolvimento de doenças crônico-degenerativas (diabetes, cardiopatias, hipertensão e dislipidemias)<sup>4-6</sup> e, conseqüente, aumento da

mortalidade, particularmente, em idosos, estratégias que favoreçam a redução da gordura corporal são de grande relevância para a saúde do idoso<sup>7,8</sup>.

Por outro lado, a prática de exercícios físicos vem sendo utilizada como uma importante estratégia não-farmacológica para a prevenção e o tratamento do sobrepeso/obesidade, bem como de outros fatores de risco cardiometabólico. Nessa perspectiva, a prática de programas de treinamento resistido (TR) tem sido a estratégia mais frequentemente recomendada, sobretudo, para a população idosa<sup>9-13</sup> em virtude dos inúmeros benefícios à saúde, incluindo melhoria de componentes da composição corporal<sup>14-16</sup>, ganhos de força muscular<sup>14,16,17</sup> e melhoria do perfil cardiometabólico<sup>14,16,18,19</sup>.

Nesse sentido, Ribeiro et al.<sup>14</sup> observaram que apenas oito semanas de TR já parecem ser suficientes para a melhoria de alguns indicadores de risco cardiometabólico, tais como redução nas concentrações plasmáticas de glicose, melhoria do perfil lipídico e redução nos depósitos de gordura corporal, em mulheres idosas. De forma similar, um protocolo de TR com duração de 16 semanas se mostrou efetivo para melhorar o score-Z de risco metabólico, em mulheres pós-menopausadas, com concomitante diminuição da glicemia em jejum e gordura relativa e aumento da força e massa muscular esquelética<sup>18</sup>.

Entretanto, a maioria dos benefícios associados ao TR são dependentes da correta manipulação das variáveis que compõem os programas de treinamento<sup>13,20</sup>. Desse modo, Brito et al.<sup>21</sup> verificaram que um maior volume de TR foi mais efetivo para uma resposta hipotensora ao TR em mulheres idosas. Wallace et al.<sup>22</sup> e Lira et al.<sup>23</sup> ao compararem diferentes volumes de TR encontraram respostas positivas no perfil lipídico no grupo submetido a um maior volume de treinamento, de forma similar ao relatado por Lera Orsati et al.<sup>16</sup>, com relação a glicemia em jejum.

Desse modo, uma das variáveis que pode influenciar no volume total de treino (VTT) é a ordem de execução dos exercícios em programas de TR<sup>24-28</sup>. No entanto, embora diferentes manipulações dessa variável possam repercutir diretamente sobre as diversas respostas adaptativas ao TR, existem poucos estudos disponíveis na literatura, até o presente momento, que se preocuparam em investigá-la de forma crônica<sup>29</sup>. Além disso, a maioria dessas investigações tem sido conduzida com populações jovens, adotando delineamento transversal, o que dificulta extrapolações e inferências mais consistentes.

Em idosos, embora existam indicativos sobre o impacto do TR na redução da gordura corporal<sup>15,18,30</sup> e melhoria do perfil cardiometabólico<sup>14,18,19,31,32</sup>, pouco se sabe sobre os possíveis efeitos da manipulação de diferentes ordens de execução dos exercícios resistidos sobre tais variáveis. Portanto, o objetivo do presente estudo foi analisar o efeito da manipulação da ordem de execução dos exercícios resistidos sobre indicadores de adiposidade corporal e fatores de risco cardiometabólico, em mulheres idosas.

Considerando que a redução dos depósitos de gordura corporal induzida pelo TR estaria associada a demanda energética do programa de treinamento ou, ainda, ao aumento da taxa metabólica basal (TMB) produzida por estímulos de maior intensidade<sup>33</sup>, a nossa hipótese é que a ordem de execução dos exercícios dos grandes para os pequenos grupos musculares poderá resultar em maiores perdas de adiposidade corporal, possivelmente pelo maior VTT. Adicionalmente, acreditamos que o maior VTT possa contribuir mais acentuadamente para a melhoria do perfil cardiometabólico.

## **2.2.2 Métodos**

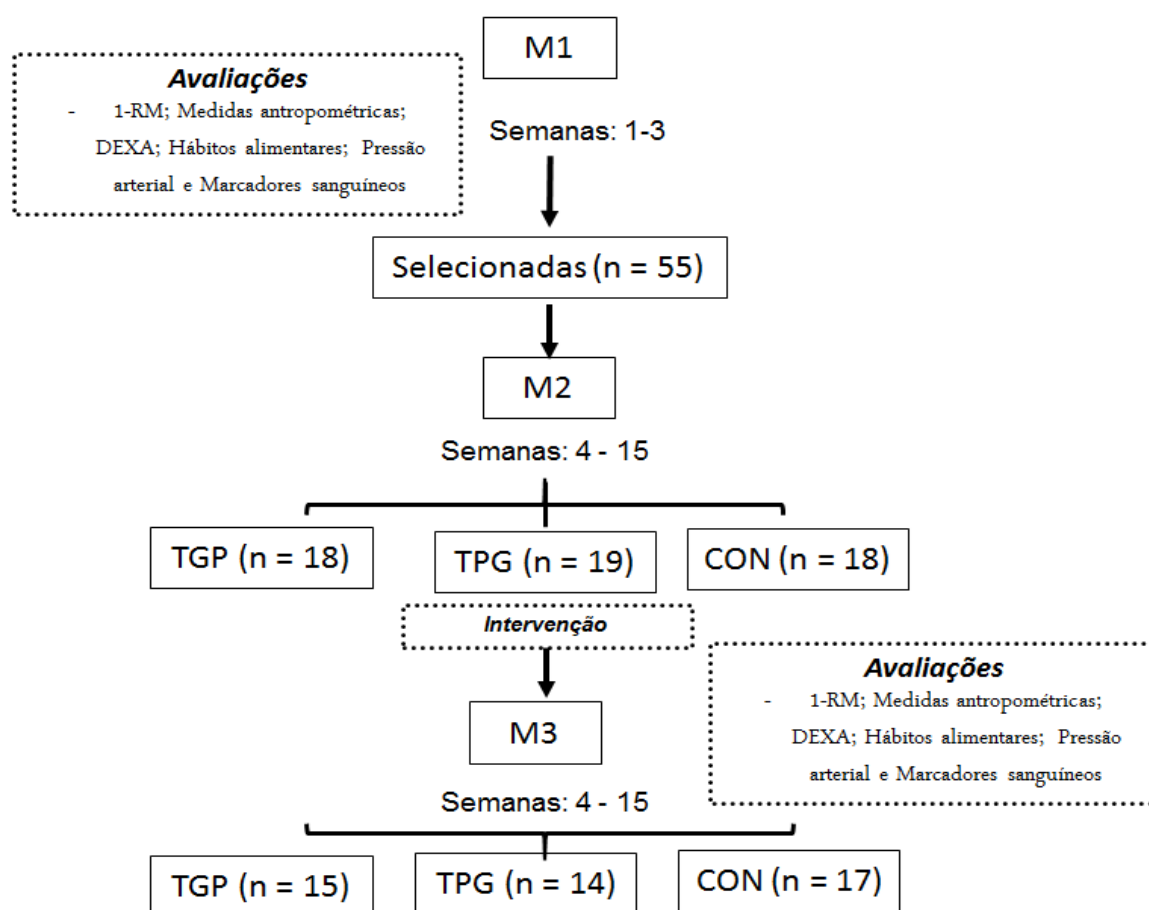
### **2.2.2.1 Participantes**

O recrutamento das participantes foi realizado por meio de anúncios em jornais, rádio e rede sociais. Após a divulgação, todas as voluntárias passaram por entrevista estruturada e anamnese clínica e foram selecionadas de acordo com os seguintes critérios de inclusão: (1) ter idade igual ou superior a 60 anos; (2) ser do sexo feminino e fisicamente independente; (3) não ser portadora de cardiopatias e/ou desordens musculoesqueléticas que impedisse a prática de exercícios físicos; (4) não ser diabética ou hipertensa não-controlada; e (5) não estar envolvida 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. A partir daí, participaram deste estudo somente aquelas mulheres que, após serem avaliadas por um médico cardiologista, foram liberadas para a prática do TR, sem qualquer tipo de restrição. Adicionalmente, os seguintes critérios de exclusão foram adotados para esta investigação: (1) aderência inferior a 85% das sessões de treinamento para as participantes dos grupos submetidos ao TR. Desse modo, 55 idosas foram selecionadas, das quais nove foram excluídas por motivos de desistência por cirurgia não programada, viagem ou razões pessoais não específicas. Assim, 46 idosas completaram as diferentes etapas do presente estudo e foram incluídas nas análises finais. Antes do início do estudo, após serem esclarecidas sobre os propósitos da presente investigação e procedimentos aos quais seriam submetidas, todas as participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. O presente estudo foi conduzido de acordo com a Declaração de Helsinki e o projeto que deu origem ao estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade local.

### **2.2.2.2 Delineamento experimental**

O estudo teve uma duração total de 18 semanas que foram divididas em três diferentes etapas. A primeira etapa (semanas 1 - 3) correspondeu a seleção da amostra e avaliações iniciais, a saber: testes de uma repetição máxima (1-RM), medidas antropométricas, exames de absorptometria radiológica de dupla energia (DEXA), medidas de pressão arterial de repouso, recordatórios alimentares e coletas sanguíneas. Na segunda

etapa (semanas 4 - 15), as participantes após serem aleatorizadas de maneira balanceada pela força relativa a MME foram submetidas a um programa de TR por 12 semanas, de acordo com a ordem de execução dos exercícios estabelecida para cada grupo (TGP e TPG), ou se mantiveram sem a prática de qualquer tipo de exercício físico regular no mesmo período (grupo CON). Por fim, a terceira etapa (semanas 16 - 18) foi destinada para a reavaliação de todas as variáveis analisadas na primeira etapa.



**Figura 2.2.1.** Delineamento experimental. TGP = grupo treinamento dos grandes para os pequenos grupos musculares, TPG = grupo treinamento dos pequenos para os grandes grupos musculares, CON = grupo controle. M1- M3 = momentos do estudo.

### 2.2.2.3 Medidas antropométricas

A massa corporal foi mensurada em uma balança de leitura digital (Balmak, modelo Classe III, Labstore, Curitiba, Paraná, Brasil), com escala de 0,1 kg, ao passo que a estatura foi determinada por meio de um estadiômetro acoplado à mesma, com escala de 0,1 cm, com selo do INMETRO<sup>34</sup>. A partir dessas medidas foi calculado o índice de massa corporal (IMC), por meio da razão entre a massa corporal e o quadrado da estatura, sendo a massa corporal expressa em quilogramas (kg) e a estatura em metros (m). Medidas de

circunferência de cintura (CC), abdômen (CA) e quadril (CQ) foram obtidas de acordo com procedimentos estabelecidos na literatura<sup>34</sup>. A partir dessas medidas foi determinada a relação cintura/quadril (RCQ).

#### **2.2.2.4 Gordura corporal**

Medidas de gordura corporal absoluta e relativa de tronco, bem como de gordura corporal total, foram determinadas por exames de absorptometria radiológica de dupla energia (DEXA). As medidas foram realizadas em um equipamento da marca Lunar Prodigy, modelo GE Healthcare, ID 14739 (Madison, WI, USA), mediante escaneamento de corpo inteiro. A calibragem do equipamento seguiu as recomendações do fabricante e tanto a calibragem quanto as análises foram realizadas por um técnico em radiologia, com experiência nesse tipo de avaliação. As participantes foram avaliadas trajando roupas leves, descalças e sem portar nenhum objeto metálico ou qualquer outro acessório junto ao corpo. As participantes permaneceram deitadas em decúbito dorsal e imóveis, com os braços ao lado do corpo na posição de supinação sobre a mesa do equipamento até a finalização da medida. Após a varredura de corpo inteiro, o programa forneceu os dados relativos ao tecido gordo, tecido ósseo e tecido magro e mole, para o corpo todo e regiões específicas (tronco, membros superiores e inferiores). Medidas de reprodutibilidade foram obtidas em oito mulheres que participaram do estudo, resultando em um erro padrão de estimativa (EPE) = 0,90 kg para a gordura corporal total e um coeficiente de correlação intraclasse (CCI) > 0,99.

#### **2.2.2.5 Força muscular**

Para a estimativa da força muscular foi utilizado o teste de uma repetição máxima (1-RM) em três exercícios resistidos, na seguinte ordem: supino vertical, cadeira extensora e rosca *scott*. As participantes foram instruídas previamente sobre todos os procedimentos e técnicas a serem exigidas nos testes. Em cada sessão de testagem, foi executado um aquecimento anterior ao início da primeira tentativa, para cada exercício, por meio da realização de uma série de 6 a 10 repetições com aproximadamente 50% da carga inicial a ser testada, seguido por três tentativas com intervalos de três a cinco minutos entre elas, em todos os exercícios. O intervalo de transição entre os exercícios foi de cinco minutos. O aumento ou a redução das cargas empregadas em cada tentativa foi na ordem de 3 a 10%, de acordo com o grau de facilidade ou dificuldade observada para cada participante. A carga registrada como 1-RM foi aquela na qual foi possível a realização de uma única ação muscular voluntária máxima, nas fases concêntrica e excêntrica. Três sessões de 1-RM foram realizadas, separadas por intervalos de 48 h entre cada uma delas. Medidas de reprodutibilidade foram obtidas no supino (EPE = 0,46 kg e CCI > 0,97), cadeira extensora (EPE = 1,67 kg e CCI > 0,91) e rosca *scott* (EPE = 0,93 kg e CCI > 0,93). A somatória da

carga total levantada (CTL) nos três exercícios foi utilizada como indicador de força muscular.

#### **2.2.2.6 Hábitos alimentares**

Recordatórios de 24 h foram aplicados, em três dias alternados, na primeira e terceira etapa do estudo, para monitorar os hábitos alimentares das participantes durante o período do estudo. As informações foram coletadas, mediante entrevistas, por uma equipe de nutricionistas. Medidas caseiras padronizadas previamente foram utilizadas para a estimativa da quantidade de alimentos e bebidas consumidas. O consumo energético total, a quantidade e as proporções de macronutrientes foram determinados por meio do programa para avaliação nutricional Avanutri, versão 4.0 para Windows (Departamento de Nutrição, Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São, São Paulo, Brasil). As participantes foram orientadas para manterem seus hábitos alimentares durante todo o período de duração do estudo. A ingestão de água foi *ad libitum*.

#### **2.2.2.7 Fatores de risco cardiometabólico**

Coletas de sangue venoso foram realizadas para a determinação da insulina em jejum, do perfil lipídico e glicêmico. Para tanto, um experiente técnico de laboratório coletou amostras de 14 mL de sangue, após jejum de 12 h, no período matutino. As amostras foram depositadas em tubos a vácuo, com gel separador sem anticoagulante e com o anticoagulante EDTA acrescido de fluoreto, e centrifugadas por 10 min a 3000 rpm para separação do soro e plasma, respectivamente. Imediatamente após a centrifugação, utilizando um sistema autoanalisador bioquímico Dade Behring Dimension RXL (Dade Behring Inc., Newark, DE, USA), procedeu-se à determinação das concentrações de colesterol total (CT), lipoproteína de alta densidade (HDL-C), triglicerídeos (TG) e glicemia (GLI). Para a determinação da lipoproteína de baixa densidade (LDL-C) foi utilizada a equação de Friedewald  $LDL-C = CT - HDL-C + TG/5$ . A concentração de lipoproteína de muito baixa densidade (VLDL-C) foi determinada por meio da divisão do valor dos TG por cinco. O não-HDL foi obtido pela diminuição do  $CT - HDL-C$ . A insulina foi determinada pelo método de quimiluminescência por meio de um analisador Liaison XL (DiaSorin S.p.A, Saluggia, Italy). O modelo de avaliação da homeostase (HOMA-IR) foi calculado pela fórmula:  $Insulina\ jejum\ (\mu UI/mL) \times Glicose\ jejum\ (mmol/L) / 22,5$ . O coeficiente de variação (CV) intra e interensaio foi inferior à 10% para todos os parâmetros analisados. Medidas de pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD) foram obtidas por meio de aparelho automático de medida da pressão arterial (Omron HEM-7421NT, Illinois) sempre no período da manhã, em três dias não consecutivos e em horários semelhantes. Todas as participantes foram orientadas para esvaziar a bexiga e permanecer em repouso e em

silêncio por no mínimo 10 min antes do início das medidas. Três medidas foram executadas com intervalo mínimo de dois minutos entre elas. A partir daí, adotou-se a mediana de cada dia e calculou-se o valor médio dos três dias para determinação dos valores de pressão arterial de repouso. A presença de síndrome metabólica foi determinada de acordo com os critérios e pontos de corte propostos pelo *The National Cholesterol Education Program/Adult Panel III* (NCEP/ATP III)<sup>35</sup>.

#### **2.2.2.8 Programa de treinamento resistido**

O programa de TR supervisionado foi composto por oito exercícios de acordo com uma montagem localizada por articulação, sendo realizadas três séries de 10-15 RM em cada exercício ao longo de 12 semanas, com frequência de três sessões semanais (segundas, quartas e sextas-feiras). O intervalo de recuperação estabelecido entre as séries e os exercícios foi de 60 a 120 s. As cargas foram reajustadas durante todo o período de treinamento com base no teste de peso por repetições máximas, sempre que o limite superior de repetições pré-determinadas para cada exercício fosse atingido nas três séries (3 x 15RM)<sup>36</sup>. O grupo TGP executou os exercícios na seguinte ordem: supino vertical, remada sentada, tríceps no pulley, rosca *scott*, leg press horizontal, cadeira extensora, mesa flexora e panturrilha sentada, enquanto o grupo TPG seguiu outra ordem: rosca *scott*, tríceps no pulley, remada sentada, supino vertical, panturrilha sentada, mesa flexora, cadeira extensora e leg press horizontal.

O volume semanal de treino em cada exercício (supino vertical, remada sentada, tríceps no pulley, rosca *scott*, leg press horizontal, cadeira extensora, mesa flexora e panturrilha sentada) foi calculado pela carga levantada em cada exercício x número de repetições x número de sessões executadas ao longo da semana (carga x repetições x sessões). O volume total de treino (VTT) foi determinado por meio do somatório dos volumes semanais de cada exercício. Para as comparações entre os grupos de treinamento (TGP e TPG), adotou-se como referência os valores registrados na primeira e última semana de treinamento (semanas 1 e 12).

#### **2.2.2.9 Tratamento estatístico**

Após a aplicação de testes para a confirmação da normalidade, esfericidade e homogeneidade, análise de variância de um fator (ANOVA *one-way*) foi utilizada para as comparações entre os grupos no momento inicial do estudo (pré-treinamento), exceto o VTT que foi contrastado somente entre os dois grupos treinamento (TGP e TPG) pelo teste t de *Student* para amostras independentes. As comparações entre grupos (TGP, TPG e CON) nos diferentes momentos (pré e pós-intervenção) foram realizadas por ANOVA *two-way* para medidas repetidas. O teste *post hoc* de Fisher foi utilizado para a identificação das

diferenças específicas nas variáveis em que os valores de F foram significantes ( $P < 0,05$ ). O tamanho do efeito (TE) foi calculado para verificar a magnitude das diferenças<sup>37</sup>, com valores de 0,20-0,49 sendo considerados de pequeno efeito, 0,50-0,79 de efeito moderado e  $\geq 0,80$  de grande efeito. Os dados foram estocados e analisados nos pacotes estatísticos SPSS para Windows, versão 20.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) e STATISTICA para Windows, version 10.0 (StatSoft Inc, Tulsa, OK, USA).

### 2.2.3 Resultados

A tabela 2.2.1 apresenta as características gerais da amostra, os indicadores de adiposidade corporal, bem como os dados de CTL e VTT. Um efeito principal do tempo ( $P < 0,01$ ) foi encontrado para VTT, com aumento ao longo do tempo, sem diferenças entre os grupos TGP e TPG ( $P > 0,05$ ). Interação grupo x tempo ( $P < 0,01$ ) indicou redução para a CC, gordura de tronco absoluta e relativa em ambos os grupos treinamento TGP e TPG, contudo sem diferenças entre eles ( $P > 0,05$ ).

Na figura 2.2.2 são apresentadas informações sobre a gordura corporal absoluta e relativa (valores de cada grupo e valores individuais). Interação grupo x tempo ( $P < 0,01$ ) foi identificada para essas variáveis, contudo sem diferenças entre os grupos TGP e TPG ( $P > 0,05$ ). Vale destacar que ambos os grupos submetidos ao TR (TGP e TPG) apresentaram reduções de aproximadamente 6% (1,4 kg) na gordura corporal absoluta, ao passo que o grupo CON exibiu um aumento de aproximadamente 3% (0,7 kg).

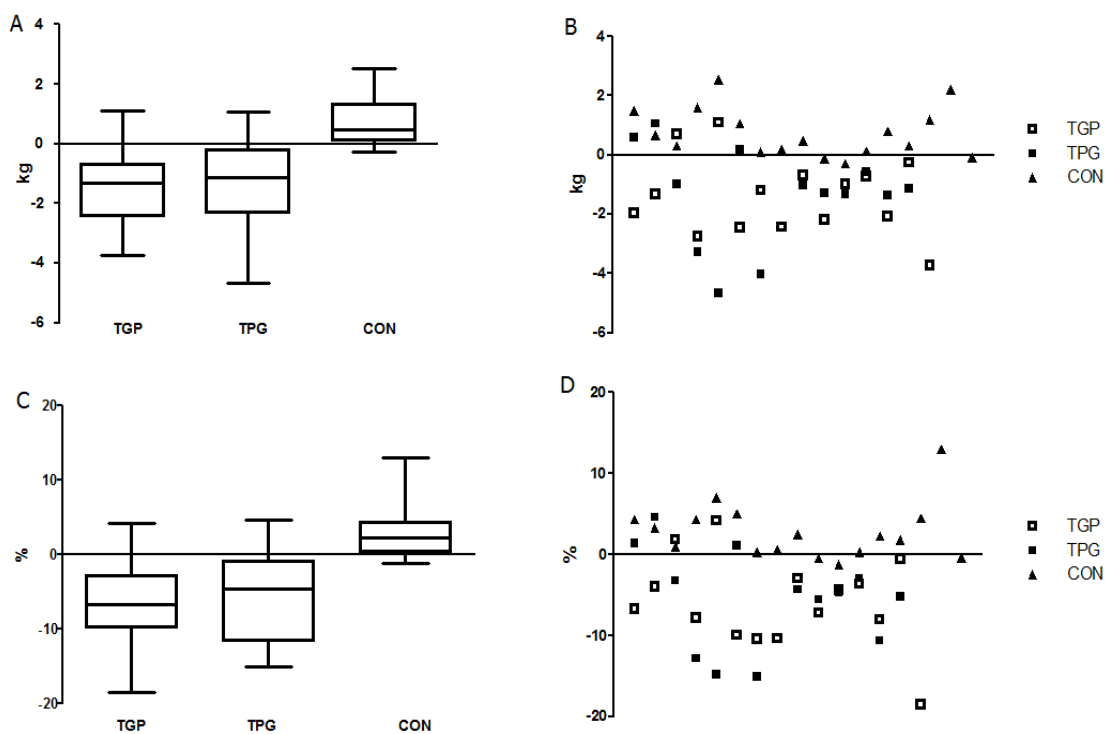
Os hábitos alimentares das participantes estão descritos na tabela 2.2.2. Nenhuma interação ou efeito principal do tempo foi identificado ( $P > 0,05$ ), indicando que tanto o consumo energético total quanto a ingestão de macronutrientes, não se modificaram ao longo do tempo.

A tabela 2.2.3 mostra os parâmetros referentes aos fatores de risco cardiometabólico. Interação grupo x tempo ( $P < 0,01$ ) foi identificada para glicose, PAS, LDL-C e Não-HDL-C, em que o grupo controle exibiu aumentos para estas variáveis, ao passo que os grupos treinamento exibiram diminuições (glicose e PAS), ou ausência de modificações (LDL-C e não-HDL-C), sem diferenças entre eles (TGP vs. TPG  $P > 0,05$ ). Um efeito principal do tempo ( $P < 0,01$ ) foi encontrado para o Índice HOMA-IR. Na figura 2.2.3 é possível observar as variações absolutas e relativas das variáveis PAS, PAD, GLI e HOMA-IR, nos respectivos grupos de treinamento.

**Tabela 2.2.1** - Composição corporal e força muscular na linha de base (pré) e após o período de 12 semanas de intervenção (pós) em mulheres idosas.

Variáveis	TGP (n = 15)				TPG (n = 14)				CON (n = 17)			
	Pré	Pós	Δ%	TE	Pré	Pós	Δ%	TE	Pré	Pós	Δ%	TE
Idade (anos)	69,9 ± 6,0				68,6 ± 5,6				67,1 ± 4,2			
MC (kg)	66,1 ± 11,0	66,4 ± 11,4	-	-	64,2 ± 12,0	63,7 ± 11,7	-	-	68,2 ± 11,0	68,4 ± 11,3	-	-
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	27,4 ± 4,0	27,6 ± 4,3	-	-	26,7 ± 4,7	26,5 ± 4,8	-	-	28,2 ± 4,1	28,1 ± 4,3	-	-
CC (cm) §	84,0 ± 8,9	82,8 ± 9,3*	-1,4	-0,13	83,4 ± 10,6	82,4 ± 10,9*	-1,2	-0,09	86,3 ± 10,3	87,5 ± 10,5*	1,4	0,11
CA (cm)	91,0 ± 9,0	90,0 ± 9,9	-1,1	-0,10	90,7 ± 9,8	89,8 ± 9,7	-1,0	-0,09	93,6 ± 9,0	94,4 ± 9,4	0,9	0,09
RCQ	0,82 ± 0,04	0,82 ± 0,04	0	0,00	0,83 ± 0,06	0,82 ± 0,06	-1,2	0,00	0,86 ± 0,09	0,86 ± 0,09	0	0,00
GT (kg) §	13,7 ± 4,2	13,1 ± 4,4*	-4,4	-0,14	12,5 ± 3,6	11,6 ± 3,4*	-7,2	0,27	14,9 ± 4,8	15,0 ± 4,6	0,7	0,02
% GT §	42,6 ± 6,7	39,9 ± 7,6*	-6,3	-0,38	39,9 ± 6,5	37,1 ± 5,9*	-7,0	-0,45	42,9 ± 6,1	43,2 ± 5,4*	0,7	0,05
CTL (kg)§	114,1 ± 17,0	132,9 ± 21,5	+17	+1,0	118,4 ± 22,1	130,9 ± 19,9	+11	+0,62	111,6 ± 14,2	104,4 ± 14,7	-6,5	-0,51
VTT (kg)	20.113 ± 2.777	30.603 ± 5.024*	+52	+2,7	19.129 ± 3.390	27.858 ± 3.479*	+46	+2,6	-	-	-	-

**Nota.** TGP = grupo treinamento dos grandes para os pequenos grupos musculares; TPG = grupo treinamento dos pequenos para os grandes grupos musculares; CON = grupo controle; TE = tamanho do efeito; MC = massa corporal; IMC = Índice de massa corporal; CC = circunferência de cintura; CA = circunferência do abdômen; RCQ = relação cintura/quadril; GT = gordura absoluta de tronco; %GT = gordura relativa de tronco; CTL = carga total levantada; VTT = volume total de treino. \* $P < 0,05$  vs. pré; §Interação grupo x tempo ( $P < 0,05$ ). Os dados são expressos em valores de média ± desvio padrão.



**Figura 2.2.2.** Modificações na gordura corporal absoluta (painel A) e relativa (painel C). Os dados individuais de gordura corporal absoluta e relativa são apresentados nos painéis B e D, respectivamente. TGP (n =15) = grupo treinamento dos grandes para os pequenos grupos musculares; TPG (n = 14) = grupo treinamento dos pequenos para os grandes grupos musculares; CON (n = 17) = grupo controle.

**Tabela 2.2.2** - Consumo energético total e de macronutrientes, antes (pré) e após 12 semanas de intervenção (pós), em mulheres idosas.

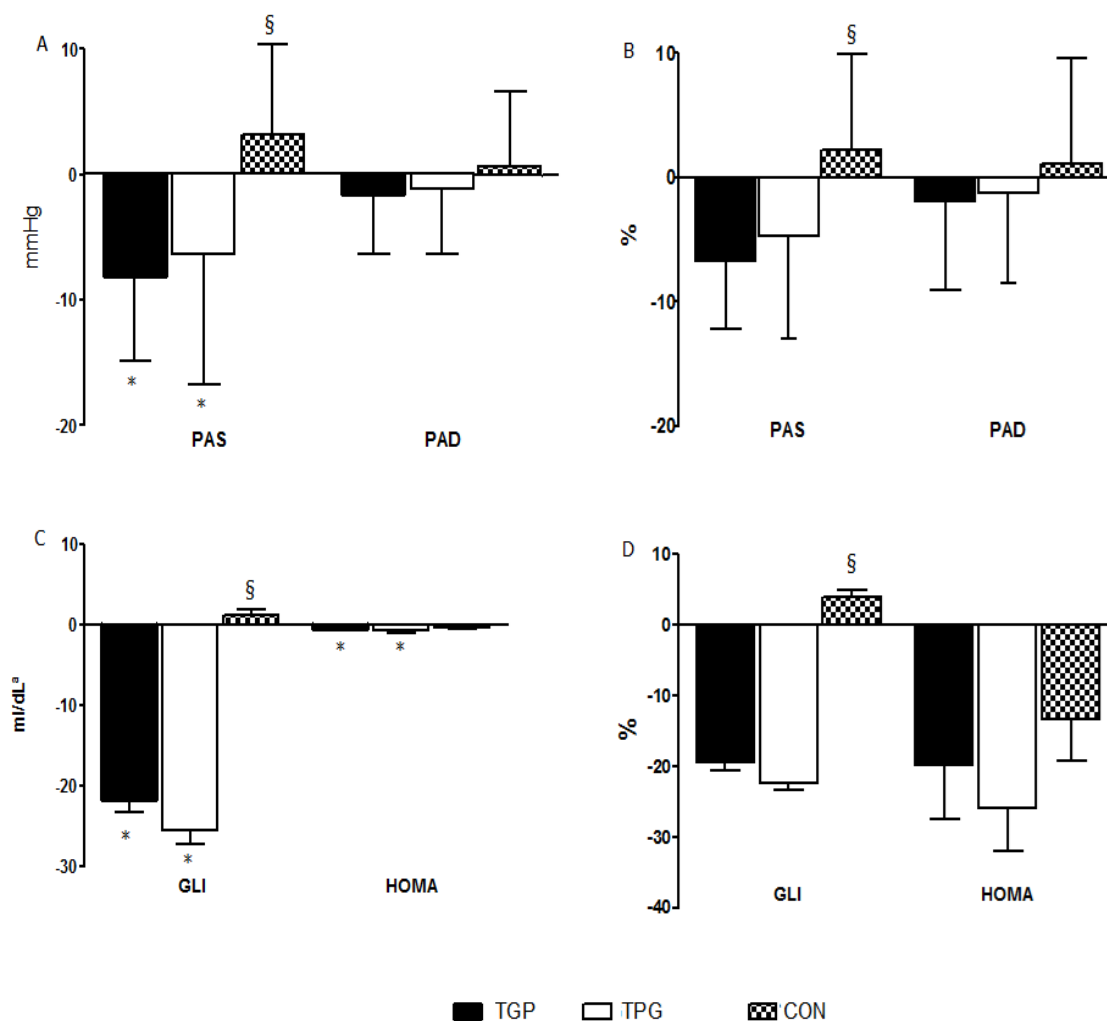
Variáveis	TGP (n = 15)	TPG (n = 14)	CON (n = 17)	Efeitos	F	P
<b>Energia (kcal)</b>						
Pré	1.040 ± 273	1.027 ± 195	1.150 ± 273	Grupo	1,40	0,26
Pós	972 ± 196	1.075 ± 159	1.068 ± 235	Tempo	1,27	0,26
Δ%	-6,5	+4,6	-7,2	Interação	1,36	0,27
TE	0,3	0,3	0,4			
<b>Proteínas (g)</b>						
Pré	46 ± 17	53 ± 17	51 ± 14	Grupo	11,63	0,21
Pós	43 ± 14	54 ± 15	57 ± 24	Tempo	0,36	0,56
Δ%	-7,4	+2,7	+11,1	Interação	1,71	0,20
TE	0,2	0,1	0,3			
<b>Carboidratos (g)</b>						
Pré	150 ± 36	156 ± 47	166 ± 41	Grupo	0,40	0,67
Pós	147 ± 21	155 ± 31	152 ± 51	Tempo	0,80	0,38
Δ%	-2,0	-0,5	-8,0	Interação	0,38	0,69
TE	0,1	0,0	0,3			
<b>Lipídios (g)</b>						
Pré	31 ± 12	29 ± 10	34 ± 13	Grupo	1,00	0,38
Pós	30 ± 11	28 ± 14	34 ± 20	Tempo	0,10	0,75
Δ%	-5,8	-2,7	-2,6	Interação	0,00	1,00
TE	0,1	0,1	0,1			

**Nota.** TGP = grupo treinamento dos grandes para os pequenos grupos musculares, TPG = grupo treinamento dos pequenos para os grandes grupos musculares, CON = grupo controle. TE = tamanho do efeito. Nenhuma diferença estatisticamente significativa entre pré- e pós-treinamento ( $P > 0,05$ ). Os resultados estão expressos em média ± desvio padrão.

**Tabela 2.2.3** - Fatores de risco cardiometabólico na linha de base (pré) e após o período de 12 semanas de intervenção (pós) em mulheres idosas.

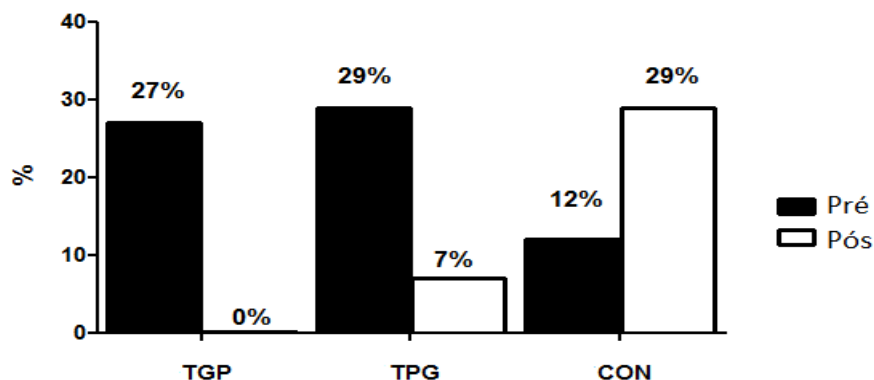
Variáveis	TGP (n = 15)				TPG (n = 14)				CON (n = 17)			
	Pré	Pós	Δ%	TE	Pré	Pós	Δ%	TE	Pré	Pós	Δ%	TE
Glicose (mg/dL) §	112 ± 19	91 ± 16*	-19,3	-1,26	114 ± 17	88 ± 12*	-22,3	-1,80	100 ± 11	102 ± 10	+1,2	+0,12
HOMA-IR	2,7 ± 1,0	1,2 ± 1,1*	-55,5	-1,51	2,6 ± 1,0	1,8 ± 0,6*	-30,0	-0,98	2,5 ± 1,3	2,1 ± 1,0	-16,0	-0,38
Colesterol total (mg/dL)	189 ± 26	190 ± 16	+0,6	0,04	193 ± 38	183 ± 32	-5,5	-0,23	203 ± 20	214 ± 21	+5,8	+0,54
HDL-C (mg/dL)	53 ± 10	54 ± 12	+2,1	0,10	54 ± 14	56 ± 15	+4,3	0,15	55 ± 12	53 ± 11	-2,9	-0,14
LDL-C (mg/dL) §	115 ± 23	112 ± 18	-2,1	-0,12	118 ± 40	105 ± 32	-11,0	-0,36	124 ± 24	139 ± 21	+11,5	+0,64
Não HDL-C (mg/dL) §	136 ± 24	136 ± 21	-0,1	0,00	139 ± 38	126 ± 29	-9,3	-0,66	148 ± 20	161 ± 19	+9,5	0,68
VLDL (mg/dL)	24 ± 10	21 ± 6	-9,7	-0,30	22 ± 10	22 ± 8	-0,9	-0,02	22 ± 7	23 ± 9	+6,4	0,17
Triglicérides (mg/dL)	107 ± 28	119 ± 48	+10,8	+0,31	108 ± 40	109 ± 53	+1,1	+0,03	117 ± 46	110 ± 37	-5,7	-0,16
PAS (mmHg) §	120 ± 7	112 ± 8*	-6,7	-1,15	123 ± 10	117 ± 6*	-5,2	-0,79	125 ± 9	128 ± 13	+2,6	+0,30
PAD (mmHg)	69 ± 8	66 ± 7	-4,3	-0,43	73 ± 6	72 ± 5	-1,7	-0,24	71 ± 6	72 ± 7	+0,8	+0,10
FC (bpm)	69 ± 10	71 ± 10	+2,9	+0,21	77 ± 11	77 ± 10	+0,4	+0,03	70 ± 10	72 ± 9	+3,3	+0,25

**Nota.** TGP = grupo treinamento dos grandes para os pequenos grupos musculares; TPG = grupo treinamento dos pequenos para os grandes grupos musculares; CON = grupo controle; TE = tamanho do efeito; HOMA-IR = Modelo de Avaliação da Homeostase; HDL-C = lipoproteína de alta densidade; LDL-C = lipoproteína de baixa densidade; não-HDL-C = colesterol total (-) lipoproteína de alta densidade; VLDL = lipoproteína de muito baixa densidade; PAS = pressão arterial sistólica; PAD = pressão arterial diastólica; FC = frequência cardíaca. \* $P < 0,05$  vs. pré; §Interação grupo x tempo ( $P < 0,05$ ). Os dados são expressos em valores de média ± desvio padrão.



**Figura 2.2.3.** Comportamento da pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD), da glicemia e HOMA-IR nos diferentes grupos ao longo do tempo. Os painéis A e B trazem valores absolutos (painel A) e relativos (painel B) de PAS e PAD, ao passo que os painéis C e D trazem valores absolutos (painel C) e relativos (painel D) de glicemia e HOMA. TGP (n = 15) = grupo treinamento dos grandes para os pequenos grupos musculares, TPG (n = 14) = grupo treinamento dos pequenos para os grandes grupos musculares e CON (n = 17) = grupo controle. Os dados são apresentados em valores de média e desvio padrão. \*Efeito do tempo ( $P < 0,05$ ); §Interação grupo x tempo ( $P < 0,05$ ).

A prevalência de síndrome metabólica nos diferentes grupos é apresentada na figura 2.2.4. Uma redução nas taxas de prevalência foi encontrada em ambos os grupos submetidos ao treinamento (TGP e TPG), com concomitante aumento no grupo CON.



**Figura 2.2.4.** Prevalência de síndrome metabólica nos grupos TGP (n = 15), TPG (n = 14) e CON (n = 17), antes e após 12 semanas de intervenção. TGP = grupo treinamento dos grandes para os pequenos grupos musculares, TPG = grupo treinamento dos pequenos para os grandes grupos musculares e CON = grupo controle. Os dados estão expressos em valores percentuais.

#### 2.2.4 Discussão

Os principais achados do presente estudo foram que o TR por 12 semanas promoveu importantes modificações em fatores de risco cardiometabólico e na adiposidade corporal, em mulheres idosas, independente da ordem de execução dos exercícios. Ambos os grupos submetidos ao TR (TGP e TPG) apresentaram VTT semelhante e exibiram diminuições significantes na adiposidade corporal e melhoria do perfil cardiometabólico quando comparados ao grupo CON. Portanto, a nossa hipótese inicial sobre uma suposta superioridade nos resultados do grupo TGP sobre o grupo TPG foi refutada, provavelmente, pelo aumento similar no VTT em ambos os grupos ao longo do tempo.

Estudos anteriores revelaram diferenças<sup>24,26</sup> ou não<sup>38-40</sup> no VTT, na comparação entre diferentes ordens de execução dos exercícios em programas de TR, em outras populações. As diferenças podem estar associadas ao delineamento experimental utilizado (transversal ou longitudinal) ou, ainda, a forma de prescrição da carga que em muitos estudos transversais não respeitam a ordem de execução dos exercícios, o que reduz sobremaneira a validade ecológica, uma vez que dependendo da ordem de execução do exercício em um programa de TR é possível suportar uma maior ou menor carga. Em geral, quando os exercícios são executados no início da sequência é possível trabalhar com cargas mais elevadas, ao passo que quando são realizados no final da sessão de treinamento existe uma queda natural de desempenho físico em virtude do gasto energético acumulado associado a uma fadiga residual.

Com relação aos indicadores de adiposidade corporal analisados neste estudo, observamos reduções nos valores iniciais na maioria destes, em ambos os grupos treinamento (TGP e TPG). De acordo com o nosso conhecimento, este é o primeiro estudo que teve a preocupação de analisar o efeito da manipulação da ordem de execução dos exercícios resistidos sobre indicadores de adiposidade corporal e fatores de risco cardiometabólico em mulheres idosas.

Entretanto, alguns estudos anteriores envolvendo a prescrição de TR em mulheres idosas, também, observaram reduções na massa gorda e na gordura corporal relativa<sup>15,18,30</sup>. Conceição et al.<sup>18</sup>, por exemplo, encontraram uma redução de aproximadamente 1,5 kg na massa gorda e 7% na gordura corporal relativa após 16 semanas de TR, em mulheres pós-menopausadas. Tais valores são relativamente semelhantes aos revelados no presente estudo (1,4 kg e 6%). Entretanto, diferente dos nossos resultados, os autores não observaram modificações na gordura central, avaliada pela CC. Vale destacar que em nossa investigação verificamos, também, uma redução das medidas da gordura de tronco. Tais modificações são de grande importância e relevância clínica, dado a forte relação da gordura de tronco (visceral) com o envelhecimento e com o aumento no risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares e metabólicas<sup>4-6</sup>.

Os mecanismos responsáveis pela redução da gordura corporal frente ao TR parecem estar relacionados ao aumento da TMB, a qual tem sido elevada após o TR em idosos<sup>33</sup> e parece ser influenciada não só pelo aumento da MME, mas também pelo aumento da atividade simpática, que aumenta agudamente após esse tipo de exercício, bem como pelo aumento na síntese protéica, a qual é dispendiosa e contribui para o aumento do gasto energético por até 48 h após a finalização do programa de exercícios<sup>41</sup>. Além disso, tem-se observado que o aumento na TMB é acompanhado por uma diminuição na razão de troca respiratório (RER) demonstrando que esse tipo de exercício pode levar a uma maior oxidação lipídica após o TR<sup>11,33,42</sup>.

Importantes reduções na glicemia de jejum (~20%) foram observadas no presente estudo, em ambos os grupos submetidos ao TR, com tamanho do efeito de grande magnitude para ambos os grupos (TGP e TPG). Tais modificações eram de certo modo esperadas, uma vez que a principal via energética para a execução dos exercícios resistidos é a via glicolítica<sup>43</sup>. Desse modo, nossos resultados estão de acordo com outros estudos que, também, observaram redução da glicemia em jejum, em mulheres idosas submetidas ao TR<sup>14,16</sup>. Adicionalmente, verificamos no presente estudo uma melhora do índice HOMA-IR, um marcador indireto de resistência à insulina, em ambos os grupos de treinamento, corroborando os resultados de outros estudos disponíveis na literatura<sup>44,45</sup>.

Apesar do nosso estudo não revelar os reais mecanismos responsáveis por estas adaptações, acreditamos que a melhoria identificada no perfil glicêmico, nos grupos

submetidos ao TR, podem estar relacionadas tanto às mudanças observadas na gordura corporal, quanto a melhoria observada no índice HOMA-IR, como indicado na literatura<sup>46,47</sup>.

Um fato bastante interessante e que merece atenção é que entre as idosas que compuseram os grupos de treinamento (TGP e TPG), a maioria delas (100% no TGP e 71% no TPG), apresentavam valores de glicemia de jejum considerados alterados ( $\geq 100$  mg/dL) antes de iniciarem o TR. Todavia, após 12 semanas de TR, esse número reduziu consideravelmente, de modo que apenas duas delas (~13%) em cada um dos grupos, permaneceram nessa condição. Do mesmo modo, a taxa de prevalência de síndrome metabólica também foi reduzida pelo TR, ao contrário do observado no grupo CON (aumento de 17 pontos percentuais).

Existem evidências sugerindo que a manipulação das variáveis do TR podem impactar as respostas do perfil lipídico. Portanto, a nossa hipótese preliminar era que as respostas entre os grupos TGP e TPG seriam diferentes para estas variáveis. Entretanto, não identificamos modificações significantes que pudessem ser atribuídas ao TR, confirmando os achados de Correa et al.<sup>48</sup>, que também não observaram quaisquer modificações nos componentes analisados (HDL-C, LDL-C, triglicérides, colesterol total) após 10 semanas de TR, em mulheres pós-menopausadas.

Em contrapartida, nossos resultados divergem de alguns outros estudos que observaram modificações positivas no perfil lipídico em idosas<sup>14,18,31</sup>. A controvérsia entre os resultados encontrados em estudos envolvendo TR e perfil lipídico foi recentemente alvo de uma importante meta-análise<sup>49</sup>. Não se pode desprezar, contudo, que embora os grupos treinamento (TGP e TPG) não tenham atingido melhoria no perfil lipídico, o grupo CON sofreu mudanças negativas com aumento significativo do LDL-C (14,3%) e Não-HDL-C (10%), o que pode sugerir que o programa de treinamento foi eficiente, pelo menos, para manter o perfil lipídico estável nas mulheres submetidas ao TR.

Outro importante fator de risco cardiometabólico avaliado, a PAS de repouso, apresentou reduções significantes na ordem de 6-8 mmHg, em ambos os grupos treinamento. Esta redução supera os valores apresentados em uma meta-análise por Cornelissen e Smart<sup>50</sup>. Entretanto, estudo anterior do nosso laboratório já havia relatado informações semelhantes, em mulheres idosas<sup>19</sup>, também, submetidas a 12 semanas de TR. Por outro lado, assim como relatado por Simons e Andel<sup>51</sup>, não observamos modificações significantes para a PAD, um resultado diferente daquele revelado em outras investigações<sup>52,53</sup>. Tais diferenças podem ser atribuídas, pelo menos em parte, aos distintos protocolos de treinamento, a forma de aferição da PA e, sobretudo, as diferentes características das amostras. Os mecanismos pelos quais o TR provoca reduções na PA de repouso, ainda não são completamente compreendidos, mas parece que o exercício pode provocar modificações na atividade simpática e/ou na resistência vascular periférica<sup>54,55</sup>.

Neste sentido, o fato do TR modular apenas a PAS pode estar relacionado às alterações proporcionadas por esse tipo de treinamento no volume plasmático<sup>56</sup>, já que tem sido descrito que este tipo de exercício proporciona um extravasamento plasmático para o interstício<sup>57</sup>, o que pode proporcionar diminuições no retorno venoso<sup>58,59</sup> provocando, conseqüentemente, uma diminuição do volume sistólico. Esse processo acarreta diminuição no débito cardíaco e na PAS. Por outro lado, essas alterações podem desencadear um aumento da resistência vascular periférica, na perspectiva de compensar a diminuição do retorno venoso, o que pode ter contribuído para a ausência de respostas na PAD em nosso estudo. Contudo, tais respostas ainda carecem de confirmação.

Este estudo apresenta algumas limitações que não podem deixar de ser relatadas. Nossos resultados são específicos a uma amostra de mulheres idosas e não devem ser extrapolados para outras populações. Além disso, não foi possível monitor objetivamente os níveis de atividade física fora do protocolo do estudo, o que pode de certa forma ter comprometido em parte a análise das mudanças, sobretudo, na gordura corporal. Por outro lado, de acordo com nosso conhecimento, este é o primeiro estudo que investigou os efeitos da manipulação de diferentes ordens de execução dos exercícios resistidos em indicadores de adiposidade corporal e fatores de risco cardiometabólico em mulheres idosas, utilizando um ensaio clínico aleatorizado, com presença de grupo controle, o que fortalece os resultados apresentados. Como aplicação prática, as informações produzidas pelo nosso estudo demonstram a importância do TR para a melhoria da força muscular, da adiposidade corporal e para o controle de importantes fatores de risco cardiometabólico em mulheres idosas fisicamente independentes.

Por fim, os nossos resultados sugerem que 12 semanas de TR parecem ser suficientes para reduzir os níveis de adiposidade corporal e melhorar o perfil cardiometabólico, principalmente a glicemia de jejum, Índice HOMA-IR e PAS, em mulheres idosas. Vale ressaltar que as adaptações proporcionadas pelo TR parecem ser independentes da ordem de execução dos exercícios resistidos, em especial, quando o VTT é semelhante.

### **2.2.5 Referências**

1. Goodpaster BH, Park SW, Harris TB, Kritchevsky SB, Nevitt M, Schwartz AV, et al. The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2006;61(10):1059–64.
2. Song M-Y, Ruts E, Kim J, Janumala I, Heymsfield S, Gallagher D. Sarcopenia and increased adipose tissue infiltration of muscle in elderly African American women. *Am*

- J Clin Nutr. 2004;79(5):874–80.
3. Wannamethee SG, Shaper AG, Lennon L, Whincup PH. Decreased muscle mass and increased central adiposity are independently related to mortality in older men. *Am J Clin Nutr.* 2007;86(5):1339–46.
  4. Han TS, Tajar A, Lean MEJ. Obesity and weight management in the elderly. *Br Med Bull.* 2011;97(1):169–96.
  5. Amato MC, Guarnotta V, Giordano C. Body composition assessment for the definition of cardiometabolic risk. *J Endocrinol Invest.* 2013;36(7):537–43.
  6. Fan H, Li X, Zheng L, Chen X, Lan Q, Wu H, et al. Abdominal obesity is strongly associated with cardiovascular disease and its risk factors in elderly and very elderly community-dwelling chinese. *Sci Rep.* 2016;6:21521.
  7. Mathus-Vliegen EMH. Prevalence, pathophysiology, health consequences and treatment options of obesity in the elderly: a guideline. *Obes Facts.* 2012;5(3):460–83.
  8. Zamboni M, Mazzali G, Zoico E, Harris TB, Meigs JB, Di Francesco V, et al. Health consequences of obesity in the elderly: a review of four unresolved questions. *Int J Obes (Lond).* 2005;29(9):1011–29.
  9. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee I-M, 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.
  10. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(3):687–708.
  11. Hunter GR, McCarthy JP, Bamman MM. Effects of resistance training on older adults. *Sports Med.* 2004;34(5):329–48.
  12. Cadore EL, Pinto RS, Bottaro M, Izquierdo M. Strength and endurance training prescription in healthy and frail elderly. *Aging Dis.* 2014;5(3):183–95.
  13. 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.
  14. Ribeiro AS, Tomeleri CM, Souza MF, Pina FLC, Schoenfeld BJ, Nascimento MA, et al. Effect of resistance training on C-reactive protein, blood glucose and lipid profile in older women with differing levels of RT experience. *Age (Dordr).* 2015;37(6):109.
  15. Botero JP, Shiguemoto GE, Prestes J, Marin CT, Do Prado WL, Pontes CS, et al. Effects of long-term periodized resistance training on body composition, leptin, resistin and muscle strength in elderly post-menopausal women. *J Sports Med Phys Fitness.* 2013;53(3):289–94.

16. Lera Orsatti F, Nahas EA, Maestá 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.
17. Prestes J, Shiguemoto G, Botero JP, Frollini A, Dias R, Leite R, et al. Effects of resistance training on resistin, leptin, cytokines, and muscle force in elderly postmenopausal women. *J Sports Sci*. 2009;27(14):1607–15.
18. Conceição MS, Bonganha V, Vechin FC, de Berton RP, Lixandrão ME, Nogueira FRD, et al. Sixteen weeks of resistance training can decrease the risk of metabolic syndrome in healthy postmenopausal women. *Clin Interv Aging*. 2013;8:1221–8.
19. Gerage AM, Forjaz CLM, Nascimento MA, Januário RSB, Polito MD, Cyrino ES. Cardiovascular adaptations to resistance training in elderly postmenopausal women. *Int J Sports Med*. 2013;34(9):806–13.
20. Fleck SJ, Kraemer WJ. *Fundamentos do treinamento de força*. 3.ed. Porto Alegre: Artmed; 2006. 376p.
21. Brito AF, de Oliveira CVC, Brasileiro-Santos MS, da Cruz Santos A. Resistance exercise with different volumes: Blood pressure response and forearm blood flow in the hypertensive elderly. *Clin Interv Aging*. 2014;9:2151–8.
22. Wallace MB, Moffatt RJ, Haymes EM, Green NR. Acute effects of resistance exercise on parameters of lipoprotein metabolism. *Med Sci Sports Exerc*. 1991;23(2):199–204.
23. Lira FS, Yamashita AS, Uchida MC, Zanchi NE, Gualano B, Martins E, et al. Low and moderate, rather than high intensity strength exercise induces benefit regarding plasma lipid profile. *Diabetol Metab Syndr*. 2010;2:31.
24. Balsamo S, Tibana RA, Nascimento DC, de Farias GL, Petruccelli Z, de Santana FDS, et al. Exercise order affects the total training volume and the ratings of perceived exertion in response to a super-set resistance training session. *Int J Gen Med*. 2012;5:123–7.
25. Bellezza PA, Hall EE, Miller PC, Bixby WR. The influence of exercise order on blood lactate, perceptual, and affective responses. *J Strength Cond Res*. 2009;23(1):203–8.
26. Gil S, Roschel H, Batista M, Ugrinowitsch C, Tricoli V, Barroso R. Efeito da ordem dos exercícios no número de repetições e na percepção subjetiva de esforço em homens treinados em força. *Rev Bras Educ Física Esporte*. 2011;25(1):127–35.
27. Miranda H, Simão R, dos Santos Vigário P, de Salles BF, Pacheco MTT, Willardson JM. Exercise order interacts with rest interval during upper-body resistance exercise. *J Strength Cond Res*. 2010;24(6):1573–7.
28. Simão R, Leite RD, Speretta GFF, Maior AS, de Salles BF, de Souza Junior TP, et al. Influence of upper-body exercise order on hormonal responses in trained men. *Appl*

- Physiol Nutr Metab. 2013;38(2):177–81.
29. Simão R, de Salles BF, Figueiredo T, Dias I, Willardson JM. Exercise order in resistance training. *Sports Med.* 2012;42(3):251–65.
  30. 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.
  31. Maesta N, Nahas EAP, 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.
  32. Cornelissen VA, Fagard RH, Coeckelberghs E, Vanhees L. Impact of resistance training on blood pressure and other cardiovascular risk factors: a meta-analysis of randomized, controlled trials. *Hypertension.* 2011;58(5):950–8.
  33. 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.* 2000;89(3):977–84.
  34. Gordon C, Chumlea W, Roche A. Stature, recumbent length, and weight. In: Lohman T, Roche A, Martorell R, editors. *Anthropometric standardization reference manual.* Champaign: Human Kinetics Books; 1988. p.3-8.
  35. 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.
  36. Ribeiro AS, Avelar A, Schoenfeld BJ, Ritti Dias RM, Altimari LR, Cyrino ES. Resistance training promotes increase in intracellular hydration in men and women. *Eur J Sport Sci.* 2014;14(6):578–85.
  37. Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences.* Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associate; 1988.567p.
  38. Simão R, Spinetti J, de Salles BF, Oliveira LF, Matta T, Miranda F, et al. Influence of exercise order on maximum strength and muscle thickness in untrained men. *J Sports Sci Med.* 2010;9(1):1–7.
  39. Dias I, de Salles BF, Novaes J, Costa PB, Simão R. Influence of exercise order on maximum strength in untrained young men. *J Sci Med Sport.* 2010;13(1):65–9.
  40. Spinetti J, de Salles BF, Rhea MR, Lavigne D, Matta T, Miranda F, et al. Influence of exercise order on maximum strength and muscle volume in nonlinear periodized resistance training. *J Strength Cond Res.* 2010;24(11):2962–9.
  41. Phillips SM, Tipton KD, Aarsland A, Wolf SE, Wolfe RR. Mixed muscle protein synthesis and breakdown after resistance exercise in humans. *Am J Physiol.* 1997;273(1 Pt 1):E99–107.

42. 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.* 1995;78(6):2140–6.
43. Lambert CP, Flynn MG. Fatigue during high-intensity intermittent exercise: application to bodybuilding. *Sports Med.* 2002;32(8):511–22.
44. Alvarez C, Ramírez R, Flores M, Zúñiga C, Celis-Morales C. Effect of sprint interval training and resistance exercise on metabolic markers in overweight women. *Rev Med ChilE.* 2012;140(10):1289–96.
45. Vinetti G, Mozzini C, Desenzani P, Boni E, Bulla L, Lorenzetti I, et al. Supervised exercise training reduces oxidative stress and cardiometabolic risk in adults with type 2 diabetes: a randomized controlled trial. *Sci Rep.* 2015;5:9238.
46. Phillips MD, Patrizi RM, Cheek DJ, Wooten JS, Barbee JJ, Mitchell JB. Resistance training reduces subclinical inflammation in obese, postmenopausal women. *Med Sci Sports Exerc.* 2012;44(11):2099–110.
47. Ryan AS. Insulin resistance with aging: effects of diet and exercise. *Sport Med.* 2000;30(5):327–46.
48. Correa CS, Teixeira BC, Cobos RCR, Macedo RCO, Kruger RL, Carteri RBK, et al. High-volume resistance training reduces postprandial lipaemia in postmenopausal women. *J Sports Sci.* 2015;33(18):1890–901.
49. Kuhle CL, Steffen MW, Anderson PJ, Murad MH. Effect of exercise on anthropometric measures and serum lipids in older individuals: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open.* 2014;4(6):e005283.
50. Cornelissen VA, Smart NA. Exercise training for blood pressure: a systematic review and meta-analysis. *J Am Heart Assoc.* 2013;2(1):1–9.
51. Simons R, Andel R. The effects of resistance training and walking on functional fitness in advanced old age. *J Aging Health.* 2006;18(1):91–105.
52. Stewart KJ, Bacher AC, Turner KL, Fleg JL, Hees PS, Shapiro EP, et al. Effect of exercise on blood pressure in older persons: a randomized controlled trial. *Arch Intern Med.* 2005;165(7):756–62.
53. Chaves CPG, Simão R, Miranda H, Ribeiro J, Soares J, de Salles BF, et al. Influence of exercise order on muscle damage during moderate-intensity resistance exercise and recovery. *Res Sports Med.* 2013;21(2):176–86.
54. Queiroz ACC, Kanegusuku H, Forjaz CLDM. Efeitos do treinamento resistido sobre a pressão arterial de idosos. *Arq Bras Cardiol.* 2010;95(1):135–40.
55. Halliwill JR. Mechanisms and clinical implications of post-exercise hypotension in humans. *Exerc Sport Sci Rev.* 2001;29(2):65–70.
56. Rezk CC, Marrache RCB, Tinucci T, Mion D, Forjaz CLM. Post-resistance exercise

- hypotension, hemodynamics, and heart rate variability: Influence of exercise intensity. *Eur J Appl Physiol.* 2006;98(1):105–12.
57. Schoenfeld BJ. Potential mechanisms for a role of metabolic stress in hypertrophic adaptations to resistance training. *Sport Med.* 2013;43(3):179–94.
  58. Kraemer RR, Kilgore JL, Kraemer GR. Plasma volume changes in response to resistive exercise. *J Sports Med Phys Fitness.* 1993;33(3):246–51.
  59. Collins MA, Cureton KJ, Hill DW, Ray CA. Relation of plasma volume change to intensity of weight lifting. *Med Sci Sports Exerc.* 1989;21(2):178–85.

### 2.3 Artigo 3: Efeito de 12 semanas de treinamento resistido executado em diferentes ordens de exercícios, sobre indicadores de qualidade muscular e marcadores inflamatórios em mulheres idosas

**Resumo:** A prática de treinamento resistido (TR) tem sido amplamente recomendada para a melhoria de indicadores de saúde e qualidade de vida em idosos. Entretanto, a maioria dos benefícios que têm sido associados ao TR parecem ser protocolo-dependentes. **Objetivo:** Analisar o efeito de 12 semanas de TR executado em diferentes ordens de exercícios sobre indicadores de qualidade muscular (QM) e marcadores inflamatórios em mulheres idosas. **Métodos:** Cinquenta e cinco mulheres idosas ( $68,7 \pm 5,2$  anos,  $66,5 \pm 11,0$  kg,  $155,4 \pm 5,8$  cm) foram separadas aleatoriamente em três grupos: grupo treinamento dos grandes para os pequenos grupos musculares (TGP), grupo treinamento dos pequenos para os grandes grupos musculares (TPG) e grupo controle (CON). O TGP executou os exercícios na seguinte ordem: supino vertical, remada sentada, tríceps no pulley, rosca scott, leg press horizontal, cadeira extensora, mesa flexora e panturrilha sentada, enquanto o TPG seguiu a ordem: rosca scott, tríceps no pulley, remada sentada, supino vertical, panturrilha sentada, mesa flexora, cadeira extensora e leg press horizontal. Já o CON não realizou nenhum tipo de exercício pelo mesmo período. O programa de TR foi realizado por 12 semanas, com três séries de 10-15 repetições máximas (RM) em cada exercício. Medidas de qualidade muscular total (QMT) de membros superiores (QMMS) e membros inferiores (QMMI) e marcadores inflamatórios: fator de necrose tumoral alfa (TNF- $\alpha$ ), Interleucinas 6 e 10 (IL-6 e IL-10) e proteína C-reativa ultra sensível (PCR-us) foram determinadas conforme procedimentos estabelecidos pela literatura. A razão da IL-10/TNF- $\alpha$  foi adotada como indicador de inflamação. **Resultados:** Um efeito principal do tempo ( $P = 0,02$ ) foi revelado para TNF- $\alpha$ , com ambos os grupos submetidos ao TR apresentando redução nos valores iniciais (TGP = - 23,7% e TPG = - 27,5%). Interações grupo x tempo ( $P < 0,05$ ) foram encontradas para QMT (TGP = + 8,7%; TPG = + 4,0%; CON = - 8,6%), QMMI (TGP = + 13,3%; TPG = + 10,2%; CON = - 8,7%), IL-6 (TGP = - 14,3%; TPG = - 14,8%; CON = + 10,7%), IL-10 (TGP = + 62,6%; TPG = + 48,5%; CON = - 59,4%), PCR-us (TGP = - 25,8%; TPG = - 29,0%; CON = + 46,7%) e razão IL-10/TNF- $\alpha$  (TGP = + 110,3%; TPG = + 76,7%; CON = - 57,4%), sem diferenças entre os grupos TGP e TPG ( $P > 0,05$ ). **Conclusão:** Os resultados sugerem que 12 semanas de TR, independente da ordem de execução dos exercícios, promove modificações na qualidade muscular total e de membros inferiores, além acarretar melhoria no perfil inflamatório, em mulheres idosas.

**Palavras-chave:** envelhecimento, Interleucina-10, interleucina-6, TNF- $\alpha$ , treinamento de força.

## Abstract

The practice of resistance training (RT) has been widely recommended for the improvement of health indicators and quality of life in the elderly. However, most of the benefits that have been associated with the RT appears to be protocol-dependent. **Purpose:** To analyze the effect of 12 weeks of RT performed in different exercise orders on muscle quality indicators (QM) and inflammatory markers in older women. **Methods:** Fifty-five elderly women ( $68,7 \pm 5,2$  years,  $66,5 \pm 11,0$  kg,  $155,4 \pm 5,8$  cm) were randomly assigned into three groups: training group of large to small muscle group (TLS) training group of small to large group muscle (TSL) and control group (CON). The TLS performed the exercises in the following order: chest press, seated row back, triceps pushdown, preacher curl, horizontal leg press, leg extension, leg curl and seated calf raise while TSL perform the same exercises, according to their order: preacher curl, triceps pushdown, seated row back, chest press, seated calf raise, leg curl, leg extension and horizontal leg press. Already the CON that did not perform any type of exercise during in the same period. Measurements of total muscular quality (TMQ), upper limb (ULMQ) and lower limbs (LLMQ) and inflammatory markers: tumor necrosis factor (TNF)- $\alpha$ , interleukin 6 and 10 (IL-6 and IL-10) and ultra-sensitive C-Reactive Protein (CRP-us), have been obtained according to established procedures. The ratio IL-10 / TNF- $\alpha$  was calculated as inflammation indicator. **Results:** A main effect of time ( $P = 0.02$ ) was observed for the TNF- $\alpha$ , with both groups submitted to TR presenting decreases in baseline (TLS = - 23.7% and TSL = - 27.5%). Group x time interactions ( $P < 0.05$ ) were found for TMQ (TLS = + 8,7%; TSL = + 4,0%; CON = - 8,6%), ULMQ (TLS = + 13,3%; TSL = + 10,2%; CON = - 8,7%), IL-6 (TLS = - 14,3%; TSL = - 14,8%; CON = + 10,7%), IL-10 (TLS = + 62,6%; TSL = + 48,5%; CON = - 59,4%), CRP-us (TLS = - 25,8%; TSL = - 29,0%; CON = + 46,7%) and IL-10/TNF- $\alpha$  ratio (TLS = + 110,3%; TSL = + 76,7%; CON = - 57,4%), no differences between the groups TLS and TSL ( $P > 0.05$ ). **Conclusion:** The results suggest that 12 weeks of RT, independently of the exercise order, promotes changes in total muscle quality and lower limbs, besides cause improvement in inflammatory status in older women. **Keywords:** aging, interleukin-10, interleukin-6, TNF- $\alpha$ , strength training.

### 2.3.1 Introdução

O envelhecimento é um processo inerente a todos os seres humanos e que vem acompanhado por um declínio na função de diversos sistemas orgânicos, com destaque para a redução da força muscular<sup>1-4</sup> e massa muscular<sup>1,5,6</sup>, fenômenos conhecidos como dinapenia e sarcopenia, respectivamente. Adicionalmente, a qualidade muscular, representada pela razão força : volume muscular, tem sido um índice bastante utilizado para a análise dos efeitos deletérios causados pelo envelhecimento. Nesse sentido, alguns pesquisadores advogam que a avaliação da qualidade muscular tem uma aplicação prática

maior do que a avaliação da massa muscular esquelética (MME), de forma isolada<sup>2,7</sup>, visto que a diminuição na qualidade muscular tem um impacto muito maior para a saúde e funcionalidade do idoso<sup>8,9</sup>.

Além das perdas funcionais e estruturais associadas ao processo de envelhecimento, a eficiência do sistema imunológico, também, tende a ser negativamente afetada pelo avançar da idade. Um incremento significativo no padrão de secreção de citocinas pró-inflamatórias<sup>10,11</sup> favorece a manutenção de um processo inflamatório constante e predispõe o idoso a um risco aumentado de mortalidade por doenças cardiovasculares e metabólicas<sup>12,13</sup>. Esse fato se torna mais relevante, a medida que a inflamação parece exercer um papel causal no declínio funcional associado ao envelhecimento<sup>14</sup>. Estudos transversais e longitudinais têm identificado associações entre níveis elevados de marcadores inflamatórios, tais como TNF- $\alpha$ , IL-6 e/ou PCR, com baixo desempenho físico<sup>14</sup>, menores níveis de força e massa muscular, em idosos<sup>15</sup>.

Por outro lado, a prática regular de programas de exercícios físicos tem sido defendida e recomendada para idosos, em virtude do seu potencial para melhoria da massa muscular<sup>16-17</sup> e qualidade muscular<sup>7,18-20</sup>. Entre os diferentes programas de exercícios físicos mais recomendados para a população idosa, destaca-se o treinamento resistido (TR), um tipo de exercício físico bastante seguro e que parece oferecer benefícios superiores ao exercício aeróbico, principalmente, em idosos<sup>21,22</sup>.

Nesse sentido, diversos estudos têm sido produzidos, sobretudo nas duas últimas décadas indicando que o TR é um método bastante eficiente para atenuar diversos prejuízos relacionados ao processo de envelhecimento, promovendo aumento de força<sup>16,23-24</sup>, de massa muscular esquelética<sup>16-17</sup>, melhoria da qualidade muscular<sup>20,21</sup> e, também, do perfil inflamatório<sup>17,25-28</sup>. Scalon et al.<sup>20</sup>, por exemplo, verificaram aumento na ordem de 31,5% na qualidade muscular após seis semanas de TR, em idosos. Onable-Person<sup>27</sup> relataram melhoria no comportamento de marcadores inflamatórios após 12 semanas de TR, em mulheres idosas.

Entretanto, grande parte dos benefícios atrelados a prática do TR parecem ser dependentes da correta manipulação de variáveis que compõem o programa de treinamento<sup>24,29</sup>. Desse modo, o volume de um programa de TR (número de exercício, séries e repetições; duração do programa e frequência semanal) tem sido correlacionado inversamente com as concentrações de mediadores inflamatórios circulantes<sup>30,31</sup>, sugerindo que as respostas ao treinamento podem ser volume-dependentes<sup>17</sup>. Nesse contexto, Hanssen et al.<sup>32</sup> relataram que um programa de TR com maior volume resultou em maiores ganhos de força e em aumento da ativação muscular do que um programa de menor volume.

Adicionalmente, alguns estudos que avaliaram a ordem de execução dos exercícios

em programas de TR indicaram que pode haver uma diferença no volume total de treino (VTT) (carga x repetições x séries), na comparação entre as diferentes ordens<sup>33-35</sup>. No entanto, de acordo com o nosso conhecimento, nenhum estudo demonstrou ainda se a manipulação da ordem de execução dos exercícios resistidos influencia ou não a qualidade muscular e os níveis séricos de marcadores inflamatórios de mulheres idosas. Portanto, o objetivo do presente estudo foi analisar o efeito de 12 semanas de TR, executado em duas diferentes ordens de exercícios, sobre indicadores de qualidade muscular e marcadores inflamatórios em mulheres idosas. Nossa hipótese é que a ordem de execução dos exercícios dos grandes para os pequenos grupos musculares irá proporcionar melhores adaptações sobre os indicadores de qualidade muscular e marcadores inflamatórios, em virtude do maior volume de treino que provavelmente poderá ser alcançado ao longo do tempo.

## **2.3.2 Métodos**

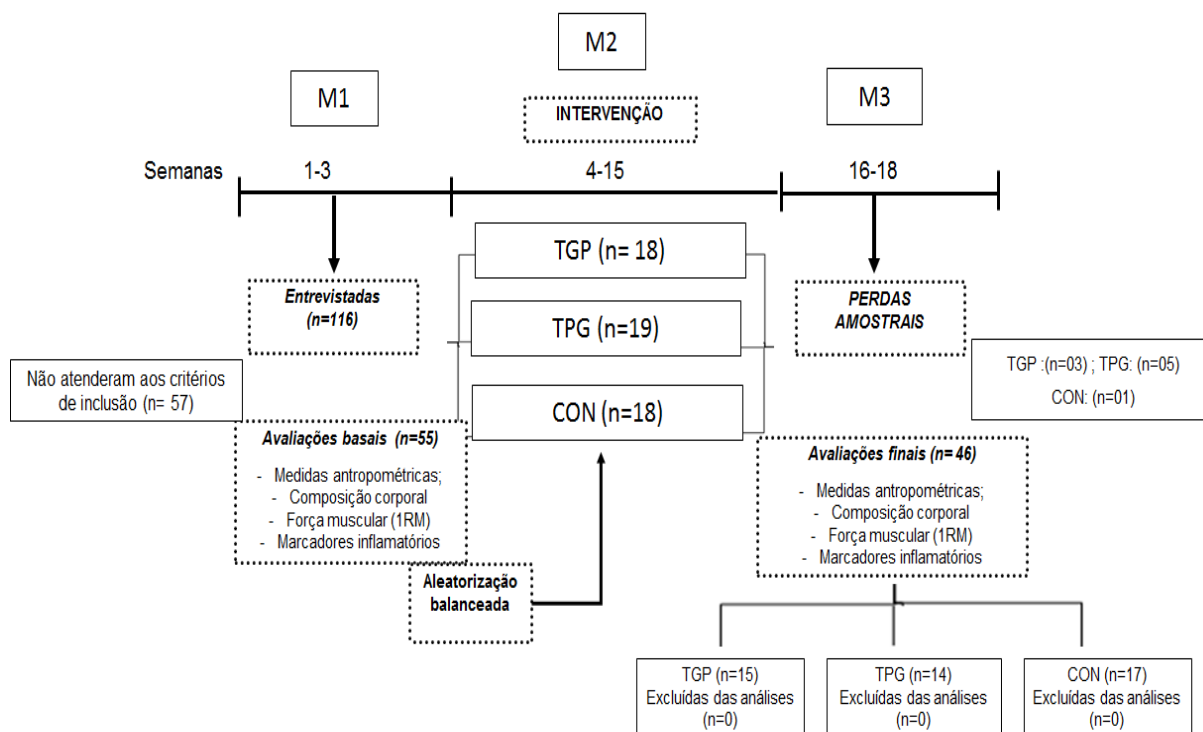
### **2.3.2.1 Participantes**

Após a divulgação do respectivo projeto, 112 mulheres idosas (idade  $\geq 60$  anos) se voluntariaram a participar do presente estudo. As participantes foram selecionadas por meio de entrevista e anamnese clínica, com base nos seguintes critérios de inclusão: (1) ter idade igual ou superior a 60 anos; (2) ser do sexo feminino e fisicamente independente; (3) não ser portadora de cardiopatias e/ou desordens musculoesqueléticas que impedisse a prática de exercícios físicos; (4) não ser diabética ou hipertensa não-controlada; e (5) não estar envolvida 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. Vale destacar que foram inseridas neste estudo 55 mulheres idosas que atenderam os critérios de inclusão descritos para o estudo e que, após serem avaliadas por um médico cardiologista, foram liberadas para a prática do TR sem qualquer tipo de restrição. As participantes selecionadas foram submetidas a testes de uma repetição máxima (1-RM) e exames de absorptometria radiológica de dupla energia (DEXA), para determinação dos valores iniciais de força e MME, respectivamente. Com base nessas informações, as participantes foram separadas aleatoriamente, de maneira balanceada, em três grupos: grupo treinamento dos grandes para os pequenos grupos musculares (TGP:  $n = 18$ ;  $69,9 \pm 6,0$  anos;  $66,1 \pm 11,0$  kg;  $155,2 \pm 6,0$  cm;  $27,4 \pm 4,0$  kg/m<sup>2</sup>), grupo treinamento dos pequenos para os grandes grupos musculares (TPG:  $n = 19$ ;  $68,6 \pm 5,6$  anos;  $64,7 \pm 11,6$  kg;  $155,6 \pm 5,6$  cm;  $26,7 \pm 4,7$  kg/m<sup>2</sup>) e grupo controle (CON:  $n = 18$ ;  $67,1 \pm 4,2$  anos;  $68,2 \pm 11,0$  kg;  $155,4 \pm 6,1$  cm;  $28,2 \pm 4,1$  kg/m<sup>2</sup>). Dessas, 46 participantes completaram o estudo e foram incluídas nas análises finais. Antes do início do estudo, após serem esclarecidas sobre os propósitos da presente investigação e procedimentos aos quais seriam submetidas, todas as participantes

assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. O presente estudo foi conduzido de acordo com a Declaração de Helsinki e o projeto que deu origem ao estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade local.

### 2.3.2.2 Delineamento experimental

O estudo teve uma duração total de 18 semanas que foram divididas em três diferentes etapas. A primeira etapa (semanas 1-3) correspondeu a seleção da amostra e avaliações iniciais, a saber: testes de uma repetição máxima (1-RM), medidas antropométricas, exames de absorptometria radiológica de dupla energia (DEXA), hábitos alimentares e, também, coletas sanguíneas. Na segunda etapa (semanas 4-15), as participantes após serem aleatorizadas de maneira balanceada pela força relativa a MME foram submetidas a um programa de TR por 12 semanas, de acordo com a ordem de execução dos exercícios estabelecida para cada um (grupos TGP e TPG), ou se mantiveram sem a prática de qualquer tipo de exercício físico regular no mesmo período (grupo CON). Por fim, a terceira etapa (semanas 16-18) foi destinada à reavaliação de todas as variáveis analisadas na primeira etapa. A figura 2.3.1 apresenta o delineamento do presente estudo.



**Figura 2.3.1.** Delineamento experimental. TGP = grupo treinamento dos grandes para os pequenos grupos musculares, TPG = grupo treinamento dos pequenos para os grandes grupos musculares, CON = grupo controle. M1- M3 = momentos do estudo.

### 2.3.2.3 Medidas antropométricas

A massa corporal foi mensurada em uma balança de leitura digital (Balmak, modelo Classe III, Labstore, Curitiba, Paraná, Brasil), com escala de 0,1 kg, ao passo que a estatura foi determinada por meio de um estadiômetro acoplado à mesma, com escala de 0,1 cm, com selo do INMETRO. A partir dessas medidas foi calculado o índice de massa corporal (IMC), por meio da razão entre a massa corporal e o quadrado da estatura, sendo a massa corporal expressa em quilogramas (kg) e a estatura em metros (m).

### 2.3.2.4 Composição corporal

Para a determinação dos diferentes componentes da composição corporal, as participantes foram submetidas a exames de DEXA. As medidas foram realizadas em um equipamento específico (Lunar Prodigy, modelo GE Healthcare, ID 14739, Madison, WI, USA), mediante escaneamento de corpo inteiro. A calibragem do equipamento seguiu as recomendações do fabricante e tanto a calibragem quanto as análises foram realizadas por um técnico de radiologia, com experiência nesse tipo de avaliação. As participantes foram medidas trajando roupas leves, descalças e sem portar nenhum objeto metálico ou qualquer outro acessório junto ao corpo. As participantes permaneceram deitadas em decúbito dorsal e imóveis, com os braços ao lado do corpo na posição de supinação sobre a mesa do equipamento até a finalização da medida. Além das medidas de gordura, obteve-se também as medidas de massa isenta de gordura e osso apendicular de membros superiores (MIGO/SUP) e inferiores (MIGO/INF). A MME foi estimada a partir da quantificação do tecido magro e mole apendicular, mediante a utilização da equação preditiva proposta por Kim et al.<sup>36</sup>. Análises de reprodutibilidade resultaram em um erro padrão de estimativa (EPE) = 0,29 kg e um coeficiente de correlação intraclasse (CCI) > 0,99 para MME e EPE = 0,9 kg e CCI > 0,99 para gordura corporal.

### 2.3.2.5 Força muscular

Para a estimativa da força muscular foi utilizado o teste de uma repetição máxima (1-RM) em três exercícios resistidos, na seguinte ordem: supino vertical, cadeira extensora e rosca *scott*. As participantes foram instruídas previamente sobre todos os procedimentos e técnicas a serem exigidas nos testes. Em cada sessão de testagem, foi executado um aquecimento anterior ao início da primeira tentativa, para cada exercício, por meio da realização de uma série de 6 a 10 repetições com aproximadamente 50% da carga inicial a ser testada, seguido por três tentativas com intervalos de três a cinco minutos entre elas, em todos os exercícios. O intervalo de transição entre os exercícios foi de cinco minutos. O aumento ou a redução das cargas empregadas em cada tentativa foi na ordem de 3 a 10%, de acordo com o grau de facilidade ou dificuldade observada para cada participante. A carga

registrada como 1-RM foi aquela na qual foi possível a realização de uma única ação muscular voluntária máxima, nas fases concêntrica e excêntrica. Três sessões de 1-RM foram realizadas, separadas por intervalos de 48 h entre elas. Medidas de reprodutibilidade foram obtidas no supino (EPE = 0,46 kg e CCI > 0,97), cadeira extensora (EPE = 1,67 kg e CCI > 0,91) e rosca *scott* (EPE = 0,93 kg e CCI > 0,93). Após a determinação do 1-RM de cada exercício, a força total absoluta (FTA) foi determinada pela somatória das cargas levantadas nos três exercícios analisados e a força total relativa (FTR) pela razão FT : massa corporal.

#### **2.3.2.6 Qualidade Muscular**

Medidas de qualidade muscular de membros superiores (QMMS) foram determinadas a partir da divisão da carga máxima mobilizada no exercício rosca *scott* pela MIGO/SUP obtida pelo DEXA, enquanto a qualidade muscular de membros inferiores (QMMI) pela divisão da carga máxima mobilizada no exercício cadeira extensora MIGO/INF. Calculou-se ainda o índice de qualidade muscular total (QMT) pela razão FTA : MME<sup>7</sup>.

#### **2.3.2.7 Programa de treinamento resistido**

O programa de TR supervisionado foi composto por oito exercícios em uma montagem localizada por articulação, que foram executadas em três séries de 10-15 RM ao longo de 12 semanas, com frequência de três sessões semanais (segundas, quartas e sextas-feiras). O intervalo de recuperação estabelecido entre as séries e os exercícios foi de 60 a 120 s. As cargas foram reajustadas durante todo o período de treinamento com base no teste de peso por repetições máximas, sempre que o limite superior de repetições pré-determinadas para cada exercício fosse atingido nas três séries (3 x 15RM)<sup>37</sup>. O grupo TGP executou os exercícios na seguinte ordem: supino vertical, remada sentada, tríceps no pulley, rosca *scott*, leg press horizontal, cadeira extensora, mesa flexora e panturrilha sentada, enquanto o grupo TPG seguiu a ordem: rosca *scott*, tríceps no pulley, remada sentada, supino vertical, panturrilha sentada, mesa flexora, cadeira extensora e leg press horizontal.

O volume semanal de treino em cada exercício (supino vertical, remada sentada, tríceps no pulley, rosca *scott*, leg press horizontal, cadeira extensora, mesa flexora e panturrilha sentada) foi calculado pela carga levantada em cada exercício x número de repetições x número de sessões executadas ao longo da semana (carga x repetições x sessões). O VTT foi determinado por meio do somatório dos volumes semanais de treino em cada exercício. Para as comparações entre os grupos submetidos ao treinamento (TGP e TPG), adotou-se como referência os valores registrados na primeira, quarta, oitava e décima segunda semana de treinamento.

### 2.3.2.8 Marcadores inflamatórios

Coletas de sangue, após jejum de 12 h foram realizadas para a determinação de Interleucinas 6 e 10 (IL-6 e IL-10) e fator de necrose tumoral alfa (TNF- $\alpha$ ), por meio da metodologia ELISA, utilizando kits ELISA READY-SET-GO (eBioscience Inc., San Diego, USA). As concentrações séricas de proteína C-reativa ultrasensível (PCR-us) foram determinadas em um auto-analisador bioquímico (Siemens®), utilizando-se kits Siemens. Todas as análises foram realizadas em um laboratório especializado, no Hospital Universitário local. O coeficiente de variação intra e interensaio foi menor que 10% para todos os parâmetros analisados. A razão IL-10/TNF- $\alpha$  foi adotada como indicador do grau de inflamação<sup>38</sup>.

### 2.3.2.9 Tratamento estatístico

Análise de variância de um fator (ANOVA *one way*) foi utilizada para a comparação das variáveis no momento basal do estudo (pré-treinamento) entre os três grupos (TGP, TPG e CON) e também para as comparações entre as variações percentuais (% $\Delta$ ) de modificação das variáveis. Para as comparações no VTT basal, utilizou-se o teste t de *Student* para amostras independentes entre os dois grupos submetidos ao treinamento (TGP e TPG). As comparações entre grupos (TGP, TPG e CON) nos diferentes momentos (pré e pós-treinamento), foram realizadas pela ANOVA *two-way* para medidas repetidas, seguida do teste *post hoc* de *Fisher* para a identificação das diferenças específicas nas variáveis em que os valores de F encontrados foram significantes ( $P < 0,05$ ). Para as variáveis que apresentaram diferenças nas medidas basais, análise de covariância (ANCOVA) foi utilizada, com as medidas da linha de base sendo adotadas como covariável. As possíveis relações entre as variáveis foram analisadas pela correlação de *Spearman*. A magnitude do tamanho das diferenças foi calculado pelo tamanho do efeito proposto por Cohen<sup>39</sup>.

### 2.3.3 Resultados

As informações sobre a FT (absoluta e relativa), MIGO (superior e inferior) e QM são apresentadas na tabela 2.3.1. Interação grupo x tempo ( $P < 0,05$ ) foi identificada para a maioria das variáveis analisadas, com ambos os grupos submetidos ao TR exibindo aumentos significantes, contudo sem diferenças entre eles ( $P > 0,05$ ). Nenhum efeito principal ou interação foi encontrado na QMMS ( $P > 0,05$ ).

O comportamento do VTT está demonstrado na figura 2.3.2. Um efeito principal do tempo ( $P < 0,01$ ) indicou aumentos similares em ambos os grupos (TGP e TPG). Na figura 2.3.3 são apresentadas as variações na MME (painel A) e gordura corporal total (painel B).

Interação grupo x tempo ( $P < 0,01$ ) foi revelada para MME e gordura corporal total, sem diferenças entre TGP e TPG ( $P > 0,05$ ), com os grupos submetidos ao treinamento apresentando aumentos em torno de 1 kg (6%) para MME e diminuições significantes de gordura corporal na ordem de aproximadamente 1,4 kg (6%).

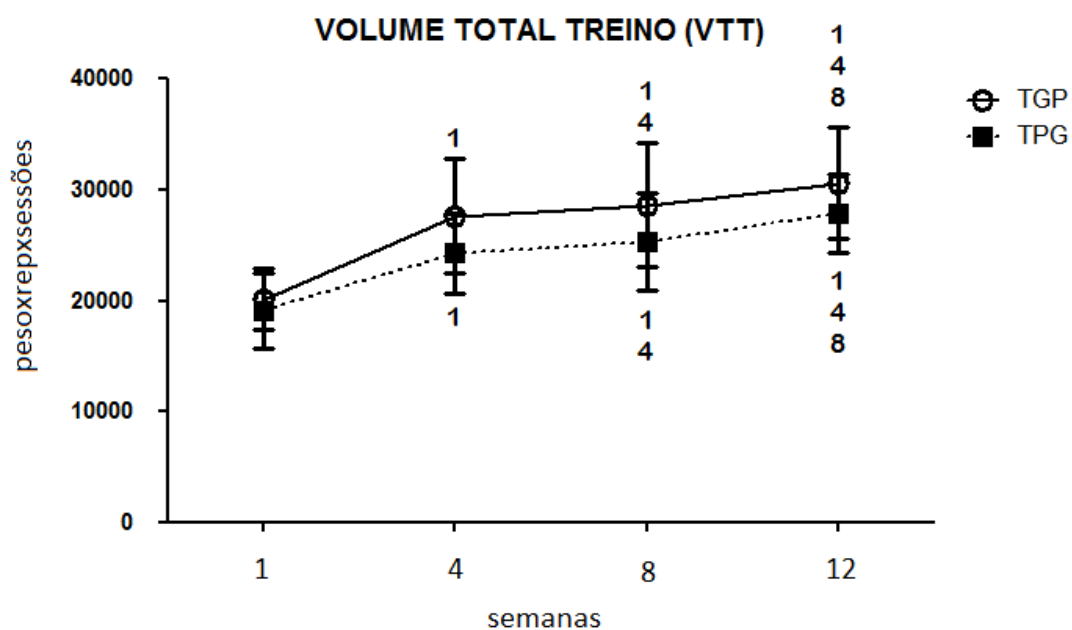
O comportamento dos marcadores inflamatórios é apresentado na tabela 2.3.2. Efeito principal do tempo ( $P = 0,02$ ) foi observado para o TNF- $\alpha$ , com reduções sendo identificadas nos grupos submetidos ao TR (TGP = - 23,7% vs. TPG = -27,5%,  $P > 0,05$ ). Interação grupo x tempo ( $P < 0,05$ ) foi encontrada nos demais marcadores analisados, com reduções nas concentrações dos grupos TGP e TPG, sem diferenças entre eles ( $P > 0,05$ ). O tamanho do efeito (TE) foi de moderado a grande magnitude para todas os marcadores inflamatórios analisados nos grupos TGP e TPG.

A Tabela 2.3.3 mostra os resultados das correlações de *Spearman* entre as variações ( $\Delta\%$ ) dos marcadores inflamatórios com as variáveis gordura corporal total (GTOTAL), MME, FTA, FTR e QMT. Uma correlação negativa e significativa ( $P < 0,05$ ) entre GTOTAL e IL-10 foi revelada somente no grupo CON. As demais variáveis não demonstraram correlações significantes ( $P > 0,05$ ).

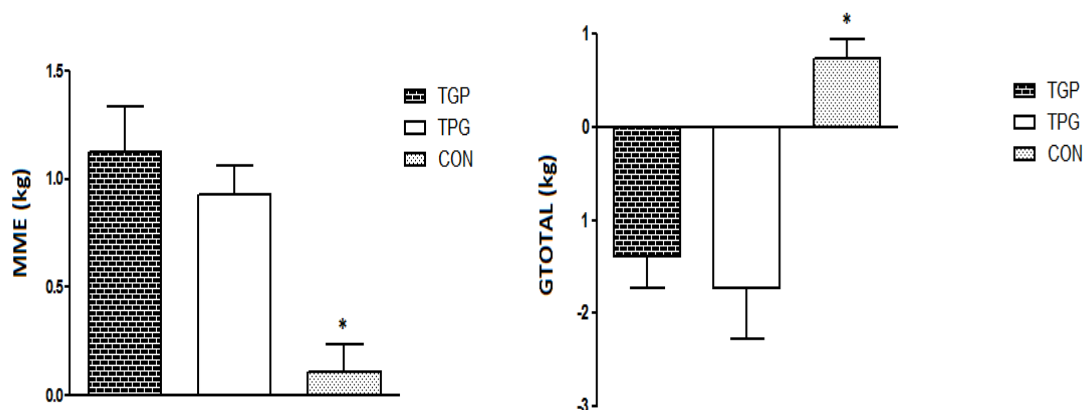
**Tabela 2.3.1.** Força muscular, massa isenta de gordura e osso e qualidade muscular de mulheres idosas antes e após 12 semanas de intervenção.

Variáveis	TGP (n = 15)		TPG (n = 14)		CON (n = 17)		Power SP ( $\eta^2p$ )	Efeitos	ANOVA	
	Média ± DP	IC (95%)	Média ± DP	IC (95%)	Média ± DP	IC (95%)			F	P
<b>FTA (kg)</b>										
Pré	114,1 ± 17,0	(104,6 - 123,5)	118,4 ± 22,1	(105,7 - 131,2)	111,6 ± 14,2	(104,3 - 118,9)	0,73 (0,17)	Grupo	4,38	0,02
Pós	132,9 ± 21,5*	(120,9 - 144,8)	130,9 ± 19,9*	(119,5 - 142,4)	104,4 ± 14,7*	(96,9 - 111,9)	1,00 (0,51)	Tempo	44,55	<0,01
Δ%	+16,5	-	+10,5	-	-6,5	-	1,00 (0,68)	Interação	44,66	<0,01
TE	+1,00	-	+0,62	-	-0,52	-				
<b>FTR (kg)</b>										
Pré	1,8 ± 0,4	(2,0 - 2,1)	1,9 ± 0,4	(1,7 - 2,1)	1,7 ± 0,3	(1,5 - 1,8)	0,80 (0,20)	Grupo	5,26	<0,01
Pós	2,0 ± 0,5*	(1,8 - 2,3)	2,1 ± 0,4*	(1,9 - 2,3)	1,6 ± 0,3 <sup>§</sup>	(1,4 - 1,7)	1,00 (0,50)	Tempo	40,60	<0,01
Δ%	+11,1	-	+10,5	-	-5,8	-	1,00 (0,65)	Interação	39,00	<0,01
TE	+0,46	-	+0,52	-	-0,35	-				
<b>MIGO SUP (kg)</b>										
Pré	3,4 ± 0,3	(3,2 - 3,5)	3,4 ± 0,7	(3,0 - 3,9)	3,8 ± 0,6	(3,5 - 4,1)	0,16 (0,03)	Grupo	0,69	0,50
Pós	3,7 ± 0,3*	(3,5 - 3,9)	3,7 ± 0,8*	(3,3 - 4,2)	3,7 ± 0,6	(3,4 - 4,0)	1,00 (0,48)	Tempo	41,04	<0,01
Δ%	+8,8	-	+8,8	-	-2,6	-	1,00 (0,47)	Interação	19,21	<0,01
TE	+0,88	-	+0,39	-	+0,17	-				
<b>MIGO INF (kg)</b>										
Pré	11,7 ± 1,2	(11,0 - 12,4)	11,2 ± 2,0	(10,0 - 12,5)	10,9 ± 1,6	(10,1 - 11,7)	0,32 (0,07)	Grupo	1,60	0,21
Pós	12,4 ± 1,4*	(11,6 - 13,1)	11,7 ± 2,0*	(10,5 - 13,0)	11,1 ± 1,4	(10,4 - 11,9)	1,00 (0,50)	Tempo	42,84	<0,01
Δ%	+6,0	-	+4,5	-	+1,8	-	0,68 (0,16)	Interação	3,95	0,03
TE	+0,56	-	+0,26	-	+0,14	-				
<b>QMMS</b>										
Pré	5,8 ± 0,9	(5,3 - 6,3)	5,8 ± 0,8	(5,4 - 6,3)	5,3 ± 0,6	(5,0 - 5,6)	0,78 (0,19)	Grupo	4,97	0,01
Pós	6,1 ± 1,1	(5,5 - 6,7)	6,0 ± 0,8	(5,5 - 6,5)	5,1 ± 0,7	(4,8 - 5,5)	0,16 (0,02)	Tempo	1,00	0,32
Δ%	+5,2	-	+3,4	-	-3,7	-	0,36 (0,08)	Interação	1,81	0,17
TE	+0,31	-	+0,26	-	-0,30	-				
<b>QMMI</b>										
Pré	4,5 ± 0,8	(4,0 - 5,0)	4,9 ± 1,1	(4,3 - 5,6)	4,6 ± 0,8	(4,2 - 5,0)	0,53 (0,12)	Grupo	2,85	0,07
Pós	5,1 ± 1,0*	(4,6 - 5,7)	5,4 ± 1,1*	(4,7 - 6,1)	4,2 ± 0,8* <sup>§</sup>	(3,8 - 4,6)	0,98 (0,28)	Tempo	16,25	<0,01
Δ%	+13,3	-	+10,2	-	-8,7	-	1,00 (0,64)	Interação	37,51	<0,01
TE	+0,69	-	+0,47	-	-0,52	-				
<b>QMT</b>										
Pré	6,9 ± 0,9	(6,4 - 7,4)	7,5 ± 1,1	(6,8 - 8,2)	7,0 ± 1,0	(6,5 - 7,5)	0,61 (0,14)	Grupo	3,44	0,04
Pós	7,5 ± 1,2*	(6,9 - 8,2)	7,8 ± 1,1*	(7,2 - 8,5)	6,4 ± 0,9*	(6,0 - 6,9)	0,40 (0,07)	Tempo	3,08	0,08
Δ%	+8,7	-	+4,0	-	-8,6	-	1,00 (0,53)	Interação	23,71	<0,01
TE	+0,59	-	+0,28	-	-0,65	-				

**Nota:** FTA = força total absoluta; FTR = força total relativa; MIGO SUP = massa isenta de gordura e osso membro superior; MIGO INF = massa isenta de gordura e osso membro inferior; QMMS = qualidade muscular de membro superior; QMMI = qualidade muscular de membro inferior; QMT = qualidade muscular total; Δ% = variação percentual; TE = Tamanho do efeito; TGP = grupo treinamento dos grandes para os pequenos grupos musculares; TPG = grupo treinamento dos pequenos para os grandes grupos musculares; CON = grupo controle. \* $P < 0,05$  vs pré; IC (95%) intervalo de confiança de 95%.



**Figura 2.3.2.** Evolução do volume total de treino (VTT) ao longo das semanas 1, 4, 8 e 12 nos grupos TGP (n = 15) e TPG (n = 14). Os números indicam diferenças significantes ( $P < 0,05$  vs. semana representada). Dados estão expressos em média e desvio padrão (DP).



**Figura 2.3.3.** Variação absoluta na MME (painel A) e gordura corporal total (painel B) dos grupos TGP (n = 15), TPG (n = 14) e CON (n = 17). \* $P < 0,05$  vs. grupos treinamento (TGP e TPG). Dados estão expressos em média e desvio padrão.

**Tabela 2.3.2.** Marcadores inflamatórios de mulheres idosas antes e após 12 semanas de intervenção.

Variáveis	TGP (n = 15)		TPG (n = 14)		CON (n = 17)		Power	Efeitos	F	P
	Média ± DP	IC (95%)	Média ± DP	IC (95%)	Média ± DP	IC (95%)	SP ( $\eta^2_p$ )			
<b>TNF-<math>\alpha</math> (pg/ml)</b>								<b>ANOVA</b>		
Pré	3,8 ± 1,7	(2,9 - 4,8)	4,0 ± 2,3	(2,7 - 5,4)	3,2 ± 1,7	(2,3 - 4,1)	0,06 (0,00)	Grupo	0,10	0,91
Pós	2,9 ± 0,5*	(2,6 - 3,2)	2,9 ± 0,6*	(2,6 - 3,3)	3,3 ± 1,9	(2,4 - 4,3)	0,66 (0,12)	Tempo	5,95	0,02
$\Delta\%$	-23,7	-	-27,5	-	+3,1	-	0,43 (0,09)	Interação	2,25	0,12
TE	-0,74	-	-0,68	-	+0,06	-				
<b>IL-6 (pg/ml)</b>								<b>ANOVA</b>		
Pré	2,8 ± 0,8	(2,4 - 3,2)	2,7 ± 0,9	(2,2 - 3,2)	2,8 ± 0,6	(2,5 - 3,2)	0,56 (0,13)	Grupo	3,08	0,06
Pós	2,4 ± 0,3	(2,2 - 2,6)	2,3 ± 0,2	(2,2 - 2,4)	3,1 ± 0,9	(2,6 - 3,5)	0,36 (0,06)	Tempo	2,68	0,11
$\Delta\%$	-14,3	-	-14,8	-	+10,7	-	0,61 (0,14)	Interação	3,41	0,04
TE	-0,69	-	-0,64	-	+0,41	-				
<b>IL-10 (pg/ml)</b>								<b>ANOVA</b>		
Pré	11,5 ± 8,9	(6,4 - 16,7)	10,1 ± 3,8	(12,3 - 15,0)	13,8 ± 6,5	(10,4 - 17,2)	0,66 (0,15)	Grupo	3,78	0,03
Pós	18,7 ± 11,1*	(12,4 - 25,1)	15,0 ± 4,5*	(12,4 - 17,6)	5,6 ± 4,0*	(3,5 - 7,7)	0,17 (0,02)	Tempo	1,06	0,31
$\Delta\%$	+62,6	-	+48,5	-	-59,4	-	1,00 (0,42)	Interação	15,43	<0,01
TE	+0,74	-	+1,22	-	-1,57	-				
<b>PCR-us (ml/dL)</b>								<b>ANOVA</b>		
Pré	3,1 ± 1,6	(2,2 - 4,0)	3,1 ± 1,2	(2,43 - 3,77)	3,0 ± 2,1	(1,92 - 4,12)	0,49 (0,11)	Grupo	2,60	0,09
Pós	2,3 ± 1,4*	(1,5 - 3,1)	2,2 ± 0,6*	(1,84 - 2,54)	4,4 ± 2,1*	(3,33 - 5,44)	0,09 (0,00)	Tempo	0,37	0,54
$\Delta\%$	-25,8	-	-29,0	-	+46,7	-	1,00 (0,39)	Interação	13,56	<0,01
TE	-0,59	-	-0,98	-	+0,69	-				
<b>Razão IL10/TNF-<math>\alpha</math></b>								<b>ANCOVA</b>		
Pré	2,9 ± 2,5	(1,5 - 4,3)	3,0 ± 1,6	(2,1 - 4,0)	4,7 ± 2,3	(3,6 - 5,9)	0,97 (0,31)	Grupo	9,55	<0,01
Pós	6,1 ± 4,2*	(3,8 - 8,5)	5,3 ± 1,8*	(4,3 - 6,3)	2,0 ± 1,6*	(1,1 - 2,8)	1,00 (0,36)	Tempo	23,86	<0,01
$\Delta\%$	+110,3	-	+76,7	-	-57,4	-	0,97 (0,31)	Interação	9,55	<0,01
TE	+0,96	-	+1,40	-	-1,41	-				

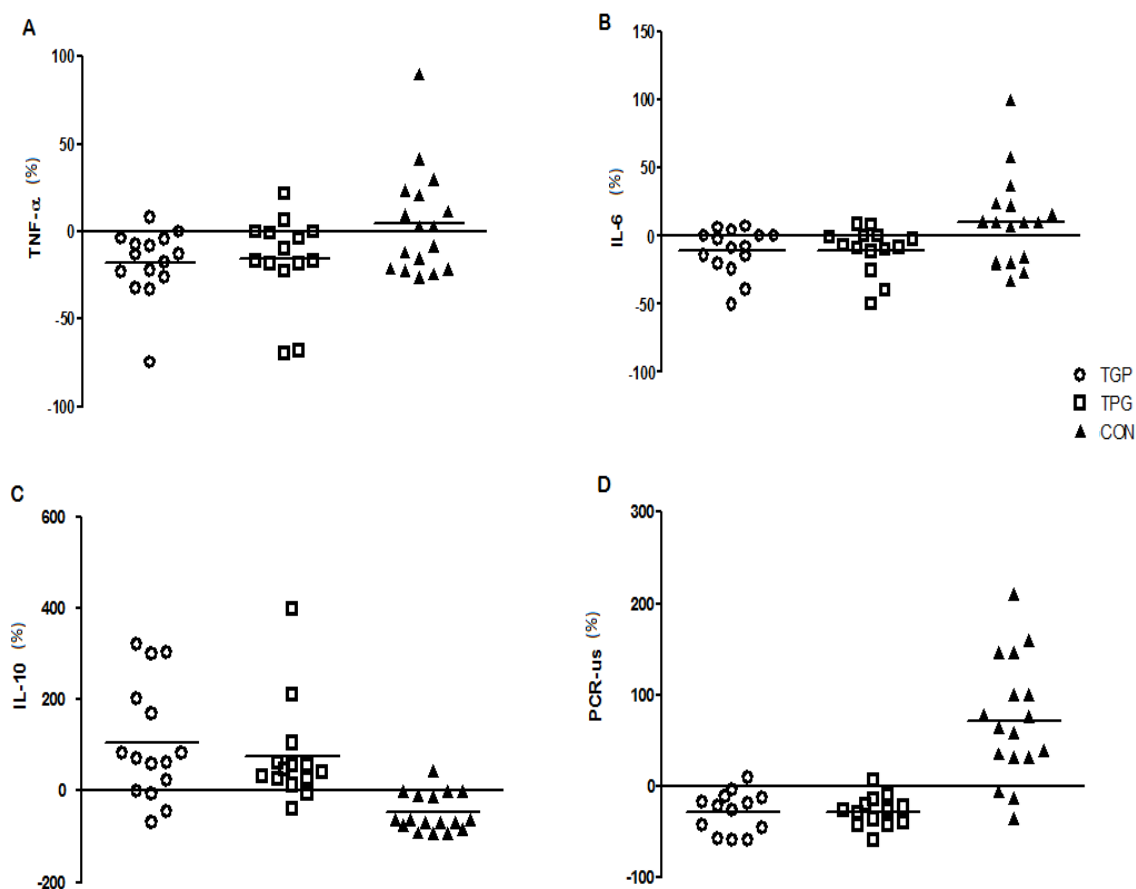
**Nota.** TNF- $\alpha$  = Fator de necrose tumoral alfa; IL-6 = Interleucina 6; IL-10 = Interleucina 10; PCR-us = Proteína C-reativa ultra-sensível; Razão IL-10/TNF- $\alpha$  = Interleucina 10/ Fator de necrose tumoral alfa;  $\Delta\%$  = variação percentual; TE = Tamanho do efeito; TGP = grupo treinamento dos grandes para os pequenos grupos musculares; TPG = grupo treinamento dos pequenos para os grandes grupos musculares; CON = grupo controle. \* $P < 0.05$  vs pré; (IC 95%) intervalo de confiança de 95%.

**Tabela 2.3.3** Correlações de *Spearman* entre as variações nos marcadores inflamatórios ( $\Delta\%$ ) e indicadores de gordura corporal, massa muscular esquelética e qualidade muscular de mulheres idosas.

Variáveis	Grupos	TNF- $\alpha$	IL-6	IL-10	PCR-us
<b>GTOTAL (kg)</b>	TGP	-0,12	0,17	0,26	-0,00
	TPG	-0,19	0,20	-0,26	0,01
	CON	-0,10	0,04	-0,56*	0,23
<b>MME (kg)</b>	TGP	0,40	0,44	0,29	0,28
	TPG	-0,36	-0,11	0,46	0,31
	CON	0,44	-0,38	0,17	-0,28
<b>FTA (kg)</b>	TGP	-0,25	0,25	0,26	-0,00
	TPG	-0,13	0,27	-0,26	0,11
	CON	-0,05	-0,35	-0,27	0,11
<b>FTR (kg)</b>	TGP	-0,33	0,14	0,15	0,05
	TPG	-0,33	0,18	0,02	0,17
	CON	-0,11	-0,40	-0,12	0,16
<b>QMT</b>	TGP	-0,39	- 0,00	0,07	0,00
	TPG	- 0,05	0,27	0,16	0,32
	CON	-0,20	-0,05	-0,28	0,26

**Nota.** GTOTAL = gordura total; MME = massa muscular esquelética; FTA = força total absoluta; FTR = força total relativa; QMT = qualidade muscular total; TGP = grupo treinamento dos grandes para os pequenos grupos musculares; TPG = grupo treinamento dos pequenos para os grandes grupos musculares; CON = grupo controle; TNF- $\alpha$  = Fator de necrose tumoral alfa; IL-6 = Interleucina 6; IL-10 = Interleucina 10; PCR-us = Proteína C-reativa ultra-sensível. \* $P < 0,05$ .

A figura 2.3.4 apresenta as variações relativas dos marcadores inflamatórios, nos respectivos grupos (painel A = TNF- $\alpha$ , painel B = IL-6, painel C = IL-10 e painel D = PCR-us). Um comportamento bastante similar entre os grupos submetidos ao TR (TGP e TPG) e bastante distinto do grupo controle (CON) pode ser observado.



**Figura 2.3.4.** Modificações relativas (%) dos marcadores inflamatórios TNF- $\alpha$  (painel A), IL-6 (painel B), IL-10 (painel C) e PCR-us (painel D) de mulheres idosas nos respectivos grupos treinamento: TGP (n = 15), TPG (n = 14) e CON (n = 17), após 12 semanas de intervenção em mulheres idosas. TNF- $\alpha$  = fator de necrose tumoral alfa; IL-6 = Interleucina 6; IL-10 = Interleucina 10; PCR-us = Proteína C-reativa ultra-sensível. TGP = grupo treinamento dos grandes para os pequenos grupos musculares; TPG = grupo treinamento dos pequenos para os grandes grupos musculares; CON = grupo controle.

### 2.3.4 Discussão

Os principais achados do presente estudo foram que o TR proporcionou melhoria na QMT, na QMMI e no perfil inflamatório, em mulheres idosas, independente da ordem de execução dos exercícios. Nossa hipótese de que o grupo TGP poderia exibir melhores adaptações sobre as variáveis analisadas, provavelmente, por proporcionar um maior VTT não foi confirmada, uma vez que ambos os grupos submetidos ao TR (TGP e TPG) tiveram uma evolução relativamente semelhante ao longo de 12 semanas de treinamento, o que resultou em respostas adaptativas positivas e similares, a partir das diferentes ordens de execução testadas.

De acordo com o nosso conhecimento, esse é o primeiro estudo que buscou comparar as possíveis respostas adaptativas crônicas ao TR de indicadores de qualidade muscular (QM) e marcadores inflamatórios, em mulheres idosas, a partir de diferentes ordens de execução dos exercícios. Entretanto, a ausência de estudos anteriores na população idosa dificulta sobremaneira as comparações e a extrapolação dos nossos resultados. Apesar disso, estudos com adultos jovens já haviam relatado um comportamento evolutivo semelhante no VTT em amostras submetidas a diferentes ordens de execução dos exercícios em programas de TR<sup>40-42</sup>. Todavia, os desfechos analisados por esses estudos foram distintos da proposta da presente investigação.

No presente estudo, a melhoria na QMT em ambos os grupos submetidos ao TR (TGP = 8,7% vs. TPG = 4,0%) em apenas 12 semanas de intervenção se contrapõe a ausência de mudanças relatadas por Correa et al.<sup>43</sup>, em investigação conduzida com período de duração semelhante, também, em mulheres idosas. Assim, acredita-se que as diferenças encontradas podem ser, pelo menos em parte, atribuídas às características distintas dos programas de TR empregados e, sobretudo, aos diferentes métodos utilizados para estimativa da MME e força muscular. Não obstante, além da melhoria na QMT, o nosso estudo revelou melhoria na QMMI, em ambos os grupos (TGP = 13,3% vs. TPG = 10,2%), o que é particularmente importante para idosos, visto que o declínio relativo à idade na QM, apresenta-se de forma diferente na comparação entre membros inferiores e superiores, com maior declínio com o avançar da idade sendo observado em membros inferiores<sup>44</sup>. A melhoria na QMMI pode refletir favoravelmente em tarefas comuns da vida diária, como andar com mais segurança ou, simplesmente, levantar-se de uma cadeira.

Em contrapartida, os nossos resultados corroboram as respostas encontradas por Radaelli et al.<sup>19</sup> na QM, ao analisarem programas de TR executado em diferentes volumes por 13 semanas. Tal como verificado neste estudo, os autores encontraram melhoria significativa na QM, em mulheres idosas. Vale destacar que as respostas encontradas no estudo foram similares, independente do volume de TR aplicado.

Os mecanismos pelos quais o TR pode induzir melhorias na QM não estão totalmente esclarecidos, em particular, devido a complexidade de análise<sup>7</sup>, uma vez que parecem estar relacionados a uma série de fatores que podem ser modificados com o TR, incluindo alterações estruturais, fisiológicas e funcionais, tais como: aumento no recrutamento de unidades motoras, sincronismo entre músculos agonistas e antagonistas, alterações na arquitetura muscular, aumento na força muscular, aumento de proteínas contráteis, aumento na área de secção transversa do músculo, re-inervação da fibra muscular e/ou redução de lipídios no interior do músculo<sup>7,18</sup>. Adicionalmente, estudos recentes têm indicado que a inflamação crônica pode desempenhar papel importante no declínio funcional associado ao envelhecimento, sugerindo que a prática regular de exercícios físicos pode reverter grande parte deste processo, proporcionando um balanço favorável nas citocinas pró e anti-inflamatórias<sup>15,25</sup>.

Nesse sentido, o presente estudo revelou, melhoria significativa nos marcadores inflamatórios avaliados, independente da ordem de execução dos exercícios resistidos. Em ambos os grupos submetidos ao TR foram encontradas reduções nas concentrações dos marcadores pró-inflamatórios TNF- $\alpha$ , IL-6 e PCR-us, além de aumentos de grande magnitude para a IL-10, uma das principais citocinas anti-inflamatórias. Consequentemente, um importante incremento na razão IL-10/TNF- $\alpha$  foi identificado, indicando um balanço anti-inflamatório positivo.

Embora não existam estudos similares a este disponíveis na literatura até o presente momento, diversas investigações têm analisado os possíveis benefícios do TR sobre os marcadores inflamatórios<sup>17,22,26-28,45,46</sup>. Neste sentido, Prestes et al.<sup>22</sup>, ao analisarem o efeito de 16 semanas de TR sobre marcadores inflamatórios, em mulheres pós-menopausadas, não encontraram alterações estatisticamente significantes para o TNF- $\alpha$ , embora reduções basais nos níveis de IL-6 tenham sido reveladas. Onabelé-Person et al.<sup>27</sup> relataram redução de ~16% do TNF- $\alpha$ , sem alterações na IL-6, em mulheres idosas submetidas a 12 semanas de TR. De forma similar, Olson et al.<sup>26</sup> também não encontraram mudanças na IL-6, mas sim na PCR. Tais mudanças na PCR, induzidas pelo TR têm sido mais frequentemente descritas na literatura<sup>17,46,47</sup>. Em protocolos de TR com menor tempo de duração (oito semanas) não foram identificadas mudanças no TNF- $\alpha$  e IL-6<sup>45</sup>.

Como pode ser observado, os resultados encontrados até o momento são relativamente contraditórios e de difícil explicação, particularmente, pelas inúmeras diferenças nos protocolos de TR adotados nessas investigações. Independente disso, a maioria dos estudos disponíveis na literatura tem indicado melhoria associada ao TR, em pelo menos um dos marcadores de inflamação crônica<sup>48-50</sup>.

De fato, nas últimas décadas diversos estudos têm demonstrado um efeito protetor do exercício físico regular na inflamação crônica<sup>15,25,51</sup>. Entretanto, ainda não está bem estabelecido quais seriam os mecanismos responsáveis por tais alterações, embora algumas hipóteses possam ser discutidas. Mavros et al.<sup>52</sup> defendem que as modificações na inflamação crônica proporcionadas pelo TR são dependentes de mudanças na composição corporal, uma vez que as reduções nos níveis de PCR em seu estudo foram correlacionadas tanto com o aumento da MME quanto com reduções da gordura corporal. Essa hipótese tem sido reforçada pelos resultados encontrados em outros estudos<sup>51,53</sup>. Em nosso estudo, embora tenhamos observado importantes modificações na composição corporal, as análises complementares não indicaram correlações significantes nas variáveis analisadas, exceto no grupo CON, no qual uma correlação negativa foi observada entre a IL-10 e a gordura corporal total, o que confirma, pelo menos em parte, indicativos anteriores de que o excesso de gordura corporal pode favorecer o decréscimo de citocinas anti-inflamatórias<sup>54</sup>. Todavia, não se pode excluir completamente a possibilidade de que outras modificações possam estar relacionadas, dado que as análises podem estar sobre influência do tamanho da amostra e métodos utilizados para obtenção das variáveis do presente estudo. Por outro lado, também não se pode descartar a possibilidade de que o TR possa impactar positivamente sobre a inflamação crônica mediante a ação de mecanismos que independem de modificações na composição corporal, como verificado em alguns estudos<sup>18,46,55</sup>.

Desse modo, o que vem sendo discutido nas últimas décadas é que possivelmente o exercício físico, em virtude das contrações musculares exigidas, sejam elas de natureza concêntrica e/ou excêntrica, libera IL-6 que, neste caso, possui características anti-inflamatórias, sendo portanto denominada de miocina<sup>25,56-59</sup>. Esta liberação de IL-6 pelo músculo, que primeiramente acreditava-se estar relacionada com o dano ou lesão muscular, mais recentemente vem sendo sugerida como uma resposta da contração muscular *per se*, que ocorre independente de dano ou lesão muscular e promove efeitos locais e sistêmicos<sup>60,61</sup>. Assim, o aumento sistemático da IL-6 em resposta ao exercício físico parece promover o aparecimento das citocinas anti-inflamatórias IL-1ra e IL-10, além de suprimir a liberação do TNF- $\alpha$ <sup>56,60,62,63</sup>. O aparecimento da IL-1ra e, principalmente, da IL-10 na circulação, após o exercício, parece mediar o efeito anti-inflamatório, visto que esta citocina atua em diversos mecanismos que estão relacionadas ao orquestramento da reação anti-inflamatória<sup>25,49,56,60,63</sup>.

Além disso, alguns pesquisadores advogam que a IL-6 pode favorecer alterações metabólicas, com efeitos, no fígado e pâncreas, que favorecem a homeostase glicêmica, além de induzir a lipólise com, concomitante, aumento da oxidação lipídica durante o exercício<sup>15,25,49,61,63</sup>. Estudos com animais<sup>64</sup> e humanos<sup>65-68</sup> têm sugerido que a IL-6 atua

como sinalizador de estímulo para a síntese protéica, interferindo na proliferação de células satélites e acréscimo mionuclear, sendo uma importante reguladora do processo de hipertrofia muscular<sup>64,65,68-70</sup>. Portanto, o músculo esquelético vem sendo considerado um órgão endócrino que secreta miocinas, que atuam como hormônios<sup>15,25</sup> e que exercem efeitos endócrinos e/ou parácrinos, mediando respostas sobre a gordura visceral e hipertrofia muscular, além de possuir efeitos anti-inflamatórios diretos<sup>25,59,71</sup>.

No presente estudo, acredita-se que houve uma resposta positiva anti-inflamatória modulada pelo exercício, já que observamos importantes modificações nos marcadores inflamatórios (pró e anti-inflamatórios), os quais apresentaram um comportamento bastante positivo nos grupos submetidos ao TR (TGP e TPG) diferente daquele verificado no grupo CON. Entretanto, é possível que os diversos mecanismos envolvidos nessa modulação, não excluam as mudanças positivas encontradas na composição corporal. Portanto, nossos resultados reforçam a importância do TR, sobretudo, para a população idosa, na perspectiva de proporcionar estímulos anabolizantes que podem atenuar os efeitos do envelhecimento relacionados a dinapenia, sarcopenia e qualidade muscular, além de desempenhar um importante papel na manutenção de níveis saudáveis de citocinas pró e anti-inflamatórias<sup>31</sup>, fatores que podem contribuir para a saúde e qualidade de vida de idosos.

O presente estudo tem algumas limitações que não devem ser desprezadas. A ausência de dosagens agudas e musculares de marcadores inflamatórios, sobretudo da IL-6, bem como medidas mais precisas da composição corporal e qualidade muscular, poder ter influenciado, pelo menos em parte, os resultados encontrados. No entanto, as medidas utilizadas foram obtidas a partir de métodos validados, aceitos e utilizados pela grande maioria dos estudos. Adicionalmente, os resultados apresentados são específicos para mulheres idosas e não devem ser extrapolados para outras populações submetidas ao TR, uma vez que tanto o sexo quanto a idade são fatores que podem influenciar a magnitude das respostas ao treinamento. Por outro lado, de acordo com o nosso conhecimento, este é o primeiro estudo que investigou o efeito de 12 semanas de TR executado em diferentes ordens de execução dos exercícios, sobre indicadores de qualidade muscular e marcadores inflamatórios em mulheres idosas, utilizando um ensaio clínico aleatorizado, com presença de grupo controle. Este fato fortalece os resultados apresentados e traz importantes contribuições sobre tais desfechos. Como aplicação prática, os nossos resultados indicam a prática do TR em idosas, particularmente, como fator de proteção e/ou tratamento à saúde do idoso, independente da ordem de execução dos exercícios.

Por fim, os resultados deste estudo sugerem que o período de 12 semanas de TR parece ser suficiente para promover modificações na qualidade muscular total e de

membros inferiores, além de melhorar o perfil inflamatório de mulheres idosas, independente da ordem de execução dos exercícios no programa de treinamento.

### 2.3.5 Referências

1. Keller K, Engelhardt M. Strength and muscle mass loss with aging process. Age and strength loss. *Muscles Ligaments Tendons J.* 2013;3(4):346–50.
2. Goodpaster BH, Park SW, Harris TB, Kritchevsky SB, Nevitt M, Schwartz AV, et al. The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2006;61(10):1059–64.
3. Doherty TJ. The influence of aging and sex on skeletal muscle mass and strength. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2001;4(6):503–8.
4. Vianna LC, Oliveira RB, Araújo CGS. Age-related decline in handgrip strength differs according to gender. *J Strength Cond Res.* 2007;21(4):1310–4.
5. Novotny SA, Warren GL, Hamrick MW. Aging and the muscle-bone relationship. *Physiology (Bethesda).* 2015;30(1):8–16.
6. Evans WJ. Skeletal muscle loss: cachexia, sarcopenia, and inactivity. *Am J Clin Nutr.* 2010;91(4):1123S –1127S.
7. Fragala MS, Kenny AM, Kuchel GA. Muscle quality in aging: a multi-dimensional approach to muscle functioning with applications for treatment. *Sports Med.* 2015;45(5):641–58.
8. Arts IMP, Pillen S, Schelhaas HJ, Overeem S, Zwarts MJ. Normal values for quantitative muscle ultrasonography in adults. *Muscle Nerve.* 2010;41(1):32–41.
9. Delmonico MJ, Harris TB, Visser M, Park SW, Conroy MB, Velasquez-Mieyer P, et al. Longitudinal study of muscle strength, quality, and adipose tissue infiltration. *Am J Clin Nutr.* 2009;90(6):1579–85.
10. Tonet ACN, Tolêdo O. Imunossenescência: a relação entre leucócitos, citocinas e doenças crônicas. *Rev Bras Geriatr Gerontol.* 2008;11(2).
11. Weiskopf D, Weinberger B, Grubeck-Loebenstein B. The aging of the immune system. *Transpl Int.* 2009;22(11):1041–50.
12. Franceschi C, Campisi J. Chronic inflammation (inflammaging) and its potential contribution to age-associated diseases. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2014;69 (Suppl 1):S4–9.
13. Libby P, Ridker PM, Maseri A. Inflammation and atherosclerosis. *Circulation.* 2002;105(9):1135–43.

14. Schaap LA, Pluijm SMF, Deeg DJH, Visser M. Inflammatory Markers and Loss of Muscle Mass (Sarcopenia) and Strength. *Am J Med.* 2006;119(6):526.e9–526.e17.
15. Pratesi A, Tarantini F, Di Bari M. Skeletal muscle: an endocrine organ. *Clin Cases Miner Bone Metab.* 2013;10(1):11–4.
16. Botero JP, Shiguemoto GE, Prestes J, Marin CT, Do Prado WL, Pontes CS, et al. Effects of long-term periodized resistance training on body composition, leptin, resistin and muscle strength in elderly post-menopausal women. *J Sports Med Phys Fitness.* 2013;53(3):289–94.
17. Lera Orsatti F, Nahas EA, Maestá 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.
18. McGregor RA, Cameron-Smith D, Poppitt SD. It is not just muscle mass: a review of muscle quality, composition and metabolism during ageing as determinants of muscle function and mobility in later life. *Longev Heal.* 2014;3(1):9.
19. 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.
20. Scanlon TC, Fragala MS, Stout JR, Emerson NS, Beyer KS, Oliveira LP, et al. Muscle architecture and strength: adaptations to short-term resistance training in older adults. *Muscle Nerve.* 2014;49(4):584–92.
21. 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.
22. Cadore EL, Pinto RS, Kruehl LFM, Brentano M, Silva R, Marczwski da Silva E, et al. Strength prior to endurance intra-session exercise sequence optimizes neuromuscular and cardiovascular gains in elderly men. *Med Sport.* 2012;47(3):164–9.
23. Prestes J, Shiguemoto G, Botero JP, Frollini A, Dias R, Leite R, et al. Effects of resistance training on resistin, leptin, cytokines, and muscle force in elderly post-menopausal women. *J Sports Sci.* 2009;27(14):1607–15.
24. Cadore EL, Pinto RS, Bottaro M, Izquierdo M. Strength and endurance training prescription in healthy and frail elderly. *Aging Dis.* 2014;5(3):183–95.
25. Pedersen BK. Muscle as a Secretory Organ. *Compr Physiol.* 2013;3(July):1337–62.
26. Olson TP, Dengel DR, Leona S, Schmitz KH. Changes in inflammatory biomarkers following one-year of moderate resistance training in overweight women. *Int J Obes (Lond).* 2007;31(6):996–1003.

27. Onambélé-Pearson GL, Breen L, Stewart CE. Influence of exercise intensity in older persons with unchanged habitual nutritional intake: Skeletal muscle and endocrine adaptations. *Age (Omaha)*. 2010;32(2):139–53.
28. Ogawa K, Sanada K, MacHida S, Okutsu M, Suzuki K. Resistance exercise training-induced muscle hypertrophy was associated with reduction of inflammatory markers in elderly women. *Mediators Inflamm*. 2010.
29. Fleck SJ, Kraemer WJ. *Fundamentos do treinamento de força*. 3.ed. Porto Alegre: Artmed; 2006. 376p.
30. Beavers KM, Brinkley TE, Nicklas BJ. Effect of exercise training on chronic inflammation. *Clin Chim Acta*. 2010;411(11-12):785–93.
31. Jankord R, Jemiolo B. Influence of physical activity on serum IL-6 and IL-10 levels in healthy older men. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36(6):960–4.
32. Hanssen KE, Kvamme NH, Nilsen TS, Rønnestad B, Ambjørnsen IK, Norheim F, et al. The effect of strength training volume on satellite cells, myogenic regulatory factors, and growth factors. *Scand J Med Sci Sports*. 2013;23(6):728–39.
33. Balsamo S, Tibana RA, Nascimento DC, de Farias GL, Petruccelli Z, de Santana FDS, et al. Exercise order affects the total training volume and the ratings of perceived exertion in response to a super-set resistance training session. *Int J Gen Med*. 2012;5:123–7.
34. Miranda H, Figueiredo T, Rodrigues B, Paz GA, Simão R. Influence of exercise order on repetition performance among all possible combinations on resistance training. *Res Sports Med*. 2013;21(4):355–66.
35. Simão R, Leite RD, Speretta GFF, Maior AS, de Salles BF, de Souza Junior TP, et al. Influence of upper-body exercise order on hormonal responses in trained men. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2013;38(2):177–81.
36. Kim J, Wang Z, Heymsfield SB, Baumgartner RN, Gallagher D. Total-body skeletal muscle mass: estimation by a new dual-energy X-ray absorptiometry method. *Am J Clin Nutr*. 2002;76(2):378–83.
37. 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*. 2015;15(4):256–64.
38. Lira FS, Rosa JC, Yamashita AS, Koyama CH, Batista ML, Seelaender M. Endurance training induces depot-specific changes in IL-10/TNF- $\alpha$  ratio in rat adipose tissue. *Cytokine*. 2009;45(2):80–5.
39. Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associate.; 1988.567p.

40. Spinetti J, de Salles BF, Rhea MR, Lavigne D, Matta T, Miranda F, et al. Influence of exercise order on maximum strength and muscle volume in nonlinear periodized resistance training. *J Strength Cond Res.* 2010;24(11):2962–9.
41. Dias I, de Salles BF, Novaes J, Costa PB, Simão R. Influence of exercise order on maximum strength in untrained young men. *J Sci Med Sport.* 2010;13(1):65–9.
42. Simão R, Spinetti J, de Salles BF, Oliveira LF, Matta T, Miranda F, et al. Influence of exercise order on maximum strength and muscle thickness in untrained men. *J Sports Sci Med.* 2010;9(1):1–7.
43. Correa CS, Baroni BM, Radaelli R, Lanferdini FJ, Dos Santos Cunha G, Reischak-Oliveira A, et al. Effects of strength training and detraining on knee extensor strength, muscle volume and muscle quality in elderly women. *Age (Dordr).* 2013;35(5):1899–904.
44. Lynch NA, Metter EJ, Lindle RS, Fozard JL, Tobin JD, Roy TA, et al. Muscle quality. I. Age-associated differences between arm and leg muscle groups. *J Appl Physiol.* 1999;86(1):188–94.
45. Azizbeigi K, Azarbayjani MA, Atashak S, Stannard SR. Effect of moderate and high resistance training intensity on indices of inflammatory and oxidative stress. *Sports Med.* 2015;23(1):73–87.
46. Phillips MD, Patrizi RM, Cheek DJ, Wooten JS, Barbee JJ, Mitchell JB. Resistance training reduces subclinical inflammation in obese, postmenopausal women. *Med Sci Sports Exerc.* 2012;44(11):2099–110.
47. Ribeiro AS, Tomeleri CM, Souza MF, Pina FLC, Schoenfeld BJ, Nascimento MA, et al. Effect of resistance training on C-reactive protein, blood glucose and lipid profile in older women with differing levels of RT experience. *Age (Dordr).* 2015;37(6):109.
48. Calle MC, Fernandez ML. Effects of resistance training on the inflammatory response. *Nutr Res Pract.* 2010;4(4):259–69.
49. Petersen AMW, Pedersen BK. The anti-inflammatory effect of exercise. *J Appl Physiol.* 2005;98(4):1154–62.
50. de Salles BF, Simão R, Fleck SJ, Dias I, Kraemer-Aguiar LG, Bouskela E. Effects of resistance training on cytokines. *Int J Sports Med.* 2010;31(7):441–50.
51. Fleury G, Speretta F, Leite RD, Cláudia A, De G, Duarte O. Obesidade, inflamação e exercício: foco sobre o TNF-alfa e IL-10. *Rev HUPE.* 2014;13(1):61–9.
52. Mavros Y, Kay S, Simpson KA, Baker MK, Wang Y, Zhao RR, et al. Reductions in C-reactive protein in older adults with type 2 diabetes are related to improvements in body composition following a randomized controlled trial of resistance training. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2014;5(2):111–20.

53. Jung SH, Park HS, Kim KS, Choi WH, Ahn CW, Kim BT, et al. Effect of weight loss on some serum cytokines in human obesity: increase in IL-10 after weight loss. *J Nutr Biochem*. 2008;19(6):371–5.
54. Barbosa JTC, Vettori TNB, Saldanha BL, Moreira Rocha R, Braga ALDS, Andrade M. *Rev Bras Ciências Saúde*. 2015;12(42):48–56.
55. Donges CE, Duffield R, Drinkwater EJ. Effects of resistance or aerobic exercise training on interleukin-6, C-reactive protein, and body composition. *Med Sci Sports Exerc*. 2010;42(2):304–13.
56. Pedersen BK, Steensberg A, Schjerling P. Muscle-derived interleukin-6: possible biological effects. *J Physiol*. 2001;536(Pt 2):329–37.
57. Pedersen BK, Fischer CP. Beneficial health effects of exercise—the role of IL-6 as a myokine. *Trends Pharmacol Sci*. 2007;28(4):152–6.
58. Pedersen BK, Fischer CP. Physiological roles of muscle-derived interleukin-6 in response to exercise. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2007;10(3):265–71.
59. Pedersen BK. Exercise-induced myokines and their role in chronic diseases. *Brain Behav Immun*. 2011;25(5):811–6.
60. Pedersen BK, Steensberg A, Fischer C, Keller C, Keller P, Plomgaard P, et al. Searching for the exercise factor: is IL-6 a candidate? *J Muscle Res Cell Motil*. 2003;24(2-3):113–9.
61. Pedersen BK, Steensberg A, Fischer C, Keller C, Keller P, Plomgaard P, et al. The metabolic role of IL-6 produced during exercise: is IL-6 an exercise factor? *Proc Nutr Soc*. 2004;63(2):263–7.
62. Febbraio MA, Pedersen BK. Muscle-derived interleukin-6: mechanisms for activation and possible biological roles. *FASEB J*. 2002;16(11):1335–47.
63. Mathur N, Pedersen BK. Exercise as a mean to control low-grade systemic inflammation. *Mediators Inflamm*. 2008;109502.
64. Serrano AL, Baeza-Raja B, Perdiguero E, Jardí M, Muñoz-Cánoves P. Interleukin-6 is an essential regulator of satellite cell-mediated skeletal muscle hypertrophy. *Cell Metab*. 2008;7(1):33–44.
65. Toth KG, McKay BR, De Lisio M, Little JP, Tarnopolsky MA, Parise G. IL-6 induced STAT3 signalling is associated with the proliferation of human muscle satellite cells following acute muscle damage. *PLoS One*. 2011;6(3):e17392.
66. McKay BR, De Lisio M, Johnston APW, O'Reilly CE, Phillips SM, Tarnopolsky MA, et al. Association of interleukin-6 signalling with the muscle stem cell response following muscle-lengthening contractions in humans. *PLoS One*. 2009;4(6):e6027.
67. Mitchell WK, Williams J, Atherton P, Larvin M, Lund J, Narici M. Sarcopenia,

- dynapenia, and the impact of advancing age on human skeletal muscle size and strength; a quantitative review. *Front Physiol.* 2012;3:260.
68. Mitchell CJ, Churchward-Venne TA, Bellamy L, Parise G, Baker SK, Phillips SM. Muscular and systemic correlates of resistance training-induced muscle hypertrophy. *PLoS One.* 2013;8(10):e78636.
  69. Muñoz-Cánoves P, Scheele C, Pedersen BK, Serrano AL. Interleukin-6 myokine signaling in skeletal muscle: a double-edged sword? *FEBS J.* 2013;280(17):4131–48.
  70. Aline G, Sotiropoulos A. A key factor controlling skeletal muscle hypertrophy by enhancing the recruitment of muscle stem cells. *Bioarchitecture.* 2012;2(3):88–90.
  71. Benatti FB, Pedersen BK. Exercise as an anti-inflammatory therapy for rheumatic diseases—myokine regulation. *Nat Rev Rheumatol.* 2014;11(2):86–97.

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do presente estudo indicaram que 12 semanas de TR em mulheres idosas, resultou em:

- Elevações nos níveis de força muscular de ~16% no grupo TGP e ~12% no TPG;
- Ganho de massa muscular de ~6% em ambos os grupos de treinamento (TGP e TPG);
- Diminuições em indicadores de adiposidade corporal de ~6% em ambos os grupos de treinamento (TGP e TPG);
- Diminuições na glicemia em jejum de 19% para o grupo TGP e 22% para o grupo TPG;
- Diminuições no HOMA de ~55% no grupo TGP e ~30% no TPG
- Diminuições na pressão arterial sistólica de ~ 7% para o TGP e ~5% para o TPG;
- Diminuições nos marcadores pró-inflamatórios: TNF- $\alpha$  (TGP = - 24% e TPG = -28%), IL-6 (TGP = -14% e TPG = - 15%) e PCR-us (TGP = -26% e TPG = -29%);
- Elevação do marcador anti-inflamatório IL-10 (TGP = 62% e TPG = 48%) e da razão IL-10/TNF- $\alpha$  (TGP = 62% e TPG = 48%);
- Melhoria na qualidade muscular (TGP = 9% e TPG = 4%);

Entretanto, tais modificações positivas ocorreram de modo independente da ordem de execução dos exercícios, não sendo observadas no grupo controle. Desse modo, nossos resultados confirmam indicativos prévios da literatura de que o TR pode trazer importantes benefícios à saúde de idosos.

Considerando as atuais recomendações para prescrição do TR, testamos a hipótese de que a manipulação da ordem de execução dos exercícios que partia dos grandes para os pequenos grupos musculares, pudesse apresentar superioridade no VTT o que resultaria em melhores respostas adaptativas crônicas sobre os diferentes desfechos analisados. Todavia, nossa hipótese foi refutada já que não foram identificadas diferenças entre os grupos ao longo do tempo de intervenção analisado.

Vale destacar que o presente estudo se limitou a analisar duas ordens de execução de exercícios, em um protocolo de 12 semanas de treinamento, com base no sistema tradicional de treinamento, que é apenas um dos inúmeros sistemas de TR conhecidos e frequentemente utilizados, tanto no campo da pesquisa quanto da prática profissional.

Portanto, sugere-se que a ordem de execução de exercícios resistidos seja testada, também, a partir da adoção de outros sistemas de TR como, o sistema piramidal.

Adicionalmente, neste estudo membros superiores e tronco foram treinados antes dos membros inferiores. É possível que a inversão desta ordem proporcione respostas adaptativas diferentes, visto que os ganhos e as perdas de força nestes segmentos tendem a ocorrer de maneira distinta com o avançar da idade.

Por fim, acreditamos que as informações produzidas neste estudo podem contribuir para a tomada de decisão no momento da prescrição de exercícios físicos para mulheres idosas. Os nossos resultados sugerem que o TR deva ser prescrito como forma de amenizar diferentes aspectos negativamente acometidos pelo processo de envelhecimento, independente da ordem de execução dos exercícios resistidos.

**APÊNDICE A**

Entrevista – Projeto idosas

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

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

ENDEREÇO: \_\_\_\_\_

**ANAMNESE**1) Você possui algum problema cardiovascular ou metabólico?

(\_\_\_\_)Sim (\_\_\_\_)Não

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

(\_\_\_\_)Hipoglicemia

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

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

quanto?\_\_\_\_\_

3) Você possui algum problema osteomuscular?

(\_\_\_\_)Sim (\_\_\_\_)Não

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

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

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

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

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

6) Você faz uso diário de algum medicamento?

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

7) Você é fumante?

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

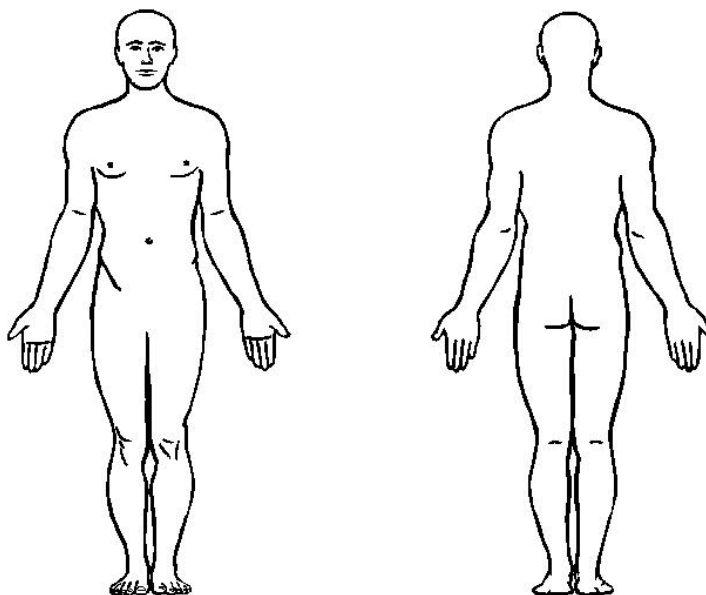
8) Você faz uso de bebida alcoólica com frequência (mais que duas vezes por semana)?

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

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

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

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



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

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

12) Qual horário de treinamento a senhora pode participar?

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



## APÊNDICE B

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título da pesquisa:

*“Impacto de diferentes frequências semanais ao treinamento com pesos em mulheres idosas”*

Prezada Senhora,

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

Todas as avaliações serão realizadas por profissionais previamente treinados para tal finalidade. A assinatura deste termo permitirá que você participe das seguintes atividades:

- (1) Programa de treinamento com pesos com duração de 32 semanas;
- (2) Preenchimento de questionários sobre prática de atividades físicas, hábitos alimentares e fumo;
- (3) Medidas de peso, estatura e pressão arterial/frequência cardíaca em repouso;
- (4) Avaliação da composição corporal pelos métodos de impedância bioelétrica (teste com duração de 30s: deitado em um colchonete, dois pequenos eletrodos serão colocados na mão e pé direito e transmitirão uma pequena corrente elétrica que indicará a quantidade de água [procedimento indolor e sem qualquer tipo de risco]), DEXA (teste com duração de aproximadamente sete minutos: deitado em uma mesa no próprio equipamento, sem portar qualquer tipo de objeto metálico, vestindo apenas roupas). O equipamento fará um escaneamento do corpo todo para determinação da massa livre de gordura (procedimento indolor e sem qualquer tipo de risco);
- (5) Coleta de sangue venoso em jejum de 12 h feito por um técnico capacitado e habilitado para a avaliação de indicadores metabólicos;
- (7) Avaliação da aptidão neuromuscular pelos testes de uma repetição máxima (teste realizado em três exercícios para os segmentos de membros superiores, inferiores e tronco, que consiste na realização de três tentativas com o objetivo de levantar a maior quantidade de peso possível em apenas uma repetição para determinação da força muscular máxima).

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

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

Caso você tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos pode contactar o Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino, no Laboratório de Metabolismo, Nutrição e Exercício, localizado no Centro de Educação Física e Esporte, da Universidade Estadual de Londrina, pelo telefone (43) 3371-4772 / 9139-4509 ou procurar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina, na Rodovia Celso Garcia Cid, km 380 – Campus Universitário, telefone (43) 3371-4000. Este termo deverá ser preenchido em duas vias de igual teor, sendo uma delas, devidamente preenchida, assinada e entregue a você.



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

Edilson Serpeloni Cyrino

Eu, \_\_\_\_\_

(nome por extenso do sujeito de pesquisa), portadora do

RG: \_\_\_\_\_ tendo sido devidamente esclarecido sobre os

procedimentos da pesquisa, concordo em participar **voluntariamente** da pesquisa descrita

acima.

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

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





## ANEXO A

Financiamento Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico



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

*Processo: 309455/2013-8*

EDILSON SERPELONI CYRINO

## ANEXO B

### 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
<p>Prezado(a) Senhor(a):</p> <p style="text-align: center;">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:</p> <p style="text-align: center;"><b>“IMPACTO DE DIFERENTES FREQUÊNCIAS SEMANAIS AO TREINAMENTO COM PESOS EM MULHERES IDOSAS”</b></p>	
<p>Situação do Projeto: <b>Aprovado</b></p> <p>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.</p>	
<p>Londrina, 23 de agosto de 2012.</p>   <p><b>Prof. Dra. Alexandrina Aparecida Maciel Cardelli</b>          Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos          Universidade Estadual de Londrina</p>	