



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

DURCELINA SCHIAVONI BORTOLOTTI

**EFEITO DE DUAS ORDENS DE EXECUÇÃO DE
TREINAMENTO RESISTIDO SOBRE A FORÇA MUSCULAR,
COMPOSIÇÃO CORPORAL, QUALIDADE MUSCULAR E
FATORES DE RISCO CARDIOMETABÓLICO EM
MULHERES IDOSAS**

DURCELINA SCHIAVONI BORTOLOTTI

**EFEITO DE DUAS ORDENS DE EXECUÇÃO DE
TREINAMENTO RESISTIDO SOBRE A FORÇA MUSCULAR,
COMPOSIÇÃO CORPORAL, QUALIDADE MUSCULAR E
FATORES DE RISCO CARDIOMETABÓLICO EM
MULHERES IDOSAS**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Estadual de Londrina como requisito para o título de Doutora em Ciências da Saúde.

Orientador: Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino

Co-orientadora: Dra. Crisieli Maria Tomeleri

Londrina
2017

Dados internacionais de catalogação da publicação (CIP)

Bortoloti, Durcelina Schiavoni.

EFEITO DE DUAS ORDENS DE EXECUÇÃO DE TREINAMENTO RESISTIDO SOBRE A FORÇA MUSCULAR, COMPOSIÇÃO CORPORAL, QUALIDADE MUSCULAR E FATORES DE RISCO CARDIOMETABÓLICO EM MULHERES IDOSAS / Durcelina Schiavoni Bortoloti. - Londrina, 2017.
122 f.

Orientador: Edilson Serpeloni Cyrino.

Coorientador: Crisielei Mari Tomeleri.

Tese (Doutorado em Ciências da Saúde) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, 2017.

Inclui bibliografia.

1. Treinamento de força - Tese. 2. Envelhecimento - Tese. 3. Risco Cardiometabólico - Tese. 4. Força Muscular - Tese. I. Serpeloni Cyrino, Edilson. II. Tomeleri, Crisielei Mari. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde. IV. Título.

DURCELINA SCHIAVONI BORTOLOTTI

**EFEITO DE DUAS ORDENS DE EXECUÇÃO DE TREINAMENTO
RESISTIDO SOBRE A FORÇA MUSCULAR, COMPOSIÇÃO
CORPORAL, QUALIDADE MUSCULAR E FATORES DE RISCO
CARDIOMETABÓLICO EM MULHERES IDOSAS**

BANCA EXAMINADORA

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

Prof. Dr. Waldiceu Aparecido Verrj Junior
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Profa. Dra. Tânia Longo Mazzuco
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Marcos Aparecido Sarria Cabrera
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Luís Alberto Gobbo
Universidade Estadual Paulista "Julio de
Mesquita Filho" - UNESP

Londrina, 11 de agosto de 2017.

DEDICO

Dedico esse trabalho a minha família: Ao meu marido Fabio Henrique Bortoloti, pelo amor, carinho e companheirismo, estando sempre presente e assumindo todas as responsabilidades durante minha ausência. Ao meu filho João Henrique Bortoloti, que tanto amo, e mesmo de coração partido nos momentos de ausência é meu maior estímulo para continuar estudando e sonhando. Aos meus pais, Agenor Schiavoni e Maria Aparecida Porto Schiavoni, de quem recebi a vida e muito amor e sempre foram meus maiores incentivadores.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus Pai, que em sua infinita bondade me deu a oportunidade de realizar mais esse sonho. Obrigada Senhor por iluminar meu caminho e por colocar pessoas tão especiais que muito me ajudaram nessa trajetória, obrigada por me dar saúde e por me conceder paciência e sabedoria nos momentos difíceis. Obrigada pela minha família, profissão, e pela vida!

Agradeço aos meus sogros João Bortoloti e Creuza Maria G. Bortoloti, pelo incentivo e pela preciosa ajuda nos cuidados com meu filho e marido durante minha ausência. Aos meus irmãos Gilmar, Givan e Gilson e minhas cunhadas em especial a Marcia, Analú e Marineile pelo incentivo e inúmeras ajudas prestadas.

Aos meus sobrinhos Guilherme, Geovana, Gabriela, Murilo, Rafaela e Manuela pela alegria que trazem e pela compreensão de minha ausência em nossas inúmeras atividades familiares. Me perdoem pelos cuidados e conselhos que deixei de dar nesse período, vocês são muito especiais.

Aos professores competentes da banca examinadora: Dra. Tânia Longo Mazzuco, Dr. Waldiceu Aparecido Verri Junior, Dr. Marcos Aparecido Sarria Cabrera, Dr. Luís Alberto Gobbo, que contribuíram com valiosas considerações e correções que com certeza aprimoraram este estudo.

Ao Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino, meu orientador, grande mestre, pela confiança, carinho e inestimável amizade, por me oferecer mais esta oportunidade, pela sabedoria e grande paciência com minhas dificuldades, e principalmente, pelo seu prazer e competência em ensinar e pelo apoio e incentivo dedicados a todos nós alunos dos programas de pós-graduação e do grupo de estudos GEPEMENE. Minha gratidão será eterna.

A minha co-orientadora e amiga Crisieli Maria Tomeleri, pela sua co-orientação precisa, por sua competência e sabedoria inestimável, por sua sincera amizade, pelas inúmeras horas que dedicou seu precioso tempo em me ajudar, confortar, aconselhar e ensinar. Agradeço todos os dias a Deus por ter colocado você em meu caminho, nossa amizade e minha admiração por você durarão a vida toda. Amiga, serei eternamente grata por tudo.

Aos amigos dinossauros do grupo de estudos GEPEMENE, os quais não me atrevo a nomina-los por medo de esquecer alguém, porque são tantos, e nos inúmeros encontros durante congressos e atividades acadêmicas sempre me traziam uma palavra de incentivo e conforto, e em especial a amiga Karina Elaine de Souza Silva que foi minha primeira incentivadora para a pós-graduação além da eterna amizade mesmo que distante e ao amigo Fabio Cheche Pina pelo importante apoio e amizade.

Aos meus novos amigos do GEPEMENE que me ajudaram a realizar esse projeto, sem a dedicação de vocês eu nada teria feito, e em especial a Mariana e Melissa, obrigada meninas por compartilharem tantos momentos de alegrias, tristezas e dúvidas, obrigada pelo carinho e acolhimento, agora seguimos caminhos distantes, mas sempre estarão em meu coração e sempre que possível estaremos juntas.

Aos amigos da Universidade Paranaense (UNIPAR) – Francisco Beltrão e a todos os professores do Curso de Educação Física, em especial ao amigo e Coordenador do curso, Professor Roberto Carlos Gilini, pessoa admirável, coordenador justo e competente, por não medir esforços em me ajudar sem prejudicar nossos alunos, por me proporcionar desafios e me fazer acreditar quão competente seria para vencê-los, a as amigas Andreia de Fátima Brito Gilini e Juliana Pizzi que não mediram esforços em ajudar nessa empreitada, além do incentivo, carinho, apoio e grande amizade.

A UNIPAR que me proporcionou ajuda de custo para realização de curso de Pós-Graduação *Stricto Sensu* por meio do programa de Capacitação Unipar da Diretoria Executiva de Gestão de Planejamento Acadêmico – DEGPA.

A todos os professores do programa de Doutorado em Ciências da Saúde - UEL que contribuíram para mais esta etapa de minha formação profissional e aos colegas das disciplinas que cursamos juntos, quanto aprendizado e troca de experiências me proporcionaram, muito obrigado.

A Sandra Lage, Bruna e Manu da Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde pela competência, atenção, simpatia e disponibilidade em providenciar e ajudar nas questões burocráticas pertinentes ao doutorado.

A todas as idosas que participaram deste estudo, por toda amizade, aprendizado, as palavras de conforto e carinho, pela dedicação com o projeto e pela vontade de viver bem e feliz, vocês são mulheres admiráveis! Muito obrigada.

BORTOLOTTI, Durcelina Schiavoni. **Efeito de duas ordens de execução de treinamento resistido em sobre a força muscular, composição corporal, qualidade muscular e fatores de risco cardiometabólico em mulheres idosas.** 2017. 122f. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde). Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017.

RESUMO

Introdução: A prática regular de exercícios resistidos tem sido recomendada para idosos, visto que o treinamento resistido (TR) pode atenuar ou, até mesmo, reverter parte dos efeitos deletérios à saúde associados ao processo de envelhecimento. Entretanto, as modificações acarretadas pelo TR podem ser influenciadas pela forma de manipulação das variáveis que compõem os programas de treinamento. Nesse sentido, a ordem de execução dos exercícios em programas de TR pode alterar a intensidade e o volume de treinamento de alguns exercícios ou grupos musculares e, conseqüentemente, afetar as respostas adaptativas. **Objetivo:** Comparar o efeito de duas ordens de execução de exercícios resistidos sobre a força muscular, composição corporal, qualidade muscular e fatores de risco à saúde em mulheres idosas. **Métodos:** Ensaio clínico aleatorizado, com duração de 24 semanas. Vinte nove mulheres idosas (≥ 60 anos) e fisicamente independentes foram separadas em dois grupos, a saber: grupo treinamento dos grandes para os pequenos grupos musculares (GGP, $n = 15$) e grupo treinamento dos pequenos para os grandes grupos musculares (GPG, $n = 14$). O GGP 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 GPG executou os mesmos exercícios, contudo, 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 foi realizado em duas etapas com duração de 12 semanas e frequência de três sessões semanais em cada uma delas. Na primeira etapa todos os exercícios foram executados em três séries de 10-15 repetições máximas (RM), ao passo que na segunda etapa os mesmos exercícios foram realizados em três séries de 15, 10 e 5 repetições máximas (RM), respectivamente. Força muscular (testes de 1-RM e carga total de treino), composição corporal (massa muscular, gordura corporal, conteúdo mineral ósseo), qualidade muscular (relação entre a força muscular e a massa muscular), fatores de risco cardiometabólico (glicose em jejum, triglicérides, colesterol total, HDL-c, LDL-c, pressão arterial, adiposidade abdominal) foram analisados na linha de base, após 12 e 24 semanas de intervenção. **Resultados:** Após 24 semanas de TR os grupos GGP e GPG apresentaram aumentos relativamente similares para na força total (GGP = +24,3%; GPG = +21,6%), massa muscular (GGP = 5,8% vs. GPG = 4,8%); qualidade muscular (GGP = +17,2%; GPG = +15,2%), sem diferenças significantes entre GGP e GPG ($P > 0,05$). Por outro lado, um efeito principal do tempo revelou redução da gordura corporal relativa (GGP = -6,5%; GPG = -3,8%), colesterol total (GGP = -5,3%; GPG = -4,6%), índice HOMA-IR (GGP = -13,4%; GPG = -10,9%), índice de Castelli I (GGP = -2,8%; GPG = -8,8%) e II (GGP = -4,2%; GPG = -13,1%), pressão arterial sistólica (GGP = -4 mmHg; GPG = -3 mmHg). **Conclusão:** Os resultados sugerem que 24 semanas de TR, independente da ordem de execução adotada (GGP ou GPG), acarretaram modificações positivas na força e qualidade muscular e melhoria do perfil cardiometabólico em mulheres idosas.

Palavras-chave: Envelhecimento. Treinamento de força. Aptidão Física. Dislipidemias. Saúde da Mulher.

BORTOLOTTI, Durcelina Schiavoni. **Effect of two orders of execution of resistance training in on muscular strength, body composition, muscle quality, and cardiometabolic risk factors in elderly women.** 2017. 122p. Dissertation (Doctorate in Health Sciences). State University of Londrina, Londrina, 2017.

ABSTRACT

Introduction: Regular practice of resistance exercises has been recommended for the elderly, since resistance training (RT) can attenuate or even reverse some of the deleterious health effects associated with the aging process. However, the modifications caused by the TR can be influenced by the manipulation of the variables that compose the training programs. The order of execution of the exercises in RT programs can change the intensity and volume of training of some exercises or muscle groups and, consequently, affect the adaptive responses. **Objective:** To compare the effect of two orders of execution of resistance exercises on muscle strength, body composition, muscle quality and health risk factors in elderly women. **Methods:** Randomized clinical trial, lasting 24 weeks. Twenty nine elderly (≥ 60 years), physically independent women were separated into two groups, namely the training group of the large for small muscle groups (GLS, $n = 15$) and the small groups for large muscle groups (GSL, $N = 14$). The GLS performed the exercises in the following order: chest press, seated row, triceps pushdown, preacher curl, horizontal leg press, knee extension, leg curl and seated calf raise, while the GSL performed the same exercises, however, in their respective order: preacher curl, triceps pushdown, seated row, chest press, chest press, leg curl, knee extension and horizontal leg press. The resistance training program was carried out in two phases with duration of 12 weeks and frequency of three weekly sessions in each of them. In the first stage all exercises were performed in three sets of 10-15 maximal repetitions (MR), while in the second phase the same exercises were performed in three sets of 15, 10 and 5 repetitions maximum (MR), respectively. Muscle strength (1-MR tests and total training load), body composition (muscle mass, body fat), muscle quality (relationship between muscle strength and muscle mass), cardiometabolic risk factors (fasting glucose, triglycerides, Total cholesterol, HDL-c, LDL-c, blood pressure, abdominal adiposity) were analyzed at baseline after 12 and 24 weeks of intervention. **Results:** After 24 weeks of RT the groups GLS and GSL presented similar increases for total strength (GLS = + 24.3%, GSL = + 21.6%), muscle mass (GLS = 5.8% vs. GSL = 4.8%); muscle quality (GLS = + 4.4%, GSL = + 3.5%), without significant differences between groups. On the other hand, a main effect of time revealed a reduction of relative body fat (GLS = -6.5%, GSL = -3.8%), total cholesterol (GLS = -5.3%, GSL = -4.6%), HOMA-IR index (GLS = -13.4%, GSL = -10.9%), the index of Castelli I (GLS = -2.8%; GSL = -8.8%) and II (GLS = -4.2%; GSL = -13.1%), systolic blood pressure (GGP = -4 mmHg, GPG = -3 mmHg). **Conclusions:** The results suggest that 24 weeks of RT, regardless of the adopted order of execution (GLS or GSL) resulted in positive changes in muscle strength and quality and improvement of the cardiometabolic profile in elderly women.

Keywords: Aging. Strength training. Physical fitness. Dyslipidemia. Women's Health.

LISTA DE QUADROS E FIGURAS

Quadro 1	Estudos longitudinais que analisaram o efeito da ordem de execução dos exercícios físicos em programas de treinamento resistido.....	35
Figura 1	Desenho experimental do estudo	36
Figura 2	Fluxograma do estudo	38
Figura 3	Ordem de execução dos exercícios de acordo com os grupos analisados	43
Figura 5.1.1	Fluxograma do estudo (Artigo 1).....	50
Figura 5.1.2	Carga total de treino (kg) nos oito exercícios do programa de TR ao longo de 24 semanas de treinamento resistido em mulheres idosas	55
Figura 5.2.1	Fluxograma do estudo (Artigo 2).....	75
Figura 5.2.2	Carga total de treino acumulada ao longo de 24 semanas de treinamento resistido em mulheres idosas.....	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1.1	Características gerais das participantes na linha de base	54
Tabela 5.1.2	Força muscular determinada em testes de 1-RM antes, após 12 e 24 semanas de intervenção em mulheres idosas	56
Tabela 5.1.3	Comportamento da massa isenta de gordura e osso por segmento e da massa muscular esquelética antes, após 12 e 24 semanas de intervenção em mulheres idosas	57
Tabela 5.1.4	Índice de qualidade muscular (IQM) antes, após 12 e 24 semanas de intervenção em mulheres idosas	58
Tabela 5.2.1	Composição corporal das participantes antes, após 12 e 24 semanas de intervenção	80
Tabela 5.2.2	Comportamento da gordura corporal das participantes antes, após 12 e 24 semanas de intervenção	81
Tabela 5.2.3	Perfil lipídico das participantes antes, após 12 e 24 semanas de intervenção.....	82
Tabela 5.2.4	Índice de Castelli I e II das participantes antes e após 12 e 24 semanas de intervenção	83
Tabela 5.2.5	Glicose jejum, insulina e índice HOMA-IR das participantes antes e após 12 e 24 semanas de intervenção.	84
Tabela 5.2.6	Comportamento da pressão arterial das participantes antes e após 12 e 24 semanas de intervenção	85

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

$\Delta\%$	Variação relativa
ACSM	Colégio Americano de Medicina do Esporte
CCI	Coefficiente de correlação intraclasse
CG	Grupo controle
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CT	Colesterol total
CTL	Carga total levantada
DAC	Doença arterial coronariana
DEXA	Absortometria radiológica de dupla energia
DHEA	Dehidroepiandrosterona
ECAs	Ensaio clínico aleatório
EPM	Erro padrão da média
GER	Gasto de energia em repouso
GGP	Grupo treinamento dos grandes para os pequenos grupos musculares
GH	Hormônio do crescimento
GPG	Grupo treinamento dos pequenos para os grandes grupos musculares
HDL-c	Lipoproteínas de alta densidade
HOMA-IR	Modelo de avaliação da homeostase para resistência insulínica
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICI	Índices de Castelli I
ICII	Índices de Castelli II
IGF	Fator de crescimento semelhante à insulina
IMC	Índice de massa corporal
IQM	Índice de qualidade muscular
LDL-c	Lipoproteínas de baixa densidade
MI	Membros Inferiores
MIGO	Massa isenta de gordura e osso
MIGOAP	Massa isenta de gordura e osso apendicular
MME	Massa muscular esquelética
MS	Membros Superiores
NCHS-CDC	<i>National Center for Health Statistics of Centers for Disease Control and Prevention</i>
NHANES	<i>National Health and Nutrition Examination Survey</i>
OMS	Organização Mundial da Saúde

PA	Pressão Arterial
PAD	Pressão arterial diastólica
PAS	Pressão arterial sistólica
RLs	Radicais livres
RM	Repetições máximas
TC	Tronco
TE	Tamanho do Efeito
TG	Triglicerídeos
TMR	Taxa metabólica de repouso
TR	Treinamento resistido
VLDL-c	Lipoproteínas de muito baixa densidade
WHO	World Health Organization

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	OBJETIVOS	19
3	REVISÃO DA LITERATURA	20
3.1	Processo de Envelhecimento	20
3.1.1	Força Muscular e Composição Corporal	22
3.1.2	Fatores de Risco Cardiometabólico.....	25
3.2	Exercício Físico e Envelhecimento	28
4	MÉTODOS	34
4.1	Tipo de estudo	34
4.2	Delineamento do estudo.....	34
4.3	Participantes	35
4.4	Antropometria	36
4.5	Composição corporal.....	37
4.6	Força muscular	38
4.7	Qualidade muscular	41
4.8	Pressão arterial de repouso.....	38
4.9	Bioquímica sanguínea	39
4.10	Treinamento resistido	40
4.11	Tratamento estatístico	42
5	RESULTADOS	43
5.1	Artigo 1: Efeito de duas ordens de execução de exercícios resistidos sobre a força, hipertrofia e qualidade muscular em mulheres idosas	43
5.2	Artigo 2: Efeito de duas ordens de exercícios resistidos sobre fatores de risco cardiometabólico em mulheres idosas.....	70
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	94
	REFERÊNCIAS	96

APÊNDICES	112
APÊNDICE A: Entrevista - Projeto Idosas	114
APÊNDICE B: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	116
APÊNDICE C: Fichas de Treino	118
APÊNDICE D: Doenças e uso de medicação relatada na linha de base	120
ANEXOS	121
ANEXO A: Financiamento do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e tecnológico	121
ANEXO B: Carta de Aprovação do Projeto pelo Comitê de Ética.....	122

1 INTRODUÇÃO

O envelhecimento humano é uma condição universal, contínua, natural e irreversível que acarreta importantes modificações nas dimensões morfológica, funcional-motora, fisiológica, metabólica e comportamental, sendo considerado um processo heterogêneo e individual (BRASIL, 2007). Neste contexto, modificações biológicas decorrentes do processo de envelhecimento, tais como, redução da força e massa muscular (FRONTERA et al., 2000), diminuição da massa óssea (NOVOTNY; WARREN; HAMRICK, 2015), aumento dos depósitos de gordura e alterações metabólicas (VIEIRA et al., 2014), estão relacionadas à deterioração estrutural e funcional da maioria dos sistemas orgânicos, independente da presença ou não de doenças, afetando negativamente a saúde e a aptidão funcional da população idosa (LEVINGER et al., 2007). Portanto, o processo de envelhecimento pode comprometer tecidos, sistemas orgânicos e, também, a capacidade funcional, causando importantes prejuízos para as atividades da vida diária, independência física e saúde do idoso (JECKEL-NETO; CUNHA, 2006; FARINATTI, 2008).

Embora o crescimento numérico da população idosa e o aumento da longevidade se deva, em grande parte, aos avanços científicos e tecnológicos, sobretudo, na área médica, o maior desafio de pesquisadores e profissionais da grande área de saúde parece ser o de fazer do envelhecimento uma experiência positiva, visto que a longevidade deve vir acompanhada por condições de saúde que permitam a manutenção de uma qualidade de vida favorável e que possibilitem aos idosos desfrutarem das inúmeras oportunidades que se apresentem, com a máxima autonomia possível. Nesse sentido, na maioria dos casos, o envelhecimento ativo parece ser um dos principais caminhos para se atingir uma velhice bem-sucedida (WHO, 2005).

Atualmente, existem fortes evidências de que a manutenção de um estilo de vida fisicamente ativo, nas diferentes fases da vida, pode atenuar a queda de desempenho funcional associada ao processo de envelhecimento (GOODPASTER et al., 2006; WANNAMETHEE et al., 2007; NELSON et al., 2007; DELMONICO et al., 2009; HAN et al., 2011; NOVOTNY; WARREN; HAMRICK, 2015). Logo, a prática regular de exercícios físicos tem sido amplamente recomendada (ACSM, 1994; ACSM, 2009; DONNELLY et al. 2009; SCHMITZ et al., 2010; COLBERG et al., 2010; GARBER et al., 20011), e em especial, para a população idosa (ACSM, 2009; CHODZKO-ZAJKO et al., 2009; GARBER et al., 2011).

Em idosos, a prática do treinamento resistido (TR) pode proporcionar inúmeros benefícios, com destaque para os ganhos de força e massa muscular (SCHOENFELD, 2013; BOTERO et al., 2013; RIBEIRO et al., 2017; SANTOS et al., 2017), redução da gordura corporal (BOTERO et al., 2013; SANTOS et al., 2017), melhoria da capacidade

funcional (GERAGE et al., 2013a; SANTOS et al., 2017) e do comportamento de indicadores de risco cardiometabólico, tais como pressão arterial (PA) (GERAGE et al., 2013b; GERAGE et al., 2015; TOMELERI et al., 2017), glicose (RIBEIRO et al., 2015b; RIBEIRO et al., 2016; TOMELERI et al., 2016a), triglicérides (RIBEIRO et al., 2015b; RIBEIRO et al., 2016), lipoproteínas de baixa densidade (LDL-c) (RIBEIRO et al., 2015b; RIBEIRO et al., 2016; TOMELERI et al., 2016a) e alta densidade (HDL-c) (RIBEIRO et al., 2015b; RIBEIRO et al., 2016), proteína C-reativa (RIBEIRO et al., 2015b; RIBEIRO et al., 2016; TOMELERI et al., 2016a), além de prevenir o desenvolvimento e auxiliar no tratamento de disfunções e/ou doenças crônico-degenerativas (ACSM, 1994; DONNELLY et al., 2009; COLBERG et al., 2010; SCHMITZ et al., 2010).

Considerando as diferenças biológicas e comportamentais entre os gêneros masculino e feminino, o TR parece ser uma estratégia bastante interessante para a saúde, tanto do homem quanto da mulher. Entretanto, esse tipo de exercício pode agregar benefícios adicionais às mulheres, uma vez que essas possuem menor força muscular absoluta (JANSSEN et al., 2000), maiores depósitos de gordura corporal (GOODPASTER et al., 2006), menores quantidades de massa muscular (DELMONICO et al., 2009), densidade e conteúdo mineral ósseo (HO-PHAM; NGUYEN; NGUYEN, 2014), do que os homens. Apesar disso, mulheres possuem uma maior estimativa de vida quando comparadas aos homens (CAMARGOS; GONZAGA, 2015), o que as predispõem a um risco aumentado para quedas, fraturas e desenvolvimento de doenças de diferentes naturezas.

Entretanto, os possíveis benefícios associados à prática do TR são, em grande parte, produto de uma perfeita relação dose-resposta. Portanto, a sistematização de variáveis como a quantidade de exercícios, séries e repetições; o intervalo de recuperação entre as séries e os exercícios; a velocidade de execução ou o tempo sob tensão; a frequência semanal ao treinamento e a ordem de execução dos exercícios pode afetar as respostas adaptativas ao TR por influenciarem a sobrecarga imposta pela combinação entre intensidade e volume de treinamento (ACSM, 2009).

Nesse sentido, a ordem de execução dos exercícios em um programa de TR pode afetar, em particular, tanto o volume (número de repetições) quanto a intensidade (carga levantada) do protocolo de treinamento (SIMÃO et al., 2005; DIAS et al., 2010; SIMÃO et al., 2012a; DA SILVA et al., 2015; FARIA et al., 2016), visto que os exercícios realizados do meio para o final da sessão são mais susceptíveis a uma maior queda de desempenho, em virtude de uma suposta fadiga residual, acumulada ao longo da execução dos exercícios anteriores da sequência. Portanto, o volume total de cargas levantadas (séries x repetições x cargas) no somatório de esforços realizados em cada exercício pode afetar o desempenho dos exercícios subsequentes, refletindo em redução da carga de treinamento a ser utilizada

e/ou no número de repetições a serem executadas ao longo do programa de TR (SILVA et al., 2009; FARINATTI et al., 2013).

Até o presente momento são poucas as investigações que se propuseram a analisar o impacto da ordem de execução dos exercícios em protocolos de TR sobre possíveis respostas adaptativas induzidas pelo treinamento, sobretudo em idosos, a partir da adoção de um delineamento longitudinal (PINA et al., 2013; TOMELERI, 2016b; DIB, 2017), sendo apenas dois realizados com mulheres (TOMELERI, 2016b; DIB, 2017). Vale destacar que tais estudos foram conduzidos por um período relativamente curto de acompanhamento (sete a 12 semanas), em amostras com diferentes níveis de aptidão física (não-treinadas ou treinadas) e utilizaram protocolos de TR distintos, o que dificulta a comparação entre eles, bem como uma interpretação mais consistente dos resultados encontrados, uma vez que muitas das respostas adaptativas a este tipo de treinamento podem ser protocolo-dependentes ou tempo-dependentes. Portanto, investigações na área do TR que adotem modelos de treinamento progressivos, que incluam longos períodos de acompanhamento e que analisem o efeito de diferentes ordens de execução dos exercícios sobre o comportamento de diversas variáveis associadas são necessários para a tomada de decisão no momento da prescrição de programas de treinamento que resultem em maiores benefícios para à saúde de mulheres idosas.

Com base nas informações apresentadas, a nossa hipótese é que um protocolo de TR progressivo que adote a ordem de execução dos exercícios partindo dos grandes para os pequenos grupamentos musculares proporcionará uma sobrecarga metabólica e tensional maior e, conseqüentemente, resultará em maiores benefícios morfológicos, neuromusculares e metabólicos à saúde de mulheres idosas.

2 OBJETIVOS

Para elaboração desta tese de doutorado foi adotado o modelo alternativo ou escandinavo, pelo qual a contextualização do problema dá origem ao estabelecimento de diferentes objetivos, que por sua vez são analisados a partir da redação de artigos científicos. Portanto, o presente estudo foi composto por dois artigos originais, oriundos de um projeto de pesquisa intitulado Envelhecimento Ativo, conduzido 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 artigos que serão descritos a seguir e que deverão ser submetidos a periódicos indexados, de acordo com a normatização exigida especificamente, a saber:

- a) Comparar o efeito de duas ordens de execução de um programa de treinamento resistido (TR) progressivo (grandes para os pequenos grupos musculares e pequenos para os grandes grupos musculares), executado durante 24 semanas sobre a massa muscular, força e qualidade muscular em mulheres idosas (Artigo 1);
- b) Analisar o efeito do treinamento resistido realizado em duas diferentes ordens de execução sobre fatores de risco cardiometabólico em mulheres idosas (Artigo 2).

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Processo de Envelhecimento

O envelhecimento é um processo natural e irreversível de todo ser humano, que se inicia ao nascer avançando até a morte. Este processo dinâmico e progressivo proporciona importantes modificações que determinam redução da capacidade adaptativa, o que pode acarretar maior incidência de doenças crônico-degenerativas que, muitas vezes, resultam em morte precoce (FARINATTI, 2008). Portanto, o envelhecimento humano não constitui uma doença, mas sim um processo complexo, natural, multifatorial e individual, que combina interações e alterações do indivíduo com o ambiente onde vive.

No processo de envelhecimento as modificações biológicas estão principalmente relacionadas a deterioração estrutural e funcional da maioria dos sistemas biológicos, independente da presença ou ausência de doenças. Assim, algumas das principais mudanças biológicas decorrentes do envelhecimento estão associadas à redução da força e massa muscular (CLARK; MANINI, 2010), diminuição do conteúdo e densidade mineral óssea (FARINATTI, 2008), aumento dos depósitos de gordura (DELMONICO et al., 2009), agravos no quadro cardiometabólico (BEARD et al., 2016), entre outras. Essas mudanças podem comprometer sobremaneira a saúde e a aptidão físico-funcional de idosos.

Várias teorias biológicas têm sido propostas na tentativa de compreender o processo do envelhecimento, a partir de um conjunto de conceitos e indicadores que visam proporcionar compreensão de fenômenos que expliquem a longevidade ou fragilidade do ser humano (JECKEL-NETO; CUNHA, 2006). Cada teoria biológica do envelhecimento examina o assunto sob a ótica da degeneração da função e estrutura dos sistemas orgânicos e das células. Tais teorias podem ser classificadas em duas grandes categorias, ou seja, as de natureza genético-desenvolvimentista, que entendem o envelhecimento no contexto de um *continuum*, controlado geneticamente, e as de natureza estocástica, que trabalham com a hipótese de que o processo dependeria, principalmente, do acúmulo de agressões ambientais (FARINATTI, 2002).

Adicionalmente, muitas outras teorias estão descritas na literatura, dentre as quais destacam-se a teoria genética, a teoria imunológica, a teoria do acúmulo de danos, a teoria das mutações, a teoria do uso e desgaste e a teoria dos radicais livres (RLs). Embora a teoria dos RLs seja reconhecidamente uma das mais aceitas até o presente momento, visto que sustenta a ideia de que o envelhecimento celular normal seja desencadeado e acelerado pelas moléculas instáveis e reativas, capazes de reagir com os diferentes compostos orgânicos em busca de uma maior estabilidade (FRIES; PEREIRA, 2011), uma

teoria unificada e plenamente satisfatória ainda não existe, tendo em vista que o conhecimento científico, até o presente momento, sobre as possíveis causas do envelhecimento é inconclusivo (TEIXEIRA; GUARIENTO, 2010).

Adicionalmente, na busca por estratégias que possam minimizar os efeitos do processo de envelhecimento, os modelos de envelhecimento saudável e envelhecimento ativo têm maior predominância nos conceitos científicos e políticos, ao passo que o modelo de envelhecimento bem-sucedido, assume um conceito mais holístico e orientado para uma lógica de curso de vida, com maior valorização da responsabilidade individual, independente da idade (FOSTER; WALKER, 2015). A proposta do envelhecimento bem-sucedido tem seguido critérios como: possuir baixa probabilidade para desenvolver doenças e incapacidade; ter elevada capacidade funcional física e cognitiva e possuir envolvimento ativo com a vida (ARAUJO et al., 2016).

Esta abordagem distingue-se daquela preconizada pelo envelhecimento ativo, em virtude de destacar a responsabilidade do indivíduo em reunir as condições apresentadas. Assim, o envelhecimento bem-sucedido ultrapassa o modelo biomédico (FOSTER; WALKER, 2015). No envelhecimento bem-sucedido deve haver a maturidade para entender o processo de envelhecimento e compreender sua complexidade, uma vez que deve ser considerada fundamental a possibilidade de vivenciar a velhice com qualidade. Com isso, considera-se necessário que os idosos consigam satisfazer suas necessidades socioeconômicas (moradia, alimentação, lazer, participação da vida comunitária, trabalho, independência, entre outras) e suas necessidades afetivas, de amor, compreensão, carinho e sentimentos positivos, tais como: alegria, bom humor, aceitação, amor, ao contrário dos negativos, como tristeza, acomodação, solidão. Além disso, ter espiritualidade, mudar hábitos e desenvolver ações de autocuidado, como praticar exercícios físicos, compensar as perdas, manter o controle médico e valorizar o repouso (ARAUJO et al., 2016)

Independente dos fenômenos associados ao envelhecimento e das diversas teorias relacionadas a este processo, bem como da conceituação na busca pela atenuação dos efeitos deletérios, parece existir um consenso na literatura de que promover um envelhecimento populacional com saúde e com a máxima independência física possível seja um dos principais desafios de pesquisadores e profissionais das diferentes áreas da saúde, haja vista que a estimativa de vida tem aumentado na maioria dos países do mundo, bem como a taxa de crescimento da população com idade superior a 60 anos (WHO, 2005). Este fato se deve, em grande parte, aos avanços científicos e tecnológicos que têm influenciado as taxas de mortalidade e fecundidade (CAMARGOS; GONZAGA, 2015).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), a percentagem da população idosa, com idade igual ou superior a 60 anos, aumentou de 8% em 1950 para 10% no ano

2000, e existem projeções de que entre 2015 e 2050 a proporção da população idosa quase que dobrará, passando de 12% para 22%, ou seja, se aproximará de dois bilhões de habitantes (WHO, 2015). No Brasil, seguindo a mesma direção das projeções internacionais, estima-se que o país alcançará o sexto lugar no ranking mundial em número de idosos, com um contingente superior a 30 milhões de habitantes já em 2020 (BRASIL, 2007). Atualmente, cerca de 14,3% da população brasileira é composta por pessoas com idade acima de 60 anos (IBGE, 2016).

A seguir abordaremos as principais modificações associadas ao processo de envelhecimento que ocorrem na força muscular e composição corporal e que podem afetar a saúde e a qualidade de vida, sobretudo, da população idosa.

3.1.1 Força Muscular e Composição Corporal

Dentre as principais modificações observadas com o envelhecimento destacam-se o declínio na capacidade de geração de força, potência e resistência muscular (KELLER; ENGELHARD, 2013; PINA et al., 2013), bem como, alterações na composição corporal, caracterizadas, principalmente, pela redução da massa muscular esquelética e aumento da quantidade de gordura corporal, principalmente, visceral e intramuscular (FRONTERA et al., 2000; GOODPASTER et al., 2006; WANNAMETHEE et al., 2007). Adicionalmente, o envelhecimento é acompanhado por uma redução do conteúdo e da densidade mineral óssea (NOVOTNY; WARREN; HAMRICK, 2015).

A força muscular é um dos componentes da aptidão física relacionada à saúde que sofre maior declínio com o processo de envelhecimento. Em geral, por volta da quarta década de vida a força muscular começa a ser reduzida progressivamente, de modo que a partir dos 60 anos a taxa de declínio alcança patamares na ordem de 2% a 4% ao ano (DOHERTY, 2003). Embora a redução da força muscular atinja tanto homens quanto mulheres, a população feminina é aquela que requer maior cuidado, visto que a grande maioria das mulheres apresenta menores valores de força muscular do que os homens em todas as faixas etárias, a partir da fase adulta (KELLER; ENGELHART, 2013). Concomitantemente, observa-se declínio na massa muscular esquelética de aproximadamente 2% a 3% por década a partir dos 30 anos de idade, com uma taxa mais acelerada, também, a partir da sexta década de vida (JANSSEN et al., 2000).

Nesse sentido, Janssen et al. (2000), ao avaliarem 468 sujeitos de 18 a 88 anos por meio de ressonância magnética e tomografia computadorizada, encontraram declínio significativo da massa muscular por volta da quinta década de vida. O estudo revelou declínios na ordem de 1,9 kg e 1,1 kg de massa muscular por década para homens e

mulheres, respectivamente, com predominância em membros inferiores. Diversos mecanismos parecem estar envolvidos com esse fenômeno, tais como: alteração na composição das fibras musculares, diminuição da ativação neural, diminuição da quantidade de proteínas contráteis do músculo, redução do número de axônios e da velocidade de propagação dos estímulos nervosos (THOMPSON, 1994).

Além disso, o declínio na taxa de produção de hormônios anabólicos tem sido apontado como um dos principais fatores relacionados à redução de força e massa muscular decorrentes do envelhecimento. Estudos transversais e longitudinais têm demonstrado uma diminuição nas concentrações de testosterona, tanto em homens quanto em mulheres, neste caso, especialmente, após a menopausa (LIU et al., 2007; FELDMAN et al., 2002). Todavia, além da testosterona, outros hormônios anabólicos importantes, como o fator de crescimento semelhante à insulina (IGF-1), dehidroepiandrosterona (DHEA) e hormônio do crescimento (GH), também, apresentam concentrações reduzidas com o processo de envelhecimento (SAMARAS et al., 2014). 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 (DOHERTY 2003; KELLER; ENGELHARDT, 2013).

Com relação às alterações na composição das fibras musculares, vale destacar que a diminuição da quantidade e/ou tamanho associada ao processo de envelhecimento ocorre, principalmente, nas fibras musculares do tipo II, cuja principal característica é a maior capacidade de gerar tensão e velocidade de encurtamento, em virtude de possuírem uma maior quantidade de pontes cruzadas de actina e miosina. Assim, a atrofia muscular ou sarcopenia observada nas fibras do tipo II está associada à redução na força e potência muscular (ROUBENOFF, 2001; ZHONG et al., 2007; PÍCOLI et al., 2011; MARIANO et al., 2013).

Embora o declínio de força muscular possa ser explicado, pelo menos em parte, pela redução de massa muscular esquelética com o avançar da idade, este não parece ser o principal fator determinante, visto que a redução da força pode ser de duas a cinco vezes superior à redução da massa muscular (CLARK; MANINI, 2008). Vale ressaltar que a sarcopenia é uma condição que envolve a perda da massa muscular esquelética, ao passo que a sarcopenia nada mais é do que a perda da força muscular associada à idade e que não está relacionada à doença muscular ou neurológica (CLARK; MANINI, 2008). Ambos os fenômenos são acompanhados de redução da capacidade funcional (CLARK; MANINI, 2008; CLARK; MANINI, 2010).

A redução da força, potência e massa muscular esquelética contribui para um quadro ainda mais negativo relacionado à saúde, favorecendo a diminuição da densidade

mineral óssea, aumento da resistência à insulina, declínio da aptidão cardiorrespiratória, redução da taxa metabólica basal e do nível de atividade física diária, fatores que contribuem para o desenvolvimento de doenças crônico-degenerativas como hipertensão arterial, diabetes *mellitus* tipo 2, osteoporose, artrite, artrose, entre outras (EVANS, 2010; KIM et al., 2014; KOO et al., 2015; MOON et al., 2015). Portanto, a capacidade de produzir força é essencial, em particular, para o idoso, bem como a capacidade de realizar rápidas mudanças de direção e aceleração por meio da geração de potência muscular, servindo como fatores de proteção contra quedas e fraturas (ZATSORSKI; KRAEMER, 2008). Assim, a preservação ou aumento da massa muscular esquelética tem sido considerado de fundamental importância para a longevidade.

Por outro lado, o decréscimo na atividade física habitual, um fenômeno bastante comum em idosos, contribui para redução do gasto energético em repouso e, conjuntamente, com hábitos alimentares inadequados pode provocar aumento da quantidade e redistribuição de gordura corporal, aumentando o risco de morbidade e mortalidade (HAN et al., 2011). O excesso de gordura corporal tem sido considerado um problema de saúde pública, principalmente quando a análise é pautada em indicadores de adiposidade central, que representa um fator de risco adicional de suma importância para a saúde, uma vez que o excesso de adiposidade visceral tem maior caráter pró-inflamatório quando comparado à adiposidade periférica (MATHUS-VLIEGEN, 2012).

Nesse sentido, as mulheres geralmente apresentam maior quantidade de gordura corporal do que os homens, sendo que, após a menopausa, as mulheres tendem a acumular mais gordura na região central, aumentando assim o acúmulo de gordura visceral (FORTALEZA et al., 2014). Esse tipo de distribuição da gordura corporal ocupa papel de destaque na estimulação de uma variedade de vias fisiológicas que podem induzir processos inflamatórios e, conseqüentemente, acarretar diferentes alterações metabólicas e aumentar o risco cardiovascular, tais como: elevação da pressão arterial, dislipidemias, resistência à insulina, intolerância à glicose e síndrome metabólica (ZAMBONI et al., 2005; VAN GAAL et al., 2006; HAN et al., 2011).

Adicionalmente, o excesso de gordura corporal pode agravar o declínio da capacidade física associada ao envelhecimento. O comprometimento da capacidade funcional, particularmente relacionada à mobilidade, é significativamente maior em idosos obesos e com sobrepeso em relação a idosos eutróficos (SANTOS et al., 2013). Quando o comprometimento funcional e a redução das reservas fisiológicas são acentuados ao ponto de determinar incapacidade, instala-se o processo de fragilidade, que por sua vez associa-se à perda de autonomia, queda da qualidade de vida e aumento da mortalidade (MATHUS-VLIEGEN, 2012). Alguns estudos estimam que a incapacidade, em decorrência da

obesidade e sobrepeso, pode reduzir sobremaneira a longevidade (SANTOS et al., 2013; HAN; TAJAR; LEAN, 2011).

Outro importante componente da composição corporal que sofre modificações com o avançar da idade é o conteúdo mineral ósseo, cujas mudanças afetam diretamente a densidade mineral óssea (NOVOTNY; WARREN; HAMRICK, 2015). A densidade mineral óssea é uma medida que define a resistência do sistema esquelético às cargas do dia-a-dia. Com o avançar da idade, o uso de determinados medicamentos ou a diminuição da mobilidade (MARTÍNEZ et al., 2009) provocam redução na homeostasia entre formação e absorção óssea, responsável pelo remodelamento deste tecido, de acordo com a demanda exigida. Portanto, o aumento da fragilidade do tecido ósseo predispõe a osteopenia e, conseqüentemente, ao desenvolvimento da osteoporose (MARTÍNEZ et al., 2009; SANCHEZ-RIERA et al., 2010).

De acordo com dados do *National Health and Nutrition Examination Survey* (NHANES) publicados pelo *National Center for Health Statistics of Centers for Disease Control and Prevention* (NCHS-CDC), houve um crescimento na taxa de prevalência de osteopenia e osteoporose na coluna lombar ou no colo do fêmur na população dos Estados Unidos com 65 anos ou mais, no período de 2005 a 2010, de modo que as taxas de prevalência de osteopenia e osteoporose em mulheres nessa faixa etária foram na ordem de 52,3% e 25,1%, respectivamente (LOOKER et al., 2015). No Brasil, as taxas de prevalência de osteopenia e osteoporose são de aproximadamente 33% e 22%, respectivamente, em mulheres pós-menopausadas (PINHEIRO et al., 2010; RODRIGUES; BARROS 2016).

Portanto, a osteoporose é considerada um grande problema de saúde pública devido a sua alta taxa de prevalência e, principalmente, aos efeitos devastadores causados sobre a saúde física e psicossocial, podendo resultar em invalidez e incapacidade (SANCHEZ-RIERA et al., 2010). Na sequência serão discutidos alguns dos principais fatores de risco metabólico e cardiovascular associados ao envelhecimento.

3.1.2 Fatores de risco cardiometabólico

As modificações promovidas pelo processo de envelhecimento não são lineares e apresentam grandes diferenças interindividuais, sendo gradativas para alguns e mais aceleradas para outros (CAETANO, 2006). Essas variações são dependentes do estilo de vida, condições socioeconômicas e presença ou ausência de doenças crônicas (TEIXEIRA; GUARIENTO, 2010). As modificações biológicas ocorrem em nível molecular, celular, tecidual e orgânico, atingindo aspectos cognitivos e psicoafetivos (JECKEL-NETO; CUNHA, 2006).

Uma importante modificação que tem impacto desfavorável sobre a saúde do idoso e que foi discutida anteriormente é o aumento da quantidade de gordura corporal, principalmente o acúmulo de gordura na região abdominal (ZAMBONI et al., 2005), uma vez que o tecido adiposo em excesso libera grandes quantidades de ácidos graxos livres, que no fígado promovem um aumento da produção de glicose, triglicérides e de lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL-c). Adicionalmente, ocorre redução nas concentrações de HDL-c e aumento de LDL-c. Tais modificações podem aumentar a resistência à insulina, diminuir a tolerância à glicose e, conseqüentemente, promover hiperglicemia, acarretando maior secreção pancreática de insulina, o que pode resultar no desenvolvimento de diabetes *mellitus* tipo 2. Esse quadro pode provocar aumento da reabsorção de sódio e da atividade nervosa simpática, fatores que contribuem para o desenvolvimento da hipertensão arterial, favorecendo o desenvolvimento de um quadro de síndrome metabólica (ZAMBONI et al., 2005; HAN et al., 2011).

Distúrbios no metabolismo lipídico, caracterizados por mudanças nos níveis séricos de lipídios e/ou lipoproteínas circulantes são denominados de dislipidemias (XAVIER et al., 2013). As dislipidemias, associadas ou não a obesidade, são frequentes na população idosa (NAGATSUYU et al., 2009; ROCHA et al., 2013). Um dos possíveis mecanismos que explicam a associação entre dislipidemias e obesidade está relacionado à localização do tecido adiposo e a expressão e excreção das adipocinas, que em sua grande maioria, representam o elo entre adiposidade, aterosclerose e dislipidemias, entre outras doenças cardiovasculares (WAJCHENBERG et al., 2000; FONSECA et al., 2006). Entretanto, os diversos compartimentos do tecido adiposo apresentam diferentes valores de expressão e secreção de adipocinas (FONSECA et al., 2006). De modo geral, o tecido adiposo visceral e subcutâneo abdominal são respectivamente os mais ativos, ou seja, mais sensíveis à lipólise além de secretar maiores concentrações de adipocinas ligadas a processos pró-inflamatórios como resistina, angiotensina I, proteína C-reativa, interleucina-6, entre outras (WAJCHENBERG et al., 2000; FONSECA et al., 2006).

Estudos têm revelado um pior quadro de dislipidemias em mulheres, principalmente após a menopausa, sendo mais frequente a partir dos 65 anos (ROCHA et al., 2013). O dimorfismo sexual com relação ao comportamento dos níveis de lipídios circulantes pode ser explicado, em grande parte, pelas diferenças hormonais existentes entre os gêneros. Nesse sentido, após a menopausa, a ausência de produção de estrógenos pelos ovários provoca elevação nas concentrações de colesterol total, LDL-c e triglicérides, proporcionando maior risco para desenvolvimento de doenças crônico-degenerativas (GRAVINA et al., 2010).

Por outro lado, o fator de risco se altera quando a análise é pautada nos valores de HDL-c, visto que, se por um lado quando valores elevados de concentração de LDL-c ou

VLDL-c consistem em risco, por outro, valores elevados de HDL-c são fatores de proteção contra doenças cardiovasculares. Assim, enquanto parece haver um pequeno aumento ou manutenção das concentrações de HDL-c em homens com o avançar da idade (WALTER, 2009), nas mulheres existe uma tendência de estabilidade ou uma pequena redução causada pela menopausa (KREISBERG; KASIM, 1997). Logo, a interpretação do quadro clínico de idosos teve ser feita com uma certa cautela, uma vez que parece não haver um padrão bem definido das alterações em alguns indicadores de saúde metabólica (GLEI et al., 2011). Nesse sentido, uma estratégia adicional que pode ser utilizada para analisar o risco aumentado para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares em idosos é a avaliação do comportamento dos índices de Castelli (IC) I e II (DUQUE et al., 1998) que podem ser determinados pela simples razão entre as concentrações de colesterol total e HDL-c (IC I) e entre LDL-c e HDL-c (IC II) (CASTELLI et al., 1983).

Um outro aspecto relevante e bastante comum associado ao envelhecimento é o desenvolvimento da obesidade, um fenômeno que pode promover uma maior infiltração gordurosa no fígado, importante órgão regulador da glicemia e nos músculos provocando resistência à insulina e intolerância à glicose (SANTOS et al., 2013). Assim, a obesidade aparece muitas vezes associada a um quadro de pré-diabetes (especialmente a obesidade abdominal ou visceral), dislipidemias com hipertrigliceridemia e/ou baixo HDL-c e hipertensão arterial. Tanto o diagnóstico precoce quanto o tratamento dessas alterações metabólicas são aspectos fundamentais para a prevenção do diabetes *mellitus* tipo 2 (ADA, 2014).

Outro importante fator de risco cardiometabólico, em particular, para idosos, é a elevação crônica da pressão arterial (PA), uma vez que o envelhecimento acarreta alterações estruturais e funcionais do sistema cardiovascular como enrijecimento das artérias e declínio na efetividade dos mecanismos de controle da PA, contribuindo para o aumento da prevalência de hipertensão arterial, principalmente, a partir da quinta década de vida (RAPSOMANIKI et al., 2014). Além da taxa de prevalência de hipertensão arterial aumentar com o avançar da idade, tal fenômeno é mais recorrente entre as mulheres, muitas vezes refletindo o estilo de vida adotado (DANAEI et al., 2011).

Considerando que prática de exercícios físicos pode ser uma estratégia bastante interessante para atenuar ou até mesmo reverter, pelo menos em parte, diversos efeitos deletérios associados ao envelhecimento, a seguir serão abordados aspectos relevantes dessa relação.

3.2 Exercício Físico e envelhecimento

A atividade física tem exercido um papel relevante na vida do homem desde os primórdios da civilização, inicialmente, para atender as necessidades de sobrevivência e, nos dias atuais, para atender diferentes finalidades, tais como: estética; competição; promoção, prevenção e tratamento da saúde. Apesar disso, muitos estudos disponíveis na literatura têm revelado que o ser humano tem si tornado cada menos ativo fisicamente, com redução significativa até mesmo nas atividades da vida diária (HALLAL et al., 2003). Esse fato está em grande parte associado à evolução tecnológica que tem proporcionado inúmeras facilidades, em detrimento a redução acentuada do movimento humano. Como exemplo, a melhoria dos meios de transportes, os afazeres domésticos com sofisticados aparelhos para reduzir o tempo de trabalho, os equipamentos com uso de controle remoto e até mesmo as atividades de lazer têm si tornado cada vez mais automatizadas.

Tais evidências tem merecido especial atenção, visto que de forma isolada ou combinada a outros fatores como alimentação inadequada, tabagismo, etilismo, estresse, entre outros, a redução da atividade física habitual tem se mostrado como um agente facilitador para a incidência de disfunções crônico-degenerativas (RIBEIRO ANDRÉIA et al., 2016). Por outro lado, a manutenção de um estilo de vida ativo favorece a promoção de saúde física e mental em todas as idades e pode prevenir inúmeras doenças crônico-degenerativas (BEARD et al., 2016). Portanto, a aderência à prática de programas regulares de exercícios físicos pode proporcionar importantes benefícios a saúde, tais como: (1) redução da PA; (2) melhoria do perfil lipídico, glicêmico e inflamatório; (3) diminuição da resistência à insulina e aumento da tolerância a glicose; (4) controle da massa corporal; (5) prevenção da depressão e ansiedade; (6) melhoria da qualidade de vida (FLETCHER et al., 2013; KRIST et al., 2013).

Em um importante estudo epidemiológico realizado em Framingham, em Massachusetts, nos Estados Unidos, estimou-se que aproximadamente 10% de homens e mulheres com idades acima de 50 anos, com PAS \geq 150 mmHg e PAD \geq 95 mmHg, colesterol \geq 206 mg/dL e HDL-c \leq 42 mg/dL, poderiam desenvolver doenças cardiovasculares dentro de 10 anos. Entretanto, com a prática regular de exercícios físicos, este risco pode ser reduzido em 25%, ou seja, em 1/4 (WILSON et al., 1991). Desse modo, a redução do comportamento sedentário e o aumento na prática de exercícios físicos pode exercer um destacado papel preventivo e terapêutico para diferentes quadros desfavoráveis a saúde da população (HARRISON et al., 2004).

Adicionalmente, a prática de exercícios físicos pode atenuar ou até mesmo reverter parte das modificações acarretadas pelo processo de envelhecimento (ACSM, 2009;

GARBER et al., 2011; BOTERO et al., 2013). Desse modo, pesquisadores e profissionais da área de saúde têm defendido e recomendado a prática de exercícios físicos para o desenvolvimento e manutenção de diferentes componentes da aptidão física relacionada à saúde, em particular, para a população idosa, com especial atenção a aptidão musculoesquelética (ACSM, 2009; GARBER et al., 2011). Nesse contexto, o TR tem sido uma estratégia amplamente empregada, em virtude da sua comprovada efetividade para a melhoria de componentes da composição corporal e do sistema neuromuscular, fato que tem contribuído sobremaneira para o aumento da adesão e aderência a esse tipo de treinamento em diferentes populações (DE LIZ; ANDRADE, 2016). Além disso, o TR é uma prática segura no que tange ao risco cardiovascular; permite a utilização de sobrecargas individuais, de acordo com os níveis de aptidão física dos praticantes, que podem ser gradativamente aumentadas ao longo do tempo de treinamento; favorece a realização de movimentos com velocidade controlada, sem deslocamentos ou freadas bruscas, proporcionando uma maior estabilidade dinâmica, o que reduz acentuadamente o risco de quedas e fraturas.

Conceitualmente, o TR é uma denominação comumente utilizada na área médica para caracterizar o treinamento de força, treinamento com pesos ou musculação, denominações mais frequentemente utilizadas na área de Educação Física que se aplicam ao treinamento contra resistência oferecida, em particular, pela própria massa corporal, por pesos livres ou por outros utensílios, como aparelhos de musculação, elásticos ou resistência manual (UCHIDA et al., 2015), que permitem o uso de resistência dinâmica variável ou invariável, a partir da realização de ações musculares concêntricas e excêntricas (FLECK; KRAEMER, 2014).

Um dos primeiros estudos a destacar os benefícios do TR em idosos foi conduzido por Fiatarone et al. (1990). Nessa investigação foram encontrados incrementos médios de 174% na força máxima, 9% na massa muscular e melhora de 48% na velocidade de caminhada, com importantes variações interindividuais. Posteriormente, diversos estudos revelaram incrementos de força e massa muscular (HUNTER et al., 2004; CADORE et al., 2014; RIBEIRO et al., 2016); aumento de potência e resistência muscular (BOTERO et al., 2013); melhora do equilíbrio, coordenação e agilidade (LIU; LATHAM, 2009); melhora na estabilidade dinâmica e redução na incidência de quedas (KALAPTHAROS et al., 2004; KRIST et al., 2013); melhora do perfil metabólico e diminuição da pressão arterial (CONELISSEN et al., 2011; CONCEIÇÃO et al., 2013; GERAGE et al., 2013b; GURJÃO et al., 2013; LERA ORSATTI, 2014; TOMELERI et al., 2016a; TOMELERI et al., 2017); redução da carga de doença atribuída a doenças crônico-degenerativas (HUNTER et al., 2004; WILLIAMS et al., 2007) ou, ainda, revelaram reduções na gordura corporal total e de

tronco (BOTERO et al., 2013; CONCEIÇÃO et al., 2013), entre outros. Portanto, os benefícios da prática de TR podem ser extrapolados para diversas variáveis relacionadas à saúde do idoso.

Entretanto, o grande desafio da ciência no presente momento é estabelecer qual a dose necessária para se atingir esses benefícios na população idosa, visto que as respostas adaptativas ao TR parecem ser protocolo-dependentes, tempo-dependentes ou indivíduo-dependentes. Nesse sentido, o Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM) tem tido a preocupação de produzir ou atualizar importantes documentos ao longo das últimas décadas, na tentativa de orientar a prescrição de programas de exercícios físicos e, em particular, de TR para diversas populações, incluindo idosos (PESCATELLO et al., 2004; NELSON et al., 2007; ACSM, 2009; GARBER et al., 2011).

Neste sentido, os posicionamentos mais recentes procuraram estabelecer as diretrizes pautadas nas categorias da evidência, com base na análise de estudos observacionais, ensaios clínicos randomizados e revisões sistemáticas com meta-análises que proporcionaram importantes informações sobre a manipulação da intensidade (carga, intervalo de recuperação e velocidade de execução ou tempo sob tensão) e volume (número de exercícios, número de séries, número de repetições e frequência semanal) para a elaboração de programas de TR visando a melhoria da aptidão musculoesquelética e indicadores de saúde (ACSM, 2009; GARBER et al., 2011).

Uma das principais orientações presentes nesse documento e que merecem ser destacadas é que para se atingir os benefícios associados a prática do TR, o programa de treinamento precisa ser estruturado para atender três princípios gerais, a saber: sobrecarga progressiva, especificidade e variação (ACSM, 2009). A sobrecarga progressiva está relacionada ao aumento gradual do estresse mecânico e metabólico empregado sobre o corpo durante o treinamento e pode ser proporcionada pela manipulação do volume e/ou da intensidade. A especificidade, por sua vez, refere-se as adaptações específicas em resposta ao estímulo aplicado, o que pode ser determinado por diversos fatores como tipo de ações musculares envolvidas (concêntrica e/ou excêntrica), amplitude de movimento, grupo muscular treinado, carga utilizada, velocidade de execução, número de repetições, entre outras. Por fim, a variação ou periodização, que consiste no processo de manipulação planejada de uma ou mais variáveis de treino na tentativa de que o estímulo do treinamento se mantenha ao longo do tempo, na tentativa de evitar ou retardar o platô adaptativo. Embora a magnitude das respostas e as adaptações ao treinamento sejam influenciadas pela individualidade biológica e dependam do nível de aptidão física do praticante, a incorporação desses princípios em um programa de treinamento parece ser determinante para o sucesso ou não dessa estratégia (ACSM, 2009; FLECK; KRAEMER, 2014).

Nesse sentido, algumas variáveis vêm sendo sistematicamente estudadas nos últimos anos. Uma recente revisão sistemática de ensaios clínicos aleatórios (ECAs) com meta-análises (BORDE et al., 2015) procurou analisar os efeitos do TR sobre a força muscular de idosos, com base na manipulação de diferentes variáveis que compõem os programas de TR. Os 25 ECAs analisados indicaram uma grande diversidade de protocolos, com períodos de intervenção variando de seis a 53 semanas; frequência de duas a três sessões semanais; número de séries variando de uma a cinco; número de repetições no intervalo de cinco a 16; intensidade na ordem de 40 a 90% de uma repetição máxima (1RM), o que dificulta a interpretação das respostas encontradas e a extrapolação dos resultados encontrados para outros desfechos relacionados à saúde.

Entre as variáveis que podem afetar as respostas ao TR destaca-se a ordem de execução dos exercícios. Alguns estudos têm indicado que a sistematização da ordem de execução dos exercícios pode afetar as respostas adaptativas, tanto agudas (SPREUWENBERG et al., 2006; SIMÃO et al., 2005; SIMÃO et al., 2012a; SFORZO; TOUEY, 1996) quanto crônicas (PINA et al., 2003; ARAZI et al., 2015; TOMELERI, 2016b). Entretanto, a maioria das investigações tem se limitado a analisar as respostas agudas sobre algumas variáveis, tais como número de repetições realizadas, volume total de treino e percepção subjetiva de esforço (BELLEZZA et al., 2009; SILVA et al., 2009; DA SILVA et al., 2010; MIRANDA et al., 2010; GIL et al., 2011; FIGUEIREDO et al., 2011; BALSAMO et al., 2012; SIMÃO et al., 2012b; ARAZI et al., 2015; CHAVES et al., 2013; GUEDES et al., 2013; RIBEIRO et al., 2013; FARINATTI et al., 2013; ROMANO et al., 2013; MIRANDA et al., 2013; SIMÃO et al., 2013; DA CONCEIÇÃO et al., 2014; SONCIN et al., 2014; PIRAUÁ et al., 2014; RIBEIRO et al., 2014; ARAZI et al., 2015; BENTES et al., 2015; DA SILVA et al., 2015; SOARES et al., 2016; FARIA et al., 2016; MORAES et al., 2016).

As recomendações atuais (Evidência C) para a prescrição do TR em adultos saudáveis sugerem que os exercícios que compõem uma sessão de treinamento devem ser posicionados no programa, de acordo com o tamanho do principal grupamento muscular alvo ou o número de articulações envolvidas, ou seja, dos grandes para os pequenos grupos musculares ou dos multiarticulares para os monoarticulares; exercícios de maior intensidade antes de exercícios de baixa intensidade; alternar os exercícios de acordo com os segmentos corporais; exercício realizado para um grupo muscular (agonista) seguido por um exercício para o grupo muscular oposto (antagonista) (ACSM, 2009).

Tal diretriz, contudo, é baseada em dois estudos que analisaram apenas o efeito agudo (SFORZO; TOUEY, 1996; SPREUWENBERG et al., 2006), pressupondo que uma maior sobrecarga poderá ser empregada quando maiores grupamentos musculares forem treinados primeiramente, visto que os principais músculos envolvidos estarão mais

descansados, ou ainda os exercícios posicionados no início da sessão podem resultar em maiores ganhos de força.

Entretanto, estudos realizados posteriormente têm questionado essa hipótese, sugerindo que talvez a ordem de execução dos exercícios deva priorizar os grupamentos alvo a serem melhorados, independente do tamanho ou do número de articulações envolvidas, com estes sendo posicionados no início da sessão de TR (RHEA; ALDERMAM, 2004; HERRICK; STONE, 1996; MCNAMARA; STEARNE, 2010; FLECK, 2011). Essa hipótese, contudo, também é derivada de estudos que adotaram delineamentos transversais (KRAEMER; RATAMESS, 2004; LEMMER et al., 2007; KOK et al., 2009; BARTOMOMEI et al., 2014; NIKSERESHT et al., 2014; PRESTES et al., 2015), o que não assegura ser possível a extrapolação para o TR executado de maneira crônica.

Um outro aspecto que merece atenção é que a grande maioria dos 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, período de duração do treinamento (semanas, meses ou anos), entre outros, podem afetar as respostas ao TR (GARBER et al., 2011). Vale destacar que, somente três estudos foram conduzidos até o presente momento sobre o efeito da utilização de diferentes ordens de execução dos exercícios em TR na população idosa, sendo que a duração máxima foi de 12 semanas. Além disso, um desses estudos foi realizado com homens idosos e teve como propósito verificar as respostas apenas de indicadores da composição corporal (PINA et al., 2013). Portanto, somente dois estudos se prontificaram a analisar o efeito da ordem de execução dos exercícios no TR em mulheres idosas (TOMELERI, 2016b, DIB, 2017).

Uma síntese das informações presentes dos estudos longitudinais encontrados na literatura sobre o impacto de diferentes ordens de execução dos exercícios em programas de TR é apresentada no quadro.

Quadro 1. Estudos longitudinais que analisaram o efeito da ordem de execução dos exercícios físicos em programas de treinamento resistido.

Autores	Amostra	Duração	Frequência Semanal	Séries e repetições	Variáveis	Principais resultados
Dias et al. (2010)	Homens jovens (n = 31) GGP = 16; GPG = 17 GC = 15	Oito semanas	Três sessões	Cinco exercícios; (3 séries X 8 - 12 RM)	Força e volume total.	Força (GPG > GGP e CG) Volume total (GGP = GPG)
Simão et al. (2010)	Homens jovens (n = 31) GGP = 09; GPG = 13 GC = 09	12 semanas	Duas sessões	Quatro exercícios; sem. 1 a 4 (4 séries; 12 - 15 RM) sem. 5 a 8 (3 séries; 8 - 12 RM) sem. 9 a 12 (2 séries; 3 a 5 RM)	Testes de 1RM; VTT, VM de Tríceps e Bíceps – ultrassom.	GGP = GPG BP (GGP = Basal e GC) SP (GPG = Basal)
Spinetti et al. (2010)	Homens jovens (n = 30) GGP = 11; GPG = 10 GC = 09	12 semanas	Duas sessões	Quatro exercícios; Não linear = oito ciclos (dias) 1º dia (4 séries; 12 a 15 RM) 2º dia (3 séries; 8 a 12 RM) 3º dia (2 séries; 3 a 5 RM)	Teste de 1RM, VM do bíceps e tríceps, volume total e trabalho total.	1RM (GGP = GPG) Volume total (GGP = GPG) Trabalho total (GGP > GPG) ES: SP (GGP > GPG) ES: PX, BP e TR (GPG > GGP)
Assumpção et al. (2013)	Homens jovens (n = 18) GGP = 08; GPG = 08	Seis semanas	Quatro sessões	Quatro exercícios; (3 séries; 8 - 12 RM)	Força (1RM e 10RM) em SP, PX, TR e BP.	GGP = GPG ES: SP e PX (GGP > GPG) ES: TR e BP (GPG > GGP)
Pina et al. (2013)	Homens idosos (n = 18) GGP = 09; GPG = 09	Sete semanas	Três sessões	Oito exercícios; (2 séries; 10 a 15 RM)	Água corporal total, massa corporal magra, % gordura, massa gorda.	GGP = GPG
Nazari et al. (2016)	Mulheres jovens (n = 24) GGP = 08; GPG = 08 GC = 08	Seis semanas	Três sessões	Quatro exercícios; sem. 1 e 2 (4 séries; 12 - 15 RM) sem. 3 e 4 (3 séries; 8 - 12 RM) sem. 5 e 6 (3 séries; 3 a 5 RM)	Força muscular, volume de trabalho, lactato desidrogenase e enzimas creatina quinase.	GGP = GPG
Tomeleri (2016b)	Mulheres idosas (n = 55) GGP = 18; GPG = 19 GC = 18	12 semanas	Três sessões	Oito exercícios; (3 séries; 10 - 15 RM)	VTT, Força, hormônios, adiposidade, FRC, marcadores inflamatórios.	GGP = GPG
Dib (2017)	Mulheres idosas (n = 45) GGP = 15; GPG = 15 GAS = 15	12 semanas	Três sessões	Oito exercícios; (3 séries; 15 - 10 - 5 RM)	Força, composição corporal, capacidade funcional	GGP = GPG = GAS

GGP = Grupo treinamento dos grandes para pequenos grupos musculares; GPG = Grupo treinamento dos pequenos para grandes grupos musculares; GC = Grupo Controle; n= número; GAS: Grupo alternado por segmento; RM = repetições máximas; VM = volume muscular; ES = *Effect Size*; SP = supino; PX = puxada; TR = tríceps; BP = bíceps; VTT = volume total de treino; FRC = fatores de risco cardiometabólico.

4 MÉTODOS

4.1 Tipo de estudo

A presente investigação pode ser caracterizada como um ensaio clínico aleatorizado, que testou o efeito de dois tipos de intervenção sobre desfechos específicos relacionados à força muscular, composição corporal, qualidade muscular e fatores de risco cardiometabólico em mulheres idosas.

4.2 Delineamento do estudo

A presente investigação faz parte do banco de dados gerado pelo projeto denominado “Envelhecimento Ativo: 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). O estudo teve uma duração total de 33 semanas que foram divididas em cinco diferentes momentos (**Figura 1**).

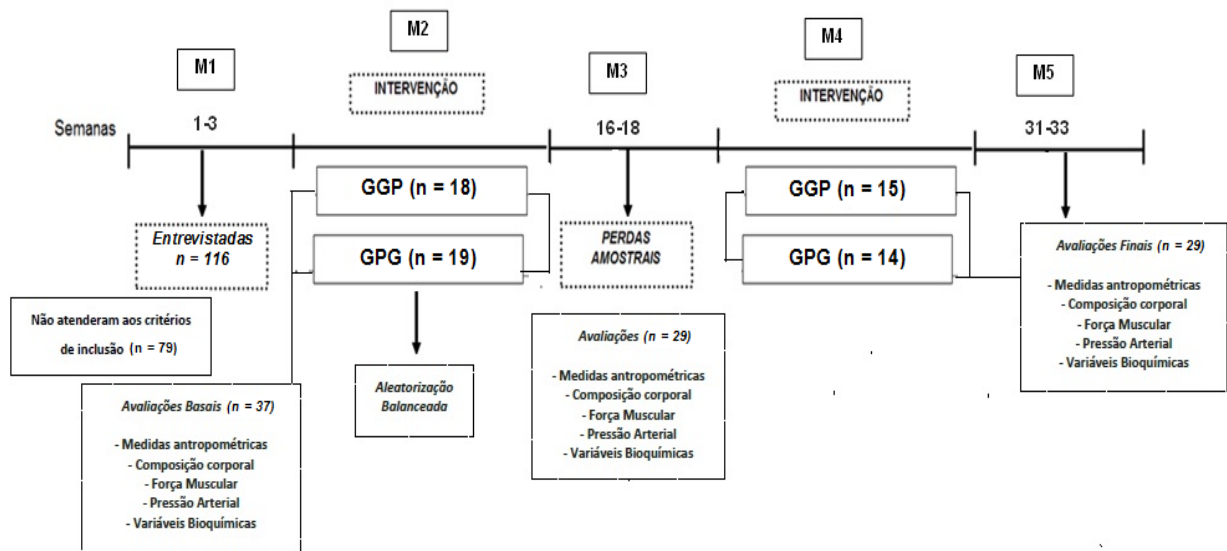


Figura 1. Desenho experimental do estudo (GGP = grupo treinamento dos grandes para os pequenos grupos; GPG = grupo treinamento dos pequenos para os grandes grupos; M = momento; n = número amostral).

O momento 1 (M1) correspondeu a seleção da amostra seguida de entrevistas, aplicações de questionários, testes, medidas e avaliações. Na sequência, as participantes foram aleatorizadas pela força relativa a massa muscular esquelética em dois grupos, a saber: Grupo treinamento resistido na ordem dos grandes para os pequenos grupos musculares (GGP) e grupo treinamento resistido na ordem dos pequenos para os grandes grupos musculares (GPG). A partir daí, no momento 2 (M2), as idosas de ambos os grupos de treinamento (GGP e GPG) 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. No momento 3 (M3) foram aplicadas reavaliações nas variáveis analisadas no M1. Em seguida no momento 4 (M4), as idosas foram submetidas a mais 12 semanas consecutivas do programa de TR semelhante respeitando-se a sobrecarga progressiva, de acordo com a ordem de execução dos exercícios estabelecida para cada grupo. Por fim, no momento 5 (M5) foram aplicadas reavaliações nas variáveis analisadas no M1 e M3.

4.3 Participantes

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

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 (APÊNDICE B). O projeto que deu origem a este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Londrina, de acordo com a Declaração de Helsinque (ANEXO B).

O fluxograma com a apresentação esquemática do recrutamento e alocação das participantes é apresentado na **Figura 2**. Um total de 116 idosas foram entrevistadas, das quais 79 foram excluídas por não atenderem aos critérios de elegibilidade. Assim, 37 idosas que atenderam os critérios de elegibilidade foram selecionadas para compor a amostra do presente estudo. Na sequência, após as medidas e avaliações na linha de base, as

participantes foram aleatorizadas, de forma balanceada, para integrarem um dos dois grupos experimentais, a saber: GGP (n = 18) ou GPG (n = 19). Após 12 semanas de intervenção oito idosas abandonaram o estudo, três por problemas de saúde (cirurgia de catarata, aneurisma de aorta e neuralgia do nervo trigêmeo) e cinco por motivos pessoais ou problemas familiares (mudança de cidade, cuidar de familiares). Ao final das 24 semanas de treinamento, 29 idosas completaram o estudo (GGP = 15 e GPG = 14).

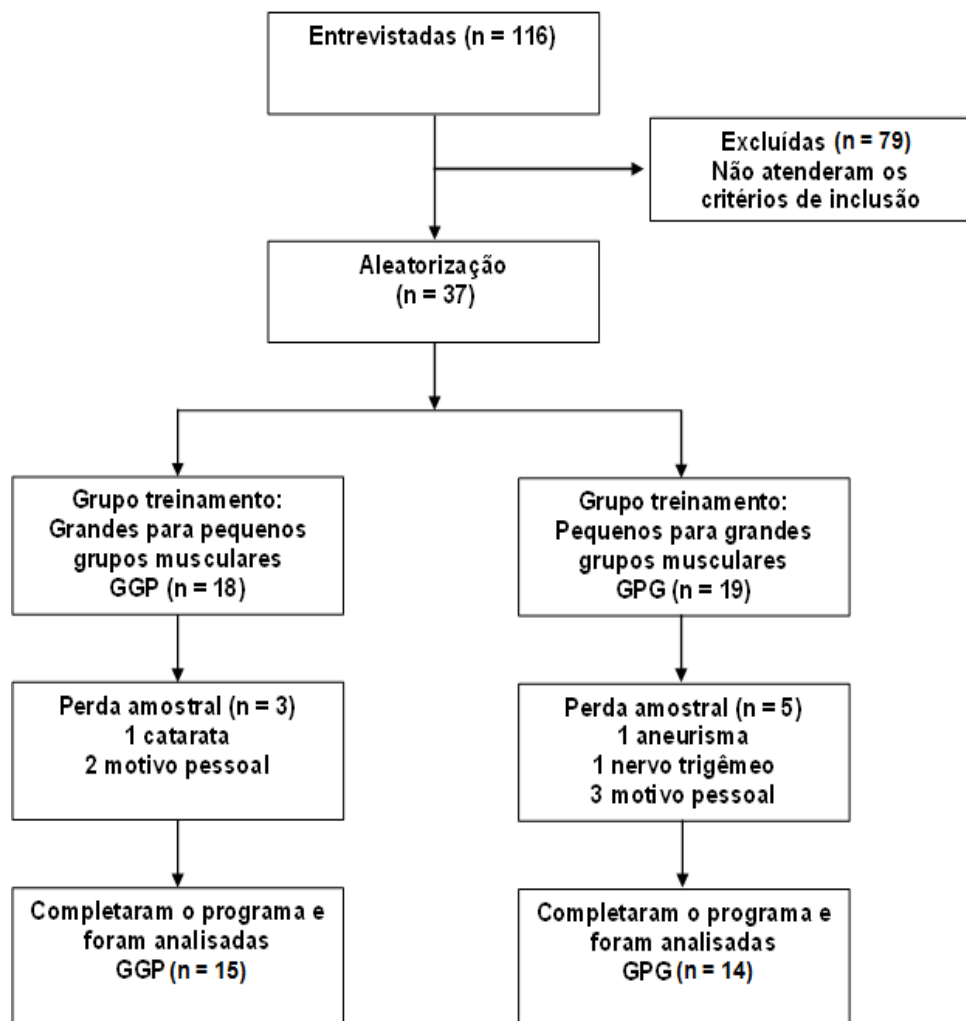


Figura 2. Fluxograma do estudo (GGP = grupo treinamento dos grandes para os pequenos grupos; GPG = grupo treinamento dos pequenos para os grandes grupos; n = número amostral).

4.4 Antropometria

A massa corporal foi mensurada em uma balança de leitura digital (Balmak, modelo Classe III, Labstore, Curitiba, Paraná, Brasil), com escala de 0,1 kg, ao passo que a estatura foi determinada por meio de um estadiômetro acoplado à mesma, com escala de 0,1 cm. 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). Todas as medidas antropométricas foram realizadas de acordo com procedimentos estabelecidos na literatura (GORDON et al., 1988).

4.5 Composição corporal

Absortometria radiológica de dupla energia (DEXA) (Lunar Prodigy, model NRL 41990, GE Lunar, Madison, WI) foi utilizada para a determinação da composição corporal mediante escaneamento de corpo inteiro. A calibragem do equipamento seguiu as recomendações do fabricante e tanto a calibragem quanto as análises foram realizadas por um técnico do laboratório com experiência nesse tipo de avaliação. As participantes 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 da 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 conteúdo mineral ósseo, tecido adiposo em dados absolutos para os compartimentos membros superiores (MS), membros inferiores (MI) e tronco (TC) e total e em dados relativos para a gordura ginóide, andróide e total, massa isenta de gordura e osso (MIGO) para o corpo todo e regiões do tronco (MIGO TC), membros superiores (MIGO MS) e inferiores (MIGO MI). Foram geradas linhas padrão pelo software do próprio equipamento para delimitação das diferentes regiões do corpo: cabeça, tronco e membros. As linhas foram ajustadas pelo técnico especializado, por meio de pontos anatômicos específicos. As análises durante a intervenção foram realizadas pelo mesmo técnico que estava cego em relação ao protocolo de TR utilizado e tempo de intervenção. A massa muscular esquelética foi estimada a partir da quantificação do tecido magro e mole apendicular, de acordo com a seguinte equação preditiva (KIM et al., 2002):

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

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

Medidas de reprodutibilidade foram obtidas em 10 mulheres que participaram do estudo, resultando em um erro padrão de medida (EPM) inferior a 1% para a massa muscular esquelética e coeficiente de correlação intraclassa (CCI) de 0,99. Para a gordura corporal total e MIGO o EPM foi inferior a 3% e o CCI > 0,98.

4.6 Força muscular

Para a estimativa da força muscular foi utilizado o teste de uma repetição máxima (1-RM) em três exercícios, envolvendo os segmentos do tronco, membros inferiores e membros superiores. A ordem de execução dos exercícios testados foi a seguinte: supino vertical, cadeira extensora e rosca *scott*, respectivamente. Três sessões de 1-RM foram realizadas para cada exercício, sempre no período da manhã, com intervalo de 48 h entre cada sessão (AMARANTE DO NASCIMENTO et al., 2013). As participantes foram instruídas sobre todos os procedimentos e técnicas a serem exigidas nos testes antes de serem submetidas à primeira sessão de testagem. Em cada sessão de testagem foi realizado um aquecimento anterior ao início da primeira tentativa, para cada exercício, por meio da realização de uma série de 6 a 10 repetições com aproximadamente 50% da carga inicial a ser testada. 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 entre os exercícios. Em cada tentativa, as idosas receberam encorajamento verbal para tentarem realizar duas repetições. Quando uma ou duas repetições eram completadas corretamente, a carga era aumentada para a próxima tentativa, ao passo que nas situações onde sequer uma repetição era realizada a carga era reduzida para a próxima tentativa. O aumento ou a redução das cargas empregadas em cada tentativa foi na ordem de 3 a 10%, de acordo com o grau de facilidade ou dificuldade observada para cada participante. A carga registrada como 1-RM foi aquela na qual foi possível a realização de uma única ação voluntária máxima, nas fases concêntrica e excêntrica. O EPM e o ICC foram utilizados para análise da qualidade das medidas no supino (EPM = 0,46 kg e CCI > 0,97), cadeira extensora (EPM = 1,67 kg e CCI > 0,91) e rosca Scott (EPM = 0,93 kg e CCI > 0,93). A somatória da carga total levantada (CTL) nos três exercícios foi utilizada como indicador de força muscular. Três avaliadores com experiência na aplicação de testes de 1-RM conduziram as testagens nos diferentes momentos do estudo. A forma e a técnica de execução de cada exercício foram

padronizadas e continuamente monitoradas, na tentativa de se garantir a eficiência dos testes de 1-RM.

4.7 Qualidade Muscular

A qualidade muscular foi analisada a partir dos valores do índice de qualidade muscular (IQM) determinado pela razão entre a somatória das cargas máximas levantadas nos três exercícios utilizados em testes de 1-RM e a MIGO. O IQM também foi determinado de acordo com os segmentos corporais de membros superiores (IQMMS), membros inferiores (IQMMI) e tronco (IQMTC). Para tanto, IQMMS foi determinado pela razão entre a carga máxima levantada no exercício rosca *scott* e a MIGO MS, IQMTC pela razão entre a carga máxima levantada no exercício supino vertical e a MIGO TC e o IQMMI foi determinado pela razão entre a carga máxima levantada no exercício cadeira extensora e a MIGO MI.

4.8 Pressão arterial de repouso

Medidas de pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD) foram realizadas por meio de aparelho automático de medida da pressão arterial (Omron Healthcare, Lake Forest, IL, USA). 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 minutos antes do início das medidas. Três medidas foram executadas com intervalo mínimo de dois minutos entre elas sendo registrado o valor médio entre elas. 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. O valor médio das medidas registrados nos diferentes dias foi adotado como valor de referência. O EPM e o ICC foram utilizados para análise da qualidade das medidas na PAS (EPM = 1,33 mmHg e CCI > 0,99) e PAD (EPM = 1,11 mmHg e CCI > 0,99).

4.9 Bioquímica sanguínea

Coletas de sangue foram realizadas em sala adaptada para este fim, para a determinação de triglicerídeos (TG), glicose, colesterol total (CT), HDL-c, LDL-c e insulina. As dosagens foram determinadas no laboratório de Análises Clínicas do Hospital Universitário, da Universidade Estadual de Londrina. Para tanto, um experiente técnico de

laboratório coletou amostras de 14 ml de sangue venoso na porção antecubital, respeitando jejum de 12 horas, no período matutino. Para a coleta de sangue as idosas foram mantidas sentadas em uma cadeira, com o antebraço apoiado sobre um suporte localizado aproximadamente na altura dos ombros. Após o braço ser garroteado no ponto médio do úmero foi realizada assepsia com algodão embebido em álcool 70%. A punção foi realizada com agulha descartável de 25 X 8 mm no referido local. O sangue venoso foi aspirado em dois tubos de coleta a vácuo, um com capacidade para 10 ml e outro para 4 ml e as agulhas foram descartadas de forma segura, assim como todos os outros materiais descartáveis contaminados, tanto no procedimento de coleta, quanto nas análises sanguíneas, conforme procedimento padrão do laboratório. As amostras foram depositadas em tubos a vácuo, com gel separador sem anticoagulante, e centrifugadas por 10 min a 3000 rpm (1006 x g) para a separação do soro. O plasma e o soro foram aliquotados e armazenados em freezer a -80°C (Indrel®) até a realização das análises. Posteriormente foram determinadas as concentrações de CT, HDL-c, TG e glicose. Para a determinação de LDL-c foi utilizada a equação de Friedewald $LDL-c = CT - (HDL-c + TG/5)$ obtendo-se o resultado em mg/dL. O Índice de Castelli I (ICI) foi calculado pela razão entre as concentrações de colesterol total (CT) e HDL-c (CT/HDL-c), enquanto o Índice de Castelli II (ICII) foi determinado pela razão entre as concentrações de LDL-c e HDL-c (LDL-c/HDL-c) (CASTELLI et al., 1983).

O perfil lipídico foi determinado em um sistema autoanalisador bioquímico Dade Behring Dimension RXL (Dade Behring Inc., Newark, DE, USA), de acordo com métodos consagrados na literatura especializada, seguindo os protocolos recomendados pelos fabricantes. A concentração de insulina foi determinada por meio do método de quimiluminescência, utilizando um analisador Liaison XL (DiaSorin S.p. A, Saluggia, Italy). O modelo de avaliação da homeostase para resistência insulínica (HOMA-IR) foi calculado pela fórmula: $Insulina\ jejum\ (\mu UI/mL) \times Glicose\ jejum\ (mmol/L) / 22,5$.

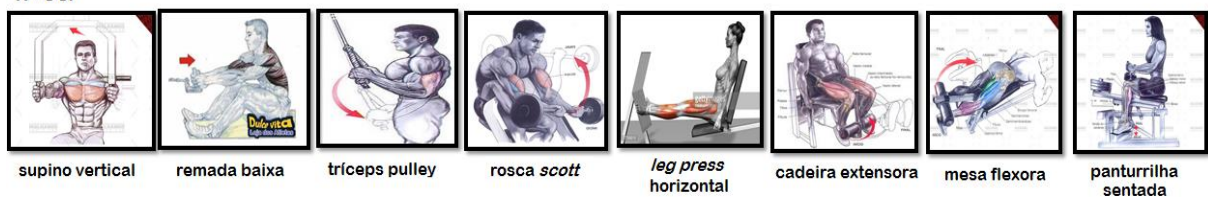
4.10 Treinamento resistido

O programa de TR foi conduzido por 24 semanas, em uma frequência de três sessões semanais, em dias alternados (segundas, quartas e sextas-feiras), com supervisão individual de estudantes de graduação, mestrado e doutorado em Educação Física. O programa de TR foi composto por oito exercícios, envolvendo diferentes grupamentos musculares, de acordo com uma montagem localizada por articulação. Três séries foram realizadas em cada exercício sendo de 10-15 RM (Método Tradicional) nas primeiras 12 semanas e 15, 10 e 5 RM, respectivamente (Método Piramidal Crescente), nas 12 semanas subsequentes. O GGP executou os exercícios na seguinte ordem: supino vertical, remada

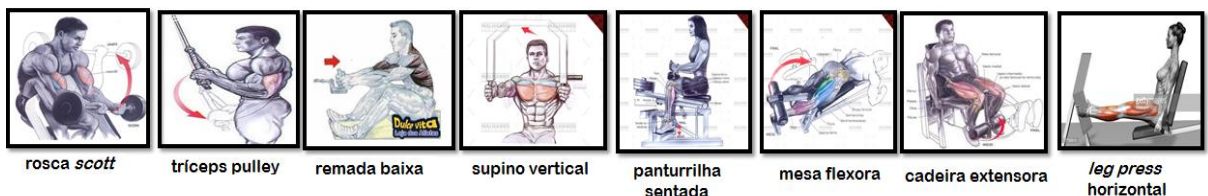
sentada, tríceps no *pulley*, rosca *scott*, *leg press* horizontal, cadeira extensora, mesa flexora e panturrilha sentada, enquanto o GPG executou os mesmos exercícios, de acordo com a respectiva ordem: rosca *scott*, tríceps no *pulley*, remada sentada, supino vertical para MS e TC, panturrilha sentada, mesa flexora, cadeira extensora e *leg press* horizontal para MI (**Figura 3**). O intervalo de recuperação estabelecido entre as séries e os exercícios, foi de 60 s entre as séries e 120 s entre os exercícios. As participantes foram orientadas a executarem as ações musculares concêntricas e excêntricas em uma razão de 1 : 2, respectivamente.

As participantes 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 TR, na tentativa de que a intensidade inicial do treinamento fosse preservada ao longo do período experimental. O reajuste das cargas nas primeiras 12 semanas de TR foi realizado quinzenalmente, por meio da aplicação do teste de peso por repetições máximas, conforme descrito na literatura (RIBEIRO et al., 2015a). Na segunda etapa os reajustes ocorreram sempre que o número previsto de repetições para a primeira série era superado em duas repetições, em duas sessões de treinamento consecutivas (incremento de 2 a 5% para os exercícios de tronco e membros superiores e de 5 a 10% para os exercícios de membros inferiores). As frequências das idosas bem como o programa individual foram registradas em ficha de treino (APÊNDICE C).

A - GGP



B - GPG



Fonte: Delavier, 2007.

Figura 3. Ordem de execução dos exercícios de acordo com os grupos analisados (painel A – GGP = grupo treinamento dos grandes para os pequenos grupos; painel B – GPG = grupo treinamento dos pequenos para os grandes grupos).

4.11 Tratamento estatístico

Inicialmente, o teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para a análise da distribuição dos dados. As variáveis que não apresentaram distribuição normal foram ajustadas por função logarítmica de base 10. O teste de Levene foi utilizado para análise da homogeneidade das variâncias. Análise de variância (ANOVA) two-way para medidas repetidas foi utilizada para comparação entre os momentos. O teste de Mauchly foi aplicado para verificar a esfericidade e, posteriormente, quando necessário foi aplicada a correção de Greenhouse-Geiser. O teste *post hoc* de Bonferroni, para comparações múltiplas, foi empregado para a identificação das diferenças específicas nas variáveis em que os valores de F encontrados foram superiores aos do critério de significância estatística estabelecido. Para todas as análises estatísticas foi aceita uma significância de $P < 0,05$. O tamanho do efeito (TE) foi calculado para verificar a magnitude das diferenças, 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 (COHEN, 1988). 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).

5 RESULTADOS

5.1 Artigo 1: Efeito de duas ordens de execução de exercícios resistidos sobre a força, hipertrofia e qualidade muscular em mulheres idosas

Resumo

Introdução: A prática regular de exercícios resistidos tem sido recomendada para idosos, haja vista que o treinamento resistido (TR) pode atenuar ou, até mesmo, reverter parte dos efeitos deletérios associados ao processo de envelhecimento. Entretanto, as modificações acarretadas pelo TR podem ser influenciadas pela manipulação das variáveis que compõem os programas de treinamento. Nesse sentido, a ordem de execução dos exercícios em programas de TR pode alterar a intensidade e o volume de treinamento e, conseqüentemente, afetar as respostas adaptativas. **Objetivo:** Comparar o efeito de duas ordens de execução de exercícios resistidos sobre a força muscular, hipertrofia e qualidade muscular em mulheres idosas. **Métodos:** Vinte e nove mulheres idosas (> 60 anos) e fisicamente independentes foram separadas aleatoriamente em dois grupos, a saber: grupo treinamento dos grandes para os pequenos grupos musculares (GGP, n = 15) e grupo treinamento dos pequenos para os grandes grupos musculares (GPG, n = 14). O GGP 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 GPG executou os mesmos exercícios, de acordo com a respectiva ordem: rosca *scott*, tríceps no *pulley*, remada sentada, supino vertical, panturrilha sentada, mesa flexora, cadeira extensora e *leg press* horizontal. O programa de TR foi realizado em duas etapas com duração de 12 semanas e frequência de três sessões semanais em cada uma delas. Na primeira etapa todos os exercícios foram executados em três séries de 10-15 repetições máximas (RM) e na segunda etapa os mesmos exercícios foram realizados em três séries de 15, 10 e 5 RM, respectivamente. Força muscular, massa muscular e índice de qualidade muscular (IQM) foram as variáveis analisadas. **Resultados:** Um efeito principal do tempo ($P < 0,01$) revelou aumento de força muscular (GGP = +24,3% vs. GPG = +21,6%), massa muscular (GGP = 5,6% vs. GPG = 4,8%) e IQM (GGP = +17,2% vs. GPG = +15,2%), sem diferenças entre os grupos ($P > 0,05$) após 24 semanas de intervenção. **Conclusão:** Os resultados sugerem que as duas ordens de execução dos exercícios analisadas não parecem influenciar o aumento da força muscular, os ganhos de massa muscular e a melhoria da qualidade muscular acarretados pela prática do TR, em mulheres idosas.

Palavras-chave: Envelhecimento. Treinamento de Resistência, Força muscular.

Effect of two orders of execution of resistance training exercises on strength, hypertrophy and muscular quality in elderly women

Abstract

Introduction: The regular practice of resistance exercises has been recommended for the elderly, since resistance training (RT) can attenuate or even reverse some of the deleterious effects associated with the aging process. However, the changes caused by RT can be influenced by the manipulation of the variables that compose the training programs. In this sense, the order of execution of the exercises in RT programs can change the intensity and volume of training and, consequently, affect the adaptive responses. **Objective:** To compare the effect of two orders of execution of resistance exercises on muscular strength, hypertrophy and muscular quality in elderly women. **Methods:** Twenty nine elderly (> 60 years) and physically independent women were randomly divided into two groups, namely: training group of large for small muscle groups (GLS, n = 15) and small group training group (GSL, n = 14). The GLS performed the exercises in the following order: chest press, seated row, triceps pushdown, preacher curl, horizontal leg press, knee extension, leg curl and seated calf raise, while the GSL performed the same exercises, however, in their respective order: preacher curl, triceps pushdown, seated row, chest press, chest press, leg curl, knee extension and horizontal leg press. The RT program was performed in two phases with duration of 12 weeks and frequency of three weekly sessions in each of them. In the first phase all exercises were performed in three sets of 10-15 maximal repetitions (MR) and in the second phase the same exercises were performed in three sets of 15, 10 and 5 MR, respectively. Muscle strength, muscle mass and muscle quality index (MQI) were the analyzed variables. **Results:** Effect of time ($P < 0.01$) revealed increased muscle strength (GLS = + 24.3% vs. GSL = + 21.6%), muscle mass (GLS = 5.6% vs. GSL = 4.8%) and MQI (GLS = + 17.2% vs. GSL = + 15.2%), without differences between groups ($P > 0.05$) after 24 weeks of intervention. **Conclusion:** The results suggest that the two orders of execution of the exercises analyzed do not influence the increase in muscle strength, muscle mass gains and improvement of muscle quality caused by the practice of RT in elderly women.

Keywords: Aging. Resistance Training, Muscle Strength.

Introdução

O treinamento resistido (TR) representa um importante tipo de exercício físico utilizado para melhoria da força, massa muscular e qualidade muscular, sobretudo, para a população idosa (BOTERO et al., 2013; GERAGE et al., 2013a; RIBEIRO et al., 2017; SANTOS et al., 2017), cujos efeitos deletérios do envelhecimento podem comprometer sobremaneira a capacidade funcional e a qualidade de vida (LEVINGER et al., 2007; FLETCHER et al., 2013; KRIST et al., 2013). Entretanto, tais adaptações podem ser influenciadas pela estruturação dos programas de treinamento (ACSM, 2009). Nesse sentido, a ordem de execução dos exercícios é uma das variáveis que podem ser manipuladas para o aumento da intensidade ou do volume do TR, visto que o posicionamento dos exercícios em um programa de treinamento pode influenciar a carga a ser utilizada e o número de repetições a serem executadas (DIAS et al., 2010; SIMÃO et al., 2010; SIMÃO et al., 2012a; DA SILVA et al., 2015; FARIA et al., 2016).

Embora alguns pesquisadores advoguem que a ordem de execução dos exercícios em programas de TR deva ser estabelecida individualmente, de acordo com as necessidades e objetivos de cada praticante (DIAS et al., 2010; SIMÃO et al., 2010; ASSUMPÇÃO, et al., 2013), outros acreditam que a execução de exercícios para os grandes grupamentos musculares deve preceder aos exercícios para os grupamentos musculares menores ou, ainda, a realização de exercícios multiarticulares deve ocorrer anteriormente aos exercícios monoarticulares (SFORZO; TOUEY, 1996; ACSM, 2009; FLECK; KRAEMER, 2014), visto que a fadiga prévia, mesmo que parcial, de um grupamento muscular que atue como sinergista, em um determinado exercício multiarticular, pode influenciar a relação volume/intensidade neste exercício, especificamente (ROCHA JÚNIOR et al., 2010).

Ao se executar um exercício multiarticular com a participação de um grupo muscular sinergista semi-fadigado o produto entre o número de repetições e a carga levantada é naturalmente comprometido e, portanto, deverá ser alterado com relação aquele adotado com o grupo sinergista descansado. Tal alteração poderá ser efetuada por meio da redução do número de repetições para uma determinada carga ou, ainda, por meio da redução da carga para se alcançar um determinado número de repetições. Logo, alterações no número de repetições e/ou na carga levantada, em um ou mais exercícios que compõe um programa de TR, poderá alterar o volume total da sessão de treinamento. Portanto, considerando que as sessões de treinamento são repetidas ao longo de um determinado tempo (semanas, meses ou anos) é possível que as respostas adaptativas ao se treinar em diferentes ordens de execução sejam diferenciadas.

Um dos problemas para se confirmar ou não essa hipótese é que a maioria dos estudos até o presente momento sobre o possível impacto de diferentes ordens de execução dos exercícios em programas de TR tem adotado delineamentos transversais, limitando-se a análise somente do efeito agudo (BELLEZZA et al., 2009; SILVA et al., 2009; DA SILVA et al., 2010; MIRANDA et al., 2010; FIGUEIREDO et al., 2011; GIL et al., 2011; BALSAMO et al., 2012; SIMÃO et al., 2012b; CHAVES et al., 2013; FARINATI et al., 2013; GUEDES et al., 2013; MIRANDA et al., 2013; RIBEIRO et al., 2013; ROMANO et al., 2013; SIMÃO et al., 2013; DA CONCEIÇÃO et al., 2014; PIRAUÁ et al., 2014; RIBEIRO et al., 2014; SONCIN et al., 2014; ARAZI et al., 2015; BENTES et al., 2015; DA SILVA et al., 2015; FARIA et al., 2016; MORAES et al., 2016; SOARES et al., 2016).

Assim, apenas três investigações longitudinais avaliaram o efeito da manipulação de diferentes ordens de execução dos exercícios em programas de TR em idosos (PINA et al., 2013; TOMELERI 2016b; DIB 2017). Destas, somente duas investigaram mulheres idosas, por um período de apenas 12 semanas (TOMELERI 2016b; DIB 2017), um período de tempo que pode não ser suficiente para que importantes adaptações se manifestem, visto que muitas das respostas adaptativas promovidas pelo TR parecem ser tempo-dependentes (BORDE et al., 2015). Desse modo, pouco se conhece ainda sobre o real impacto que a ordem de execução dos exercícios em programas de TR pode exercer sobre as respostas adaptativas em indivíduos idosos.

Com base nas informações apresentadas anteriormente, a nossa hipótese é que a ordem de execução dos exercícios partindo dos grandes grupos musculares para os pequenos grupos pode resultar em uma maior evolução nas cargas semanais de treinamento e, conseqüentemente, em maiores ganhos de força e hipertrofia muscular. Considerando que a magnitude dos ganhos de força em idosos é superior as modificações na massa muscular (CSAPO; ALEGRE, 2015), essa ordem de execução dos exercícios deverá produzir uma melhoria na qualidade muscular superior a ordem de execução dos pequenos para os grandes grupamentos musculares. Assim, o objetivo do presente estudo foi comparar o efeito de duas ordens de execução de um programa de TR progressivo (grandes para os pequenos grupos musculares e pequenos para os grandes grupos musculares) ao longo de 24 semanas sobre a força muscular, hipertrofia e qualidade muscular em mulheres idosas.

Métodos

Delineamento experimental

As participantes após serem aleatorizadas pela força relativa a massa muscular esquelética (MME) em dois grupos, foram submetidas a um protocolo de TR similar, sob diferentes ordens de execução dos exercícios, por um período de 24 semanas, em duas etapas de 12 semanas cada e em uma frequência de três sessões semanais. O programa de TR foi composto por oito exercícios para os diferentes segmentos corporais (membros superiores, tronco e membros inferiores), que foram executados em três séries de 10-15 repetições máximas (RM), nas primeiras 12 semanas e de 15, 10 e 5 RM nas 12 semanas subsequentes, com intervalos de 1-2 min entre as séries e os exercícios. Para a ordem de execução no grupo dos grande para pequenos grupamentos musculares (GGP) executou os exercícios na seguinte ordem: supino vertical, remada baixa, tríceps no *pulley*, rosca *scott*, *leg press* 45°, cadeira extensora, mesa flexora e panturrilha sentada. Por outro lado, o grupo dos pequenos para grandes grupos musculares (GPG) realizou os exercícios estabelecidos, de acordo com a seguinte ordem: rosca *scott*, tríceps no *pulley*, remada baixa, supino vertical, panturrilha sentada, mesa flexora, cadeira extensora e *leg press* 45°. Previamente ao início do estudo, após 12 e 24 semanas de intervenção as variáveis força muscular, massa isenta de gordura e osso por segmento (membros superiores, inferiores e tronco), MME e qualidade muscular foram determinadas. As cargas utilizadas em cada exercício do programa de TR foram monitoradas semanalmente

Amostra

A amostra foi selecionada preliminarmente por meio de entrevista e anamnese clínica. Os seguintes critérios de inclusão foram adotados para esta investigação: (1) ter idade igual ou superior a 60 anos, ser do sexo feminino e fisicamente independente; (2) não ser portadora de cardiopatias e/ou distúrbios musculoesqueléticos; (3) não ser diabética e/ou hipertensa não-controlada; (4) não participar regularmente de programas de TR há pelo menos três meses; e (5) apresentar liberação de médico cardiologista para a prática do TR sem qualquer tipo de restrição. Após a intervenção, aquelas participantes que não atingiram uma frequência mínima de 85% das sessões de treinamento foram excluídas das análises.

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. O projeto que deu origem a este estudo

(Envelhecimento Ativo) foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina, de acordo com a Declaração de Helsinque.

O fluxograma com a apresentação esquemática do recrutamento e alocação das participantes é apresentado na **Figura 5.1.1** Um total de 116 idosas foram entrevistadas, das quais 79 foram excluídas por não atenderem aos critérios de elegibilidade. Assim, 37 idosas que atenderam os critérios de elegibilidade foram selecionadas para compor a amostra do presente estudo. Após as medidas e avaliações na linha de base, as participantes foram aleatorizadas, de forma balanceada, para integrarem um dos dois grupos experimentais, a saber: GGP ($n = 18$) ou GPG ($n = 19$). Após 12 semanas de intervenção oito idosas abandonaram o estudo, três por problemas de saúde (cirurgia de catarata, aneurisma de aorta e neuralgia do nervo trigêmeo) e cinco por motivos pessoais ou problemas familiares (mudança de cidade, auxílio à familiares). Ao final das 24 semanas de treinamento, 29 idosas completaram o estudo (GGP = 15 e GPG = 14).

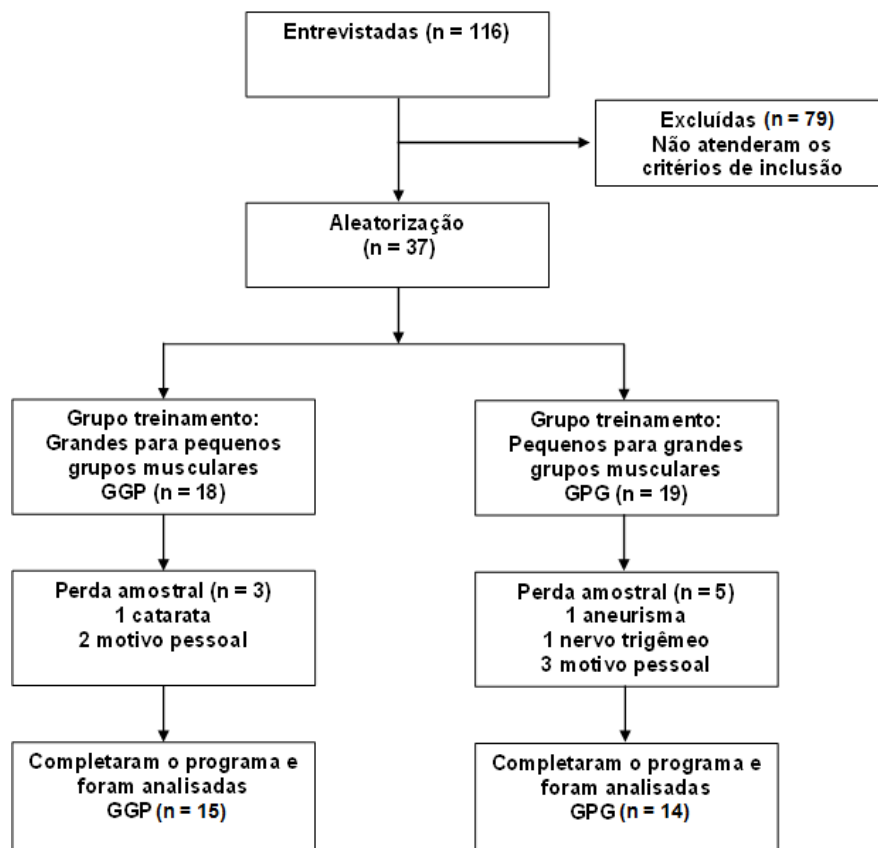


Figura 5.1.1. Fluxograma do estudo (GGP = grupo treinamento dos grandes para os pequenos grupos; GPG = grupo treinamento dos pequenos para os grandes grupos; n = número amostral).

Antropometria

A massa corporal foi mensurada em uma balança de leitura digital (Balmak, modelo Classe III, Labstore, Curitiba, Paraná, Brasil), com escala de 0,1 kg e a estatura foi determinada por meio de um estadiômetro acoplado à mesma, com escala de 0,1 cm. A partir dessas medidas foi calculado o índice de massa corporal (IMC). Todas as medidas antropométricas foram realizadas de acordo com procedimentos estabelecidos na literatura (GORDON et al., 1988).

Composição Corporal

Exames de absorptometria radiológica de dupla energia (DEXA) (Lunar Prodigy, model NRL 41990, GE Lunar, Madison, WI) foram utilizados para a determinação da massa isenta de gordura e osso (MIGO) de membros superiores (MIGO MS), membros inferiores (MIGO MI) e tronco (MIGO TC). A MME foi estimada pela equação preditiva proposta por Kim et al. (2002). Tanto a calibração como a análise foram realizadas por um técnico de laboratório em radiologia, especializado neste tipo de exame. Medidas de reprodutibilidade foram obtidas em 10 mulheres que participaram do estudo, resultando em um erro padrão de medida (EPM) < 1% para a MME, com coeficiente de correlação intraclasse (CCI) de 0,99. Para a gordura corporal total e MIGO o EPM foi inferior a 3% e o CCI > 0,98.

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. Três sessões de 1-RM foram realizadas para cada exercício, sempre no período da manhã, com intervalo de 48 h entre cada sessão (AMARANTE DO NASCIMENTO et al., 2013). As participantes foram instruídas sobre todos os procedimentos e técnicas a serem exigidas nos testes antes de serem submetidas a primeira sessão de testagem. Em cada sessão de testagem foi realizado um aquecimento anterior ao início da primeira tentativa, para cada exercício, por meio da realização de uma série de 6 a 10 repetições com aproximadamente 50% da carga inicial a ser testada. Após um intervalo de dois minutos foi executada a primeira tentativa. Cada participante foi submetida a três tentativas em cada exercício, com intervalos de três a cinco minutos entre elas, enquanto um intervalo fixo de cinco minutos foi adotado entre os

exercícios. Em cada tentativa, as idosas receberam encorajamento verbal para tentarem realizar duas repetições. Quando uma ou duas repetições eram completadas corretamente, a carga era aumentada para a próxima tentativa, ao passo que nas situações onde sequer uma repetição era realizada a carga era reduzida para a próxima tentativa. O aumento ou a redução das cargas empregadas em cada tentativa foi na ordem de 3 a 10%, de acordo com o grau de facilidade ou dificuldade observada para cada participante. A carga registrada como 1-RM foi aquela na qual foi possível a realização de uma única ação voluntária máxima, nas fases concêntrica e excêntrica. A qualidade das medidas foi analisada no supino (EPM = 0,46 kg e CCI > 0,97), cadeira extensora (EPM = 1,67 kg e CCI > 0,91) e rosca Scott (EPM = 0,93 kg e CCI > 0,93). A somatória da carga total levantada (CTL) nos três exercícios foi utilizada como indicador de força muscular. Três avaliadores com experiência na aplicação de testes de 1-RM conduziram as testagens nos diferentes momentos do estudo. A forma e a técnica de execução de cada exercício foram padronizadas e continuamente monitoradas, na tentativa de se garantir a qualidade dos testes de 1-RM.

Qualidade Muscular

A qualidade muscular foi analisada a partir dos valores do índice de qualidade muscular (IQM) determinado pela razão entre a somatória das cargas máximas levantadas nos três exercícios utilizados em testes de 1-RM e a MIGO. O IQM também foi determinado de acordo com os segmentos corporais de membros superiores (IQMMS), membros inferiores (IQMMI) e tronco (IQMTC). Para tanto, IQMMS foi determinado pela razão entre a carga máxima levantada no exercício rosca *scott* e a MIGO MS, IQMTC pela razão entre a carga máxima levantada no exercício supino vertical e a MIGO TC e o IQMMI foi determinado pela razão entre a carga máxima levantada no exercício cadeira extensora e a MIGO MI.

Treinamento resistido

O programa de TR foi conduzido por 24 semanas, em uma frequência de três sessões semanais, em dias alternados (segundas, quartas e sextas-feiras), com supervisão individual de estudantes de graduação, mestrado e doutorado em Educação Física. O programa de TR foi composto por oito exercícios, envolvendo diferentes grupamentos musculares, de acordo com uma montagem localizada por articulação. Três séries foram realizadas em cada exercício sendo de 10-15 RM (Método Tradicional) nas primeiras 12

semanas e 15, 10 e 5 RM, respectivamente (Método Piramidal Crescente), nas 12 semanas subsequentes. O GGP 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 GPG executou os mesmos exercícios, de acordo com a respectiva ordem: rosca *scott*, tríceps no *pulley*, remada sentada, supino vertical, panturrilha sentada, mesa flexora, cadeira extensora e *leg press* horizontal. O intervalo de recuperação estabelecido entre as séries e os exercícios, foi de 60 s entre as séries e 120 s entre os exercícios. As participantes foram orientadas a executarem as ações musculares concêntricas e excêntricas em uma razão de 1 : 2, respectivamente.

As participantes 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 TR, na tentativa de que a intensidade inicial do treinamento fosse preservada ao longo do período experimental. O reajuste das cargas nas primeiras 12 semanas de TR foi realizado quinzenalmente, por meio da aplicação do teste de peso por repetições máximas, conforme descrito na literatura (RIBEIRO et al., 2015a). Na segunda etapa os reajustes ocorreram sempre que o número previsto de repetições para a primeira série era superado em duas repetições, em duas sessões de treinamento consecutivas (incremento de 2 a 5% para os exercícios de tronco e membros superiores e de 5 a 10% para os exercícios de membros inferiores). As frequências das idosas bem como o programa individual foram registradas em ficha de treino.

Tratamento estatístico

A sistematização da ordem de execução dos exercícios foi estabelecida como a variável independente da presente investigação, ao passo que a força muscular, as cargas de treinamento por exercício, a MME, a MIGO e IQM de MS, MI e TC foram adotados como variáveis dependentes. Análise de variância (ANOVA) two-way para medidas repetidas foi utilizada para comparação entre os momentos. O teste *post hoc* de Bonferroni, para comparações múltiplas, foi empregado para a identificação das diferenças específicas nas variáveis em que os valores de F encontrados foram superiores aos do critério de significância estatística estabelecido ($P < 0,05$). O tamanho do efeito (TE) foi calculado para verificar a magnitude das diferenças, 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 (COHEN, 1988). Os dados foram analisados no pacote estatístico STATISTICA para Windows, version 10.0 (StatSoft Inc, Tulsa, OK, USA).

Resultados

A **tabela 5.1.1** apresenta as características gerais das participantes no momento inicial do estudo. Não foram identificadas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos em nenhuma das variáveis analisadas ($P > 0,05$).

Tabela 5.1.1 Características gerais das participantes na linha de base.

	GGP (n = 15)	GPG (n = 14)	P
Idade (anos)	70,9 ± 6,1	69,4 ± 5,6	0,52
Massa corporal (kg)	62,2 ± 11,1	60,4 ± 11,3	0,68
Estatura (cm)	155,1 ± 6,0	155,6 ± 5,0	0,84
IMC (kg/m ²)	25,8 ± 4,1	25,0 ± 4,5	0,82

Nota. GGP = grupo treinamento dos grandes para os pequenos grupos musculares, GPG = grupo treinamento dos pequenos para os grandes grupos musculares, IMC = índice de massa corporal. Resultados expressos em média ± desvio padrão.

A evolução das cargas de treinamento nos diferentes exercícios é apresentada na **figura 5.1.2**. Um comportamento relativamente similar ao longo das 24 semanas de intervenção foi encontrado em ambos os grupos (GGP e GPG), sem diferenças estatisticamente significantes entre eles ($P > 0,05$). Um acréscimo nas cargas de treinamento semanais foi verificado do início ao final do estudo nos oito exercícios do programa de TR ($P < 0,05$), a saber: supino vertical (GGP = 44% vs. GPG = 32%), remada sentada (GGP = 79% vs. GPG = 59%), tríceps no *pulley* (GGP = 41% vs. GPG = 24%), rosca scott (GGP = 40% vs. GPG = 37%), *leg press* horizontal (GGP = 59% vs. GPG = 79%), cadeira extensora (GGP = 20% vs. GPG = 19%), mesa flexora (GGP = 75% vs. GPG = 66%), panturrilha sentada (GGP = 48% vs. GPG = 33%).

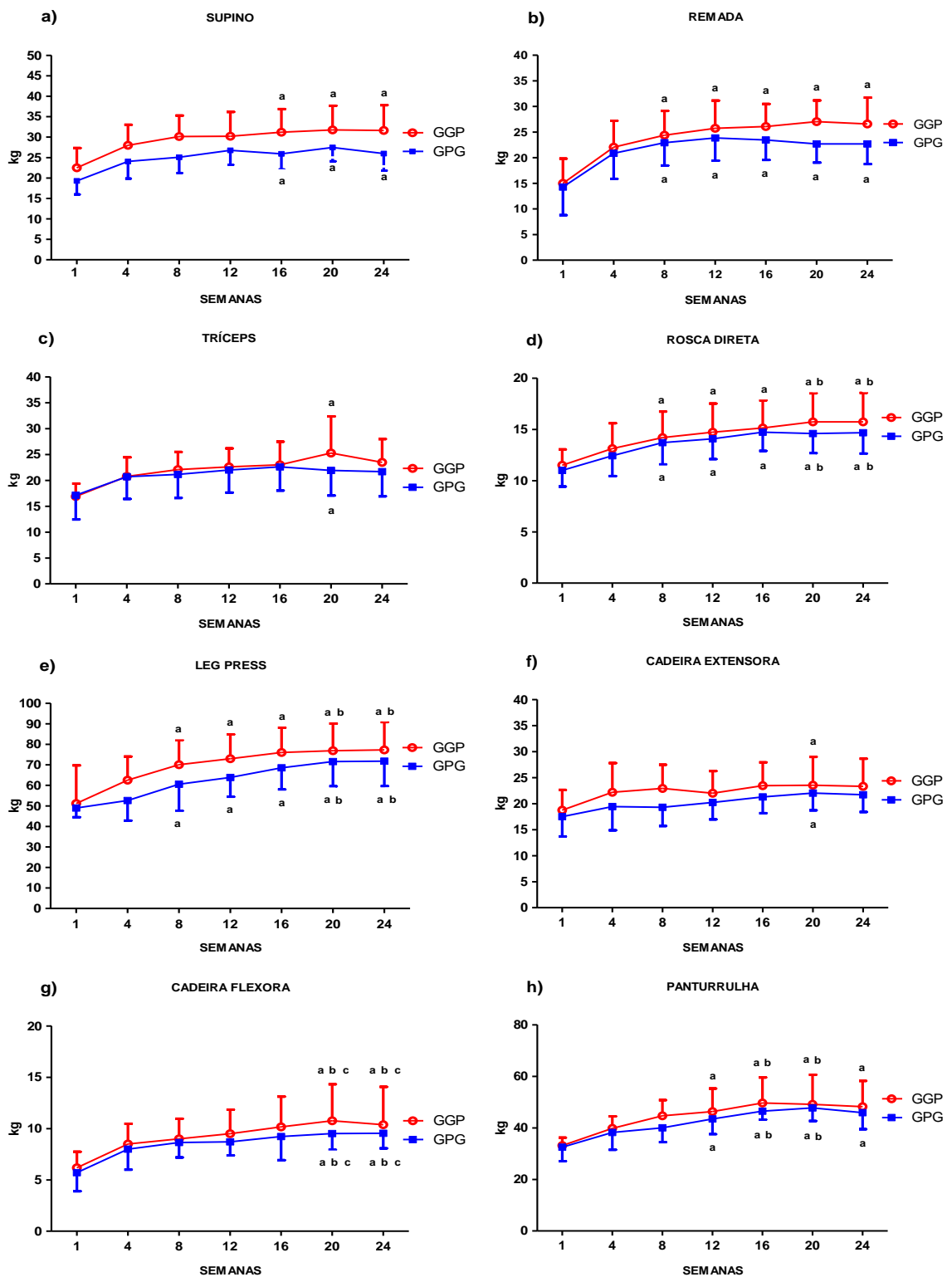


Figura 5.1.2 Carga total de treino (kg) nos oito exercícios do programa de TR ao longo de 24 semanas de TR em mulheres idosas. GGP = grupo treinamento dos grandes para os pequenos grupos musculares; GPG = grupo treinamento dos pequenos para os grandes grupos musculares. ^a $P < 0,05$ vs. semana 4; ^b $P < 0,05$ vs. semana 8; ^c $P < 0,05$ vs. semana 12. Efeito principal do tempo foi encontrado em todos os exercícios ($P < 0,05$).

As modificações na força muscular em testes de 1-RM, nos diferentes momentos do estudo, são apresentadas na **tabela 5.1.2**. Incrementos significantes na força máxima avaliada em testes de 1-RM foram identificados nos três exercícios analisados, tanto após 12 quanto após 24 semanas de treinamento ($P < 0,01$), sem diferenças entre os grupos ($P > 0,05$). Um comportamento similar foi revelado na soma da CTL nos três exercícios.

Tabela 5.1.2. Força muscular determinada em testes de 1-RM antes, após 12 e 24 semanas de intervenção em mulheres idosas.

	GGP (n = 15)	GPG (n = 14)	Efeito	F	P	Power
Supino (kg)						
Pré-treinamento	42,3 ± 6,4	42,7 ± 7,1	Grupo	< 0,01	0,99	0,05
12 semanas	48,1 ± 8,0*	47,4 ± 6,4*	Tempo	110,78	< 0,01	1,00
24 semanas	50,5 ± 8,4*†	50,8 ± 7,4*†	Interação	0,58	0,56	0,14
TE	+1,10	+1,12				
Δ%	+19,4	+18,9				
Extensora (kg)						
Pré-treinamento	53,1 ± 10,5	53,9 ± 12,1	Grupo	0,01	0,92	0,05
12 semanas	63,5 ± 10,7*	62,6 ± 12,0*	Tempo	312,80	< 0,01	1,00
24 semanas	68,8 ± 12,1*†	67,5 ± 11,1*†	Interação	1,71	0,19	0,34
TE	+1,39	+1,17				
Δ%	+29,5	+25,2				
Rosca scott (kg)						
Pré-treinamento	19,7 ± 3,6	19,5 ± 3,7	Grupo	0,21	0,65	0,07
12 semanas	22,0 ± 3,9*	21,2 ± 4,2*	Tempo	119,08	< 0,01	1,00
24 semanas	24,0 ± 4,2*†	23,0 ± 4,4*†	Interação	1,23	0,30	0,26
TE	+1,10	+0,86				
Δ%	+21,7	+17,9				
CTL (kg)						
Pré-treinamento	115,2 ± 17,6	116,1 ± 19,4	Grupo	0,03	0,88	0,05
12 semanas	133,5 ± 20,2*	131,2 ± 19,4*	Tempo	341,62	< 0,01	1,00
24 semanas	143,3 ± 22,6*†	141,3 ± 19,4*†	Interação	1,54	0,22	0,31
TE	+1,39	+1,30				
Δ%	+24,3	+21,6				

Nota. GGP = grupo treinamento dos grandes para os pequenos grupos musculares; GPG = grupo treinamento dos pequenos para os grandes grupos musculares; CTL = carga total levantada na somatória dos três exercícios analisados; TE = tamanho do efeito entre pré-treinamento e 24 semanas; Δ% = variação entre pré-treinamento e 24 semanas. * $P < 0,05$ vs. pré-treinamento; † $P < 0,05$ vs. 12 semanas. Resultados expressos em média ± desvio padrão.

A **tabela 5.1.3** apresenta os valores da MIGO MS, MIGO MI, MIGO TC e MME. Aumentos significantes foram encontrados a partir de 12 semanas de intervenção ($P < 0,001$) em todas as variáveis analisadas, sem diferenças entre os grupos ($P > 0,05$). A MME se manteve relativamente estável entre as semanas 12 e 24 em ambos os grupos ($P > 0,05$).

Tabela 5.1.3. Comportamento da massa isenta de gordura e osso por segmento e da massa muscular esquelética antes, após 12 e 24 semanas de intervenção em mulheres idosas.

	GGP (n = 15)	GPG (n = 14)	Efeito	F	P	Power
MIGO MS (kg)						
Pré-treinamento	3,6 ± 0,3	3,7 ± 0,7	Grupo	0,28	0,60	0,08
12 semanas	3,8 ± 0,4*	3,9 ± 0,8*	Tempo	38,52	< 0,01	1,00
24 semanas	3,8 ± 0,4*†	4,0 ± 0,8*†	Interação	0,08	0,92	0,06
TE	+0,57	+0,40				
Δ%	+5,5	+8,1				
MIGO MI (kg)						
Pré-treinamento	12,5 ± 1,3	12,1 ± 2,0	Grupo	0,70	0,41	0,13
12 semanas	13,0 ± 1,4*	12,4 ± 2,1*	Tempo	51,06	< 0,01	1,00
24 semanas	13,1 ± 1,4*†	12,5 ± 2,1*†	Interação	1,85	0,17	0,37
TE	+0,44	+0,20				
Δ%	+4,8	+3,3				
MIGO TC (kg)						
Pré-treinamento	17,9 ± 1,7	18,4 ± 2,5	Grupo	0,21	0,65	0,07
12 semanas	18,4 ± 1,9*	18,8 ± 2,6*	Tempo	36,67	< 0,01	1,00
24 semanas	18,6 ± 1,9*†	18,9 ± 2,6*†	Interação	1,12	0,33	0,24
TE	+0,39	+0,20				
Δ%	+3,9	+2,7				
MME (kg)						
Pré-treinamento	17,5 ± 1,7	17,1 ± 3,2	Grupo	0,27	0,61	0,08
12 semanas	18,3 ± 1,9*	17,7 ± 3,3*	Tempo	46,01	< 0,01	1,00
24 semanas	18,5 ± 1,9*	17,9 ± 3,3*	Interação	0,70	0,50	0,16
TE	+0,57	+0,26				
Δ%	+5,6	+4,8				

Nota. GGP = grupo treinamento dos grandes para os pequenos grupos musculares; GPG = grupo treinamento dos pequenos para os grandes grupos musculares; MME = massa muscular esquelética; MIGO = Massa isenta de gordura e osso; MS = membros superiores; MI = membro superiores; TC = tronco; TE = tamanho do efeito entre pré-treinamento e 24 semanas; Δ% = variação entre pré-treinamento e 24 semanas. * $P < 0,05$ vs. pré-treinamento; † $P < 0,05$ vs. 12 semanas. Resultados expressos em média ± desvio padrão.

Na **tabela 5.1.4** são apresentadas as informações sobre o IQM. Uma melhoria da qualidade muscular foi revelada nos diferentes segmentos avaliados ($P < 0,01$), a partir da semana 12, em ambos os grupos, sem diferenças entre eles ($P < 0,05$).

Tabela 5.1.4. Índice de qualidade muscular (IQM) antes, após 12 e 24 semanas de intervenção em mulheres idosas.

	GGP (n = 15)	GPG (n = 14)	Efeito	F	P	Power
IQMMS						
Pré-treinamento	5,5 ± 0,9	5,3 ± 0,7	Grupo	1,10	0,30	0,17
12 semanas	5,9 ± 1,0*	5,5 ± 0,7*	Tempo	35,83	< 0,01	1,00
24 semanas	6,3 ± 1,0*†	5,8 ± 0,6*†	Interação	1,79	0,17	0,36
TE	+0,84	+0,77				
Δ%	+14,5	+9,4				
IQMMI						
Pré-treinamento	4,3 ± 0,8	4,5 ± 1,0	Grupo	0,43	0,52	0,10
12 semanas	4,9 ± 0,8*	5,1 ± 1,0*	Tempo	189,00	< 0,01	1,00
24 semanas	5,3 ± 0,9*†	5,5 ± 1,0*†	Interação	0,09	0,91	0,06
TE	+1,17	+1,00				
Δ%	+23,2	+22,2				
IQMTC						
Pré-treinamento	2,4 ± 0,5	2,3 ± 0,3	Grupo	0,18	0,68	0,07
12 semanas	2,6 ± 0,5*	2,5 ± 0,3*	Tempo	67,27	< 0,01	1,00
24 semanas	2,7 ± 0,5*†	2,7 ± 0,3*†	Interação	0,71	0,50	0,16
TE	+0,60	+1,33				
Δ%	+12,5	+17,4				
IQM						
Pré-treinamento	12,2 ± 1,8	12,1 ± 1,6	Grupo	0,05	0,82	0,06
12 semanas	13,4 ± 2,0*	13,1 ± 1,7*	Tempo	177,59	< 0,01	1,00
24 semanas	14,3 ± 2,2*†	14,0 ± 1,6*†	Interação	1,21	0,30	0,26
TE	+1,04	+1,19				
Δ%	+17,2	+15,7				

Nota. GGP = grupo treinamento dos grandes para os pequenos grupos musculares; GPG = grupo treinamento dos pequenos para os grandes grupos musculares; IQMMS = índice de qualidade muscular de membros superiores; IQMMI = índice de qualidade muscular de membros inferiores; IQMTC = índice de qualidade muscular tronco; IQM = índice de qualidade muscular total; TE = tamanho do efeito entre pré-treinamento e 24 semanas; Δ% = variação entre pré-treinamento e 24 semanas. * $P < 0,05$ vs. pré-treinamento; † $P < 0,05$ vs. 12 semanas. Resultados expressos em média ± desvio padrão.

Discussão

Os principais achados do presente estudo indicaram ganhos significantes de força e massa muscular, com conseqüente melhoria da qualidade muscular, após 24 semanas de TR, em mulheres idosas, independente das duas ordens de execução dos exercícios adotadas nesta investigação. Além disso, ao compará-las não foram encontradas diferenças que pudessem ser atribuídas a uma das ordens analisadas. Portanto, a nossa hipótese de que haveria um maior ganho de força quando os maiores grupos musculares fossem treinados como músculos agonistas previamente aos pequenos grupos musculares não foi confirmada.

Uma possível explicação para a similaridade dos resultados encontrados na comparação entre os dois grupos analisados nesta investigação parece estar relacionada a evolução relativamente semelhante nas cargas semanais de treinamento em cada exercício do programa de TR ao longo do tempo. Dessa forma, a sobrecarga imposta promoveu adaptações favoráveis em todas as variáveis em ambos os grupos. Vale destacar que o delineamento adotado neste estudo permitiu a análise do impacto de diferentes ordens de execução dos exercícios em programas de TR em mulheres idosas após as participantes em um primeiro momento estarem na condição não-treinada (no final de 12 semanas de acompanhamento) e em um segundo momento após a condição treinada (nas últimas 12 semanas de intervenção), sendo assim a primeira investigação que proporcionou este tipo de análise.

Na tentativa de oferecermos aos grupos uma sobrecarga progressiva adotamos nas primeiras 12 semanas de intervenção o sistema de treinamento tradicional, com uso de cargas fixas, ao passo que o sistema piramidal crescente, com uso de cargas variáveis, foi empregado nas últimas 12 semanas. O sistema piramidal crescente permite a utilização de cargas mais elevadas a cada série, com uma discreta redução no número de repetições, promovendo um ambiente anabólico favorável para o aumento da força e hipertrofia muscular. A efetividade de ambos os sistemas de TR em mulheres idosas foi confirmada, tanto para a melhoria da força quanto da MME, em estudo recente do nosso laboratório (RIBEIRO et al., 2017). Embora a progressão utilizada nas duas etapas desta investigação tenha sido efetiva para o aumento da força e melhoria da qualidade muscular, a magnitude dos ganhos de MME revelada nas primeiras 12 semanas foi maior do que aquela encontrada nas últimas 12 semanas de intervenção.

De fato, estudos anteriores realizados em idosos indicaram que os ganhos de MME induzidos pelo TR tendem a ocorrer em uma magnitude menor em comparação aos aumentos de força muscular (HÄKKINEN et al., 1998; HÄKKINEN et al., 2000; CSAPO;

ALEGRE, 2016), o que sugere que essas adaptações podem ocorrer de forma relativamente independente (AHTIAINEN et al., 2016; BUCKNER et al., 2016). Além disso, esse cenário também pode ser explicado em virtude das diferenças no estado de treinamento das participantes nas 12 semanas finais do estudo, haja vista que, diferente da primeira etapa deste estudo, elas já se encontravam treinadas. Nesse sentido, o estado de treinamento tem sido inversamente associado com a magnitude das respostas ao TR, indicando que indivíduos não-treinados atingem resultados mais expressivos, principalmente em desfechos de força e composição corporal, nos períodos iniciais do treinamento (RIBEIRO et al., 2015b). Portanto, com o avanço do tempo de treinamento a magnitude das respostas adaptativas tende a ser cada vez menor se tornando um grande obstáculo a ser enfrentado por praticantes experientes em TR, motivo pelo qual a variação dos estímulos e a progressão da sobrecarga são aspectos fundamentais para evitar o chamado efeito platô (ACSM, 2009).

Nossos resultados corroboram com aqueles reportados em outras investigações com mulheres idosas (TOMELERI, 2016b; DIB, 2017) que, também, não encontraram diferenças na força, MME e qualidade muscular que pudessem ser atribuídas ao uso de diferentes ordens de execução dos exercícios, em amostras de mulheres não-treinadas (TOMELERI, 2016b) ou treinadas previamente (DIB, 2017), após serem submetidas a 12 semanas de intervenção. Dessa forma, a ampliação do período de intervenção para 24 semanas não resultou em respostas diferenciadas nas variáveis analisadas na presente investigação.

Por outro lado, nossos resultados discordam daqueles reportados por Dias et al. (2010) em homens jovens, após serem submetidos há oito semanas de TR, exclusivamente para membros superiores e tronco (supino, puxada alta, desenvolvimento, rosca direta e tríceps no *pulley*). Embora os ganhos de força tenham sido maiores no grupo que treinou dos pequenos para os grandes grupos musculares quando comparado ao grupo que treinou em ordem inversa, a alocação do exercício desenvolvimento na mesma posição, nas duas ordens de execução dos exercícios testadas, fez com que os principais músculos envolvidos nesse exercício fossem solicitados nos exercício supino ou no tríceps no pulley, anteriormente a sua execução, o dificulta uma análise mais consistente das informações produzidas. Protocolos endereçados para avaliar o impacto da ordem de execução dos exercícios em programas de TR devem ter o cuidado de utilizar um número de exercícios que permita a análise de cada grupo muscular em situações distintas, atuando como agonista ou sinergista. Essa preocupação foi adotada no presente estudo o que reforça os nossos resultados.

O programa de TR adotado em nossa investigação possibilitou um treinamento de forma integrada para os diferentes segmentos corporais, sendo composto por dois

exercícios para membros superiores, dois para o tronco e quatro para membros inferiores. Essa forma de estruturação foi baseada nas informações produzidas anteriormente de que a redução de MME associada ao processo de envelhecimento, apesar de ocorrer nos diferentes segmentos corporais, acaba sendo duas vezes maior em membros inferiores do que em membros superiores (JANSSEN et al., 2000), justificando a nossa opção em dar maior ênfase ao treinamento de membros inferiores quando comparado aos segmentos do tronco e membros superiores.

Por outro lado, há estudos sobre ordem de execução dos exercícios em TR que advogam que, independente do tamanho dos músculos envolvidos, o posicionamento dos exercícios na sequência do programa deve atender os grupamentos musculares que mais necessitem de melhoria, os quais deveriam ser executados prioritariamente no início da sessão de treinamento (SPINETI et al., 2010; SIMÃO et al., 2010; ASSUMPÇÃO et al., 2013). Com base neste raciocínio, a estruturação dos programas de treinamento na presente investigação deveria ser inversa, começando por membros inferiores. Todavia, a grande crítica sobre este tipo de posicionamento é que essa hipótese foi estabelecida considerando apenas a análise do tamanho do efeito, um procedimento que apesar de permitir uma análise complementar dos dados não proporciona condições de análise inferencial, não oferecendo suporte, de forma isolada, para que os resultados sejam sustentados cientificamente. Adicionalmente os estudos que deram suporte a tal hipótese foram desenvolvidos com a população jovem, com protocolos envolvendo somente exercícios para membros superiores, por um curto período de tempo (6-12 semanas). Logo, tais informações dificultam a extrapolação para a população idosa, como a utilizada em nosso estudo.

De acordo com os resultados deste estudo, a premissa de que os exercícios prioritários devem ser executados inicialmente para que se atinja um melhor desempenho, parece não ser verdadeira para a maioria dos grupamentos musculares analisados, haja vista que exceto nos exercícios supino e remada sentada, em todos os demais exercícios, aumentos relativos de maior magnitude foram encontrados quando os músculos agonistas foram treinados no final da sequência proposta, após terem sido estimulados primeiramente como sinergistas. Portanto, a adoção da ordem de execução dos grandes para os pequenos grupos musculares ou dos exercícios multiarticulares para os monoarticulares, sugerida nas recomendações do Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM, 2009), parece ter uma certa lógica, embora estatisticamente essa superioridade na comparação entre as ordens não tenha sido confirmada em nossa investigação.

Este estudo apresenta algumas limitações que não devem ser desprezadas. Os resultados foram obtidos em amostra de mulheres idosas fisicamente independentes e,

assim, não devem ser extrapolados para outras populações, em virtude das possíveis diferenças que podem ser provocadas por fatores como sexo, idade, nível de aptidão física, entre outros. Apesar das participantes terem sido orientadas para não modificarem o padrão de atividade física habitual e de ingestão alimentar ao longo do estudo, a ausência do monitoramento dessas variáveis pode ter influenciado, pelo menos em parte, as respostas, sobretudo, da MME. Todavia, o comportamento similar observado entre os grupos parece atenuar tais limitações. Por fim, 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, em particular, em idosos cuja maior redução nos níveis de força tende a ocorrer em membros inferiores.

Por outro lado, alguns pontos fortes merecem ser destacados. Este é o primeiro estudo que realizou a comparação das respostas adaptativas após 24 semanas de TR executado em diferentes ordens de execução dos exercícios, em mulheres idosas, proporcionando informações sobre os mesmos sujeitos em condições diferenciadas (não-treinados e treinados). Adicionalmente, a estruturação do programa de TR de forma progressiva, incluindo exercícios para o corpo inteiro (oito exercícios), fortalece a validade ecológica dos nossos resultados, uma vez que se aproxima dos protocolos utilizados em ambientes de prática que valorizam a melhoria da força e da MME nos diferentes segmentos corporais. Portanto, acreditamos que as informações produzidas por este estudo possam contribuir para a tomada de decisão no momento da prescrição e aplicação de programas de TR, especificamente para a população investigada.

Como principal aplicação prática, sugere-se que o TR seja prescrito para mulheres idosas, particularmente, para a melhoria da força e hipertrofia muscular dos diferentes grupos musculares, independente da ordem de execução dos exercícios. Assim, é possível tornar o treinamento mais dinâmico, proporcionando um melhor controle dos intervalos de recuperação entre séries e exercícios, principalmente, nas situações em que alguns equipamentos estejam momentaneamente ocupados durante as sessões de treinamento.

O aumento da MME e da força muscular, acompanhada pela melhoria da qualidade muscular neste estudo, reforça a importância da prática do TR, em particular, para mulheres idosas, visto que tais variáveis sofrem deterioração com o processo de envelhecimento e exercem papel fundamental na mobilidade, na função do sistema locomotor e na independência funcional de idosos (ROUBENOFF, 2001; DOHERTY 2003; ZHONG et al., 2007; PÍCOLI et al., 2011; MARIANO et al., 2013; KELLER; ENGELHARDT, 2013; DIAS; GURJÃO; MARUCCI, 2016).

Conclusão

Os resultados do presente estudo sugerem que os ganhos de força, qualidade muscular e hipertrofia promovidos pelo TR, em mulheres idosas, parecem não ser influenciados pela ordem de execução dos exercícios no programa de treinamento.

Referências

AHTIAINEN, J. P. et al. Heterogeneity in resistance training-induced muscle strength and mass responses in men and women of different ages. **Age**, v. 38, n. 1, p. 10, 2016.

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

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

ARAZI, H. et al. Comparative effect of order based resistance exercises on number of repetitions, rating of perceived exertion and muscle damage biomarkers in men. **Revista Andaluza de Medicina del Deporte**, v. 8, n. 4, p. 139-144, 2015.

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

BALSAMO, S. et al. Exercise order affects the total training volume and the ratings of perceived exertion in response to a super-set resistance training session. **International Journal of General Medicine**, v. 5, p. 123-127, 2012.

BELLEZZA, P. A. et al. The influence of exercise order on blood lactate, perceptual, and affective responses. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23, n. 1, p. 203-208, 2009.

BENTES, C. M. et al. Hypotensive effects and performance responses between different resistance training intensities and exercise orders in apparently health women. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 35, n. 3, p. 185-190, 2015.

BORDE, R.; HORTOBÁGYI, T.; GRANACHER, U. Dose–response relationships of resistance training in healthy old adults: a systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 45, n. 12, p. 1693-1720, 2015.

BOTERO, J. P. et al. Effects of long-term periodized resistance training on body composition, leptin, resistin and muscle strength in elderly post-menopausal women. **Journal os Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 53, n. 3, p. 289-294, 2013.

BUCKNER, S. L. et al. The problem of muscle hypertrophy: revisited. **Muscle and Nerve**, v. 54, n. 6, p. 1012-1014, 2016.

CHAVES, C. P. G. et al. Influence of exercise order on muscle damage during moderate-intensity resistance exercise and recovery. **Research in Sports Medicine**, v. 21, n. 2, p. 176-186, 2013.

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

CSAPO, R.; ALEGRE, L. M. Effects of Kinesio taping on skeletal muscle strength: a meta-analysis of current evidence. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 18, n. 4, p. 450-456, 2015.

DA CONCEIÇÃO, R. R. et al. Acute endocrine responses to different strength exercise order in men. **Journal of Human Kinetics**, v. 44, n. 1, p. 111-120, 2014.

DA SILVA, A. J. et al. Influence of exercise order on repetition performance with low intensity resistance in untrained men. **ConScientiae Saúde**, v. 14, n. 1, p. 63-71, 2015.

DA SILVA, R. L.; BRENTANO, M. A.; KRUEL, L. F. M. Effects of different strength training methods on postexercise energetic expenditure. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 8, p. 2255-2260, 2010.

DIAS, I. et al. Influence of exercise order on maximum strength in untrained young men. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 13, n. 1, p. 65-69, 2010.

DIAS, R. M. R.; GURJÃO, A. L. D.; MARUCCI, M. F. N. Benefícios do treinamento com pesos para aptidão física de idosos. **Acta Fisiátrica**, v. 13, n. 2, p. 90-95, 2016.

DIB, M. M. **Efeitos de três ordens de execução dos exercícios em programa de treinamento com pesos sobre indicadores de saúde em mulheres idosas treinadas.** Londrina: UEL. Tese de Doutorado, 2017. 68 p.

DOHERTY, T. J. Invited review: aging and sarcopenia. **Journal of Applied Physiology**, v. 95, n. 4, p. 1717-1727, 2003.

FARIA, W. F. et al. Effect of exercise order on the number of repeats and training volume in the tri-set training method. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 18, n. 2, p. 187-196, 2016.

FARINATTI, P. T. V.; DA SILVA, N. S. L.; MONTEIRO, W. D. Influence of exercise order on the number of repetitions, oxygen uptake, and rate of perceived exertion during strength training in younger and older women. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 27, n. 3, p. 776-785, 2013.

FIGUEIREDO, T. et al. The influence of exercise order on local muscular endurance during resistance training in women. **Human Movement**, v. 12, n. 3, p. 237-241, 2011.

FLECK S. J.; KRAEMER W. **Designing resistance training programs.** 4. ed. Champaign: Human Kinetics; 2014. 520 p.

FLETCHER, G. F. et al. Exercise standards for testing and training a scientific statement from the American Heart Association. **Circulation**, v. 128, n. 8, p. 873-934, 2013.

GERAGE, A. M. et al. Impact of 12 weeks of resistance training on physical and functional fitness in elderly women. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 15, n. 2, p. 145-154, 2013a.

GIL, S.; ROSCHEL, H.; BATISTA, M.; UGRINOWITSCH, C.; TRICOLI, V.; BARROSO, R. The effect of the exercises order on number of repetitions and rate of perceived effort in resistance trained men. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 25, n. 1, p. 127-135, 2011.

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

GUEDES, G. K. et al. Number of repetitions performed in different exercise order in upper-body resistance training. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 7, n. 38, p. 147-155, 2013.

HÄKKINEN, K. et al. Changes in agonist-antagonist EMG, muscle CSA, and force during strength training in middle-aged and older people. **Journal of Applied Physiology**, v. 84, n. 4, p. 1341-1349, 1998.

HÄKKINEN, K. et al. Neuromuscular adaptation during prolonged strength training, detraining and re-strength-training in middle-aged and elderly people. **European Journal of Applied Physiology**, v. 83, n. 1, p. 51-62, 2000.

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

KELLER, K.; ENGELHARDT, M. Strength and muscle mass loss with aging process. Age and strength loss. **Muscles, Ligaments and Tendons Journal**, v. 3, n. 4, p. 346-350, 2013.

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

KRIST, L.; DIMEO, F.; KEIL, T. Can progressive resistance training twice a week improve mobility, muscle strength, and quality of life in very elderly nursing-home residents with impaired mobility? A pilot study. **Journal of Clinical Interventions in Agins**, v. 8, p. 443-448, 2013.

LEVINGER, I. et al. The effect of resistance training on functional capacity and quality of life in individuals with high and low numbers of metabolic risk factors. **Diabetes Care**, v. 30, n. 9, p. 2205-2210, 2007.

MARIANO, E. R. et al. Força muscular e qualidade de vida em idosos. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, v. 16, n. 4, p. 805-811, 2013.

MIRANDA, H. et al. Exercise order interacts with rest interval during upper-body resistance exercise. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 6, p. 1573-1577, 2010.

MIRANDA, H. et al. Influence of exercise order on repetition performance among all possible combinations on resistance training. **Research in Sports Medicine**, v. 21, n. 4, p. 355-366, 2013.

MORAES, E. et al. Influence of exercise order on the number of repetitions in untrained teenagers. **Manual Therapy, Posturology & Rehabilitation Journal**, v. 14, p. 1-5, 2016.

PÍCOLI, T. S.; FIGUEIREDO, L. L.; PATRIZZI, L. J. Sarcopenia and aging. **Fisioterapia em Movimento**, v. 24, n. 3, p. 455-462, 2011.

PINA, F. L. C. et al. Influence of resistance exercises order on body composition in older men. **Revista da Educação Física/UEM**, v. 24, n. 3, p. 443-451, 2013.

PIRAUÁ, A. L. T. et al. Effect of exercise order on the resistance training performance during a circuit training session. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 16, n. 3, p. 325-333, 2014.

RIBEIRO, A. S. et al. Analysis of the training load during a hypertrophy-type resistance training programme in men and women. **European Journal of Sport Science**, v. 15, n. 4, p. 256–264, 2015a.

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

RIBEIRO, A. S. et al. Effect of the manipulation of exercise order in the tri-set training system. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 15, n. 5, p. 527-534, 2013.

RIBEIRO, A. S. et al. Influence of the execution order of weight exercises on total training volume when load is adjusted according to the sequence. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, v. 19, n. 3, p. 351–360, 2014.

RIBEIRO, A. S. Resistance training prescription with different load-management methods improves phase angle in older women. **European Journal of Sport Science**, v. 17, n. 7, p. 913–921, 2017.

ROCHA JÚNIOR, V. A. et al. Electromyographic analyses of muscle pre-activation induced by single joint exercise. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 14, n. 2, p. 158-165, 2010.

ROMANO, N. et al. Effects of resistance exercise order on the number of repetitions performed to failure and perceived exertion in untrained young males. **Journal of Human Kinetics**, v. 39, n. 1, p. 177-183, 2013.

ROUBENOFF, R. Origins and clinical relevance of sarcopenia. **Canadian Journal of Applied Physiology**, v. 26, n. 1, p. 78-89, 2001.

SANTOS, L. et al. The improvement in walking speed induced by resistance training is associated with increased muscular strength but not skeletal muscle mass in older women. **European Journal of Sport Science**, v. 17, n. 4, p., 488–494, 2017.

SFORZO, G. A.; TOUEY, P. R. Manipulating exercise order affects muscular performance during a resistance exercise training session. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 10, n. 1, p. 20-24, 1996.

SILVA, N. S. L. et al. Influence of exercise order on the number of repetitions and perceived exertion in young and older women. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 15, n. 3, p. 219-223, 2009.

SIMÃO, R. et al. Exercise order in resistance training. **Sports Medicine**, v. 42, n. 3, p. 251-265, 2012a.

SIMÃO, R. et al. Influence of exercise order on maximum strength and muscle thickness in untrained men. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 9, n. 1, p. 1-7, 2010.

SIMÃO, R. et al. Influence of exercise order on repetition performance during low-intensity resistance exercise. **Research in Sports Medicine**, v. 20, n. 3-4, p. 263-273, 2012b.

SIMÃO, R. et al. Influence of upper-body exercise order on hormonal responses in trained men. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 38, n. 2, p. 177-181, 2013.

SOARES, E. G. et al. Acute effect of the order of traditional and pre-exhaustion exercises in resistance training. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 22, n. 1, p. 27-30, 2016.

SONCIN, R. et al. Influence of exercise order on electromyographic activity during upper body resistance training. **Journal of human kinetics**, v. 44, n. 1, p. 203-210, 2014.

SPINETI, J. et al. Influence of exercise order on maximum strength and muscle volume in nonlinear periodized resistance training. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 11, p. 2962-2969, 2010.

TOMELERI, C. M. **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.** Londrina: UEL. Tese de Doutorado, 2016b. 137 p.

ZHONG, S.; CHEN, C. N.; THOMPSON, L. V. Sarcopenia of ageing: functional, structural and biochemical alterations. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 11, n. 2, p. 91-97, 2007.

5.2 Artigo 2: Efeito de duas ordens de exercícios resistidos sobre fatores de risco cardiometabólico em mulheres idosas

Resumo

Introdução: A prática regular do treinamento resistido (TR) tem sido amplamente recomendada para a melhoria de inúmeros indicadores de saúde, sobretudo, em idosos. Nesse sentido, o TR pode auxiliar o controle de peso, atenuando a adiposidade corporal e melhorando o comportamento cardiometabólico. Entretanto, as modificações acarretadas pelo TR podem ser influenciadas pela forma de manipulação das variáveis que compõem os programas de TR. **Objetivo:** Verificar o efeito do TR executado em duas diferentes ordens de execução dos exercícios sobre fatores de risco cardiometabólico em mulheres idosas. **Métodos:** Vinte e nove mulheres idosas (> 60 anos) e fisicamente independentes foram separadas em dois grupos, a saber: grupo treinamento dos grandes para os pequenos grupos musculares (GGP, n = 15) e grupo treinamento dos pequenos para os grandes grupos musculares (GPG, n = 14). O GGP 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 GPG executou os mesmos exercícios, de acordo com a respectiva ordem: rosca *scott*, tríceps no *pulley*, remada sentada, supino vertical, panturrilha sentada, mesa flexora, cadeira extensora e *leg press* horizontal. O programa de TR foi realizado em duas etapas com duração de 12 semanas e frequência de três sessões semanais em cada uma delas. Na primeira etapa todos os exercícios foram executados em três séries de 10-15 repetições máximas (RM) e na segunda etapa os mesmos exercícios foram realizados em três séries de 15, 10 e 5 RM, respectivamente. As concentrações de glicose, insulina, triglicérides, colesterol total e suas frações foram determinadas após jejum de 12 h. Os componentes gordura corporal, massa isenta de gordura e osso (MIGO) e conteúdo mineral ósseo (CMO) foram determinados por absorptometria radiológica de dupla energia (DEXA). A pressão arterial foi determinada em repouso por aparelho automático. **Resultados:** Um efeito principal do tempo ($P < 0,05$) revelou reduções na quantidade de gordura corporal (GGP = 7,2% vs. GPG = 4,9%), bem como nas suas frações andróide (GGP = 7,4% vs. GPG = 4,8%) e ginóide (GGP = 4,5% vs. GPG = 4,2%); aumento na MIGO (GGP = 4,4% vs. GPG = 3,5%) e manutenção do CMO, sem diferenças entre os grupos ($P > 0,05$), após 24 semanas de intervenção. Tais modificações foram acompanhadas por reduções significantes ($P < 0,05$) nas concentrações de glicose (GGP = 8,4% vs. GPG = 6,0%), colesterol total (GGP = 5,3% vs. GPG = 4,6%), LDL-c (GGP = 6,3% vs. GPG = 9,7%), triglicérides (GGP = 15,1% vs. GPG = 6,8%) e

pressão arterial sistólica (GGP = 4 mmHg vs. GPG = 3 mmHg), sem diferenças significantes entre GGP e GPG ($P > 0,05$). As concentrações de insulina e HDL-c permaneceram inalteradas ($P > 0,05$). **Conclusão:** Os resultados deste estudo sugerem que o TR pode promover melhoria na adiposidade corporal, bem como na distribuição da gordura corporal, e reduzir o risco cardiometabólico em mulheres idosas, independente da ordem de execução dos exercícios no programa de treinamento.

Palavras-chave: Envelhecimento. Treinamento de Resistência. Tecido Adiposo. Fatores de Risco.

Effect of two orders of resistance exercises on cardiometabolic risk factors in elderly women

Abstract

Introduction: The regular practice of resistance training (RT) has been widely recommended for the improvement of several health indicators, especially in the elderly. RT can help weight control, attenuating body adiposity and improving cardiometabolic behavior. However, the modifications caused by RT can be influenced by the way of manipulating the variables that compose RT programs. **Objective:** To verify the effect of RT in two different orders of execution of the exercises on cardiometabolic risk factors in elderly women. **Methods:** Twenty nine elderly (> 60 years) and physically independent women were randomized in two groups: training group of large for small muscle groups (GLS, $n = 15$) and small group training group (GSL, $n = 14$). The GLS performed the exercises in the following order: chest press, seated row, triceps pushdown, preacher curl, horizontal leg press, knee extension, leg curl and seated calf raise, while the GSL performed the same exercises, however, in their respective order: preacher curl, triceps pushdown, seated row, chest press, chest press, leg curl, knee extension and horizontal leg press. The RT program was performed in two phases with duration of 12 weeks and frequency of three weekly sessions in each of them. In the first phase all exercises were performed in three sets of 10-15 maximal repetitions (MR) and in the second phase the same exercises were performed in three sets of 15, 10 and 5 MR, respectively. The concentrations of glucose, insulin, triglycerides, total cholesterol and their fractions were determined after a 12-h fast. The components of body fat, bone and fat free mass (BFFM) and bone mineral content (BMC) were determined by dual energy radiological absorptiometry (DEXA). Blood pressure was determined at rest by automatic method. **Results:** Effect of time ($P < 0.05$) revealed reductions in body fat (GLS = 7.2% vs. GSL = 4.9%), as well as in its android fractions (GLS = 7.4 % vs. GSL = 4.8%) and gynoid (GLS =

4.5% vs. GSL = 4.2%); increase in BFFM (GLS = 4.4% vs. GSL = 3.5%) and maintenance of BMC, without differences between groups ($P > 0.05$), after 24 weeks of intervention. These changes were accompanied by significant reductions ($P < 0.05$) in glucose concentrations (GLS = 8.4% vs. GSL = 6.0%), total cholesterol (GLS = 5.3% vs. GSL = 4, 6%), LDL-c (GLS = 6.3% vs. GSL = 9.7%), triglycerides (GLS = 15.1% vs. GSL = 6.8%) and systolic blood pressure (GLS = 4 mmHg vs. GSL = 3 mmHg), without significant differences between GLS and GSL ($P > 0.05$). Insulin and HDL-c concentrations remained unchanged ($P > 0.05$).

Conclusion: The results of this study suggest that TR can promote improvement in body fat, as well as body fat distribution, and reduce cardiometabolic risk in elderly women, regardless of the order of execution of the exercises in the training program.

Keywords: Aging. Resistance Training. Adipose tissue. Risk factors.

Introdução

Embora a melhoria da força muscular e da hipertrofia (SCHOENFELD, 2013; BOTERO et al., 2013; RIBEIRO et al., 2017; SANTOS et al., 2017) sejam adaptações frequentemente associadas a prática do TR, atualmente existe um grande interesse da comunidade científica em analisar o possível impacto deste tipo de exercício sobre a gordura corporal e fatores de risco cardiometabólico. Nesse sentido, diversos estudos têm revelado que a prática do TR pode contribuir para a redução dos depósitos gordura corporal total e de tronco (BOTERO et al., 2013; CONCEIÇÃO et al., 2013; SANTOS et al., 2017), diminuição da pressão arterial (PA) (GERAGE et al., 2013; GERAGE et al., 2015; TOMELERI et al., 2016a), redução da glicemia de jejum (RIBEIRO et al., 2015a; RIBEIRO et al., 2016; TOMELERI et al., 2016a), melhoria do perfil lipídico (RIBEIRO et al., 2015a; RIBEIRO et al., 2016; TOMELERI et al., 2016b), além de prevenir o desenvolvimento e auxiliar no tratamento de disfunções e/ou doenças crônico-degenerativas (HUNTER et al., 2004; WILLIAMS et al., 2007; STRASSER; SCHOBERSBERG, 2010; CONCEIÇÃO et al., 2013).

Entretanto, tais adaptações podem ser influenciadas pela estruturação dos programas de treinamento (ACSM, 2009). Nesse sentido, a ordem de execução dos exercícios é uma das variáveis que podem ser manipuladas para o aumento da intensidade do TR, visto que o posicionamento dos exercícios em um programa de treinamento pode influenciar a carga e o número de repetições a serem utilizadas em determinados exercícios (DIAS et al., 2010; SIMÃO et al., 2010; SIMÃO et al., 2012; DA SILVA et al., 2015; FARIA et al., 2016). Desse modo, modificações na intensidade e/ou volume do TR podem influenciar

a resposta anabólica ao TR, podendo acarretar aumento importante da taxa metabólica de repouso (TMR) (KUMAR et al., 2009).

O aumento da TMR parece exercer papel importante para a redução da gordura corporal (WESTCOTT et al., 2012), haja vista que após uma sessão de TR a TMR pode permanecer elevada em aproximadamente 100 kcal/dia por um período de até 72 h (HEDEN et al., 2011), o que pode representar um gasto médio adicional na ordem de 3.000 kcal/mês para indivíduos que treinam com uma frequência de três sessões semanais. Além disso, o aumento na TMR é acompanhado por uma diminuição na razão de troca respiratória (RER), demonstrando que esse tipo de exercício pode levar a uma maior oxidação lipídica após o encerramento da sessão de treinamento (TREUTH et al., 1995; HUNTER et al., 2004).

Apesar de existirem indicativos sobre o impacto do TR na redução da gordura corporal total e abdominal e melhoria do perfil cardiometabólico (TREUTH et al., 1995; BOTERO et al., 2013; GERAGE et al., 2013; GERAGE et al., 2015; RIBEIRO et al., 2015a; RIBEIRO et al., 2016; TOMELERI et al., 2016b) muitas das respostas adaptativas promovidas pelo TR parecem ser tempo-dependentes (BORDE et al., 2015). Em idosos, apenas três investigações longitudinais avaliaram o efeito da manipulação de diferentes ordens de execução dos exercícios em programas de TR em idosos (PINA et al., 2013; TOMELERI 2016a; DIB, 2017). Destas, somente duas investigaram mulheres idosas, por um período de apenas 12 semanas (TOMELERI 2016a; DIB, 2017). Desse modo, pouco se conhece ainda sobre o real impacto que a ordem de execução dos exercícios em programas de TR pode exercer sobre indicadores de adiposidade corporal e fatores de risco cardiometabólico em mulheres idosas em programa de TR com sobrecarga progressiva, em períodos de acompanhamento mais longos.

Com base nas informações apresentadas, a nossa hipótese é que a ordem de execução dos exercícios partindo dos grandes grupos musculares para os pequenos grupos pode promover um treinamento de maior sobrecarga ao longo do tempo. Assim, essa ordem de execução dos exercícios deverá favorecer o aumento da demanda energética durante e após o encerramento do TR, refletindo em maior participação do metabolismo dos lipídios para a produção de energia e, conseqüentemente, redução nos depósitos de gordura corporal. Adicionalmente, a redução dos depósitos de gordura corporal, por sua vez, pode contribuir para a melhoria do comportamento de indicadores cardiometabólicos.

Com isso, o objetivo deste estudo foi analisar o efeito do TR realizado em duas diferentes ordens de execução dos exercícios sobre indicadores de adiposidade corporal e fatores de risco cardiometabólico em mulheres idosas.

Métodos

Delineamento experimental

As participantes após serem aleatorizadas pela força relativa a massa muscular esquelética (MME) em dois grupos, foram submetidas a um protocolo de TR similar, sob diferentes ordens de execução dos exercícios, por um período de 24 semanas, em duas etapas de 12 semanas cada e em uma frequência de três sessões semanais. O programa de TR foi composto por oito exercícios para os diferentes segmentos corporais (membros superiores, tronco e membros inferiores), que foram executados em três séries de 10-15 repetições máximas (RM), nas primeiras 12 semanas e de 15, 10 e 5 RM nas 12 semanas subsequentes, com intervalos de 1-2 min entre as séries e os exercícios. Para a ordem de execução no grupo dos grande para pequenos grupamentos musculares (GGP) executou os exercícios na seguinte ordem: supino vertical, remada baixa, tríceps no *pulley*, rosca *scott*, *leg press* 45°, cadeira extensora, mesa flexora e panturrilha sentada. Por outro lado, o grupo dos pequenos para grandes grupos musculares (GPG) realizou os exercícios estabelecidos, de acordo com a seguinte ordem: rosca *scott*, tríceps no *pulley*, remada baixa, supino vertical, panturrilha sentada, mesa flexora, cadeira extensora e *leg press* 45°. Previamente ao início do estudo, após 12 e 24 semanas de intervenção as variáveis gordura corporal, massa isenta de gordura e osso (MIGO), conteúdo mineral ósso (CMO), colesterol total, triglicerídeos, LDL-c, HDL-c, índices de Castelli I e II, glicose, insulina, índice HOMA-IR e pressão arterial foram determinadas. As cargas utilizadas em cada exercício do programa de TR foram monitoradas semanalmente.

Amostra

A amostra foi selecionada preliminarmente por meio de entrevista e anamnese clínica. Os seguintes critérios de inclusão foram adotados para esta investigação: (1) ter idade igual ou superior a 60 anos, ser do sexo feminino e fisicamente independente; (2) não ser portadora de cardiopatias e/ou desordens musculoesqueléticas; (3) não ser diabética e/ou hipertensa não-controlada; (4) não participar regularmente de programas de TR há pelo menos três meses; e (5) apresentar liberação de médico cardiologista para a prática do TR sem qualquer tipo de restrição. Após a intervenção, aquelas participantes que não atingiram uma frequência mínima de 85% das sessões de treinamento foram excluídas das análises.

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. O projeto que deu origem a este estudo (Envelhecimento Ativo) foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina, de acordo com a Declaração de Helsinque.

O fluxograma com a apresentação esquemática do recrutamento e alocação das participantes é apresentado na **Figura 5.2.1** Um total de 116 idosas foram entrevistadas, das quais 79 foram excluídas por não atenderem aos critérios de elegibilidade. Assim, 37 idosas que atenderam os critérios de elegibilidade foram selecionadas para compor a amostra do presente estudo. Após as medidas e avaliações na linha de base, as participantes foram aleatorizadas, de forma balanceada, para integrarem um dos dois grupos experimentais, a saber: GGP (n = 18) ou GPG (n = 19). Após 12 semanas de intervenção oito idosas abandonaram o estudo, três por problemas de saúde (cirurgia de catarata, aneurisma de aorta e neuralgia do nervo trigêmeo) e cinco por motivos pessoais ou problemas familiares (mudança de cidade, auxílio à familiares). Ao final das 24 semanas de treinamento, 29 idosas completaram o estudo (GGP = 15 e GPG = 14).

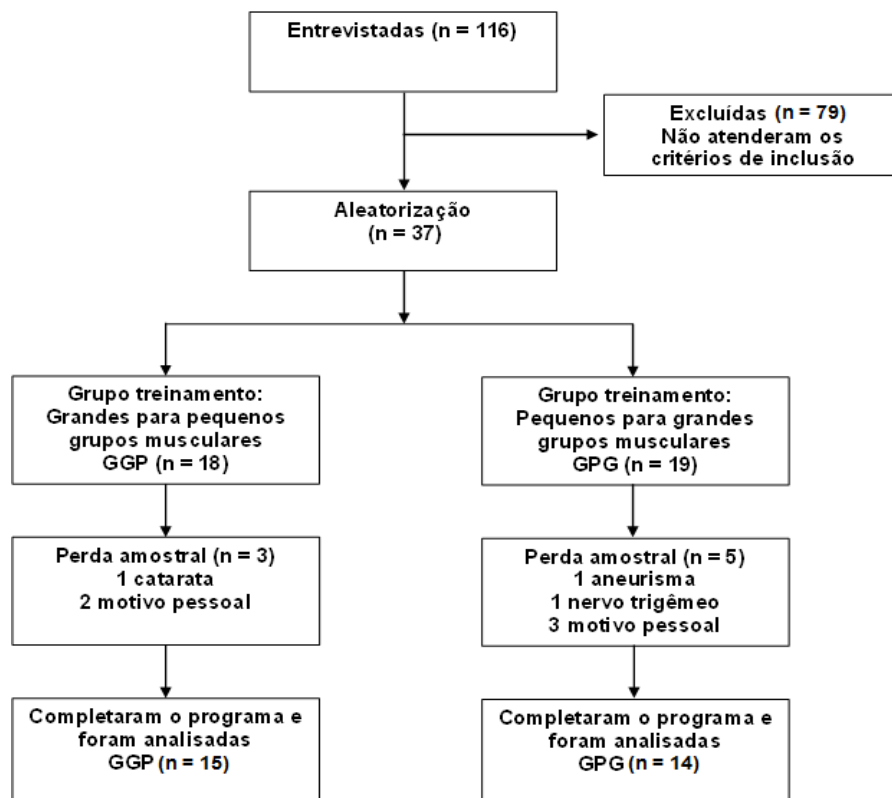


Figura 5.2.1. Fluxograma do estudo (GGP = grupo treinamento dos grandes para os pequenos grupos; GPG = grupo treinamento dos pequenos para os grandes grupos; n = número amostral).

Antropometria

A massa corporal foi mensurada em uma balança de leitura digital (Balmak, modelo Classe III, Labstore, Curitiba, Paraná, Brasil), com escala de 0,1 kg e a estatura foi determinada por meio de um estadiômetro acoplado à mesma, com escala de 0,1 cm. A partir dessas medidas foi calculado o índice de massa corporal (IMC). Todas as medidas antropométricas foram realizadas de acordo com procedimentos estabelecidos na literatura (GORDON et al., 1988).

Composição Corporal

Exames de absorptometria radiológica de dupla energia (DEXA) (Lunar Prodigy, model NRL 41990, GE Lunar, Madison, WI) foram utilizados para a determinação da massa isenta de gordura e osso (MIGO), gordura corporal total e por segmentos e conteúdo mineral ósseos. Tanto a calibração como a análise foram realizadas por um técnico de laboratório em radiologia, especializado neste tipo de exame. Medidas de reprodutibilidade foram obtidas em 10 mulheres que participaram do estudo, resultando em um erro padrão de medida (EPM) < 1% para a CMO, com coeficiente de correlação intraclassa (CCI) > 0,99. Para a gordura corporal total e MIGO o EPM foi inferior a 3% e o CCI > 0,98.

Bioquímica sanguínea

Coletas de sangue foram realizadas em sala adaptada para este fim, para a determinação de triglicerídeos (TG), glicose, colesterol total (CT), HDL-c, LDL-c e insulina. As dosagens foram determinadas no laboratório de Análises Clínicas do Hospital Universitário, da Universidade Estadual de Londrina. Para tanto, um experiente técnico de laboratório coletou amostras de 14 ml de sangue venoso na porção antecubital, respeitando jejum de 12 horas, no período matutino. Para a coleta de sangue as idosas foram mantidas sentadas em uma cadeira, com o antebraço apoiado sobre um suporte localizado aproximadamente na altura dos ombros. Após o braço ser garroteado no ponto médio do úmero foi realizada assepsia com algodão embebido em álcool 70%. A punção foi realizada com agulha descartável de 25 X 8 mm no referido local. O sangue venoso foi aspirado em dois tubos de coleta a vácuo, um com capacidade para 10 ml e outro para 4 ml e as agulhas foram descartadas de forma segura, assim como todos os outros materiais descartáveis contaminados, tanto no procedimento de coleta, quanto nas análises sanguíneas, conforme procedimento padrão do laboratório. As amostras foram depositadas em tubos a vácuo, com

gel separador sem anticoagulante, e centrifugadas por 10 min a 3000 rpm (1006 x g) para a separação do soro. O plasma e o soro foram aliquotados e armazenados em freezer a -80°C (Indrel®) até a realização das análises. Posteriormente foram determinadas as concentrações de CT, HDL-c, TG e glicose. Para a determinação de LDL-c foi utilizada a equação de Friedewald $LDL-c = CT - (HDL-c + TG/5)$ obtendo-se o resultado em mg/dL. O Índice de Castelli I (ICI) foi calculado pela razão entre as concentrações de colesterol total (CT) e HDL-c (CT/HDL-c), enquanto o Índice de Castelli II (ICII) foi determinado pela razão entre as concentrações de LDL-c e HDL-c (LDL-c/HDL-c) (CASTELLI et al., 1983).

O perfil lipídico foi determinado em um sistema autoanalisador bioquímico Dade Behring Dimension RXL (Dade Behring Inc., Newark, DE, USA), de acordo com métodos consagrados na literatura especializada, seguindo os protocolos recomendados pelos fabricantes. A concentração de insulina foi determinada por meio do método de quimiluminescência, utilizando um analisador Liaison XL (DiaSorin S.p. A, Saluggia, Italy). O modelo de avaliação da homeostase para resistência insulínica (HOMA-IR) foi calculado pela fórmula: $Insulina\ jejum\ (\mu UI/mL) \times Glicose\ jejum\ (mmol/L) / 22,5$.

Pressão arterial

Medidas de pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD) foram realizadas por meio de aparelho automático de medida da pressão arterial (Omron Healthcare, Lake Forest, IL, USA). 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 minutos antes do início das medidas. Três medidas foram executadas com intervalo mínimo de dois minutos entre elas sendo registrado o valor médio entre elas. 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. O valor médio das medidas registrados nos diferentes dias foi adotado como valor de referência. O EPM e o ICC foram utilizados para análise da qualidade das medidas na PAS (EPM = 1,33 mmHg e CCI > 0,99) e PAD (EPM = 1,11 mmHg e CCI > 0,99).

Treinamento resistido

O programa de TR foi conduzido por 24 semanas, em uma frequência de três sessões semanais, em dias alternados (segundas, quartas e sextas-feiras), com supervisão individual de estudantes de graduação, mestrado e doutorado em Educação Física. O

programa de TR foi composto por oito exercícios, envolvendo diferentes grupamentos musculares, de acordo com uma montagem localizada por articulação. Três séries foram realizadas em cada exercício sendo de 10-15 RM (Método Tradicional) nas primeiras 12 semanas e 15, 10 e 5 RM, respectivamente (Método Piramidal Crescente), nas 12 semanas subsequentes. O GGP 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 GPG executou os mesmos exercícios, de acordo com a respectiva ordem: rosca *scott*, tríceps no *pulley*, remada sentada, supino vertical, panturrilha sentada, mesa flexora, cadeira extensora e *leg press* horizontal. O intervalo de recuperação estabelecido entre as séries e os exercícios, foi de 60 s entre as séries e 120 s entre os exercícios. As participantes foram orientadas a executarem as ações musculares concêntricas e excêntricas em uma razão de 1 : 2, respectivamente.

As participantes 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 TR, na tentativa de que a intensidade inicial do treinamento fosse preservada ao longo do período experimental. O reajuste das cargas nas primeiras 12 semanas de TR foi realizado quinzenalmente, por meio da aplicação do teste de peso por repetições máximas, conforme descrito na literatura (RIBEIRO et al., 2015b). Na segunda etapa os reajustes ocorreram sempre que o número previsto de repetições para a primeira série era superado em duas repetições, em duas sessões de treinamento consecutivas (incremento de 2 a 5% para os exercícios de tronco e membros superiores e de 5 a 10% para os exercícios de membros inferiores). As frequências das idosas bem como o programa individual foram registradas em ficha de treino.

Tratamento estatístico

A ordem de execução dos exercícios foi estabelecida como a variável independente da presente investigação, ao passo que a carga total de treinamento, a gordura corporal, o perfil lipídico, a glicose de jejum, os índices HOMA-IR e de Castelli I e II e a pressão arterial, foram adotados como variáveis dependentes. Análise de variância (ANOVA) *two-way* para medidas repetidas foi utilizada para comparação entre os momentos. O teste *post hoc* de Bonferroni, para comparações múltiplas, foi empregado para a identificação das diferenças específicas nas variáveis em que os valores de F encontrados foram superiores aos do critério de significância estatística estabelecida ($P < 0,05$). O tamanho do efeito (TE) foi calculado para verificar a magnitude das diferenças, 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 (COHEN, 1988). Os dados foram analisados 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).

Resultados

Nenhuma diferença estatisticamente significativa ($P > 0,05$) foi encontrada na comparação entre os grupos na linha de base para as variáveis idade (GGP = $70,9 \pm 6,1$ anos vs. GPG = $69,4 \pm 5,6$ anos), massa corporal (GGP = $62,2 \pm 11,1$ kg vs. GPG = $60,4 \pm 11,3$ kg), estatura (GGP = $155,1 \pm 6,0$ cm vs. GPG = $155,6 \pm 5,0$ cm) e IMC (GGP = $25,8 \pm 4,1$ kg/m² vs. GPG = $25,0 \pm 4,5$ kg/m²). Em relação ao quadro clínico das participantes no início do estudo, houve presença de hipertensão arterial, diabetes *Mellitus* tipo 2 e dislipidemias, bem como do uso contínuo de medicação específica para as diferentes patologias relatadas de forma balanceada em ambos os grupos (APÊNDICE D).

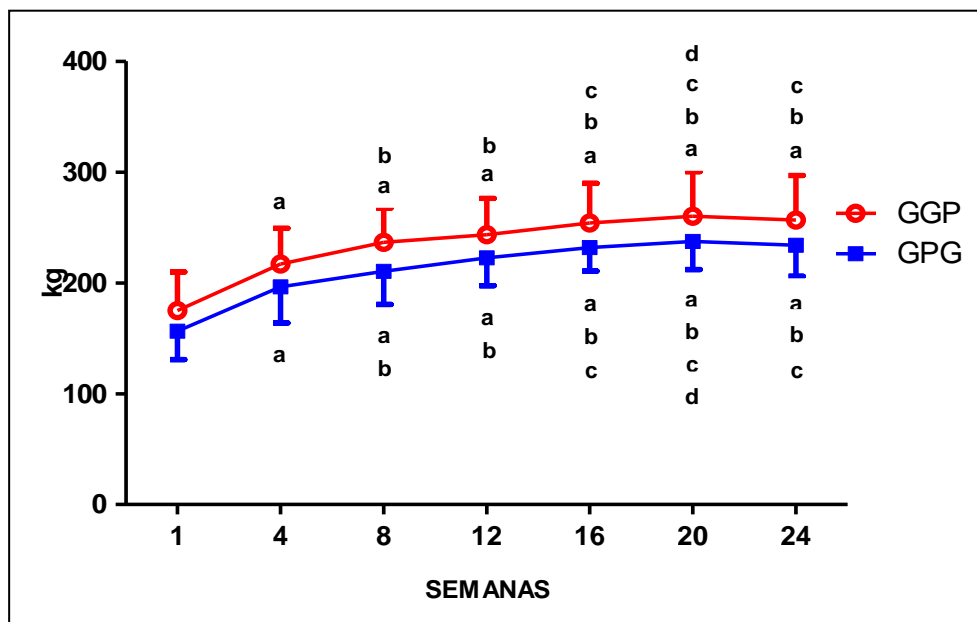


Figura 5.2.2 Carga total de treino acumulada em cada sessão de treinamento resistido, ao longo de 24 semanas, em mulheres idosas. GGP = grupo treinamento dos grandes para os pequenos grupos musculares; GPG = grupo treinamento dos pequenos para os grandes grupos musculares. ^a $P < 0,05$ vs. semana 1; ^b $P < 0,05$ vs. semana 4; ^c $P < 0,05$ vs. semana 8; ^d $P < 0,05$ vs. semana 12. Resultados expressos em média \pm desvio padrão. Efeito principal do tempo foi identificado ($P < 0,05$).

A evolução das cargas de treinamento utilizadas em cada sessão de TR, ao longo do período de intervenção, é apresentada na **figura 5.2.2**. Um comportamento relativamente semelhante ao longo das 24 semanas de intervenção foi encontrado em ambos os grupos (GGP e GPG), sem diferenças estatisticamente significantes entre eles ($P > 0,05$). O acréscimo na carga total utilizada das semanas 1 a 24 foi na ordem de aproximadamente 51% no GGP e de 47% no GPG.

Na **tabela 5.2.1** são apresentadas informações de composição corporal (MIGO, gordura corporal e CMO) de ambos os grupos. Um aumento significativo ($P < 0,05$) na MIGO foi acompanhado de redução na gordura corporal, sem diferenças entre os grupos ($P > 0,05$). Não foi identificado efeito do TR sobre o CMO total ao longo de 24 semanas de acompanhamento, tanto para o GGP quanto para o GPG ($P > 0,05$).

Tabela 5.2.1 Composição corporal das participantes antes, após 12 e 24 semanas de intervenção.

	GGP (n = 15)	GPG (n = 14)	Efeito	F	P	Power
MIGO (kg)						
Pré-treinamento	34,0 ± 2,8	34,2 ± 5,0	Grupo	< 0,01	0,98	0,05
12 Semanas	35,2 ± 3,1*	35,1 ± 5,3*	Tempo	55,93	< 0,01	1,00
24 Semanas	35,5 ± 3,1*†	35,4 ± 5,3*†	Interação	0,92	0,40	0,20
TE	+0,51	+0,23				
Δ%	+4,4	+3,5				
Gordura (kg)						
Pré-treinamento	26,5 ± 8,7	24,6 ± 7,1	Grupo	0,25	0,62	0,08
12 Semanas	25,5 ± 8,8*	24,0 ± 7,4*	Tempo	32,13	< 0,01	1,00
24 Semanas	24,6 ± 8,9*†	23,4 ± 7,4*†	Interação	1,94	0,15	0,39
TE	-0,22	-0,17				
Δ%	-7,2	-4,9				
CMO (kg)						
Pré-treinamento	1,662 ± 0,287	1,647 ± 0,271	Grupo	0,02	0,90	0,05
12 Semanas	1,677 ± 0,289	1,664 ± 0,271	Tempo	1,70	0,19	0,34
24 Semanas	1,682 ± 0,300	1,668 ± 0,266	Interação	0,01	0,99	0,05
TE	+0,07	+0,09				
Δ%	+1,2	+1,28				

Nota. MIGO = massa isenta de gordura e osso; CMO = conteúdo mineral ósseo; GGP = grupo treinamento dos grandes para os pequenos grupos musculares; GPG = grupo treinamento dos pequenos para os grandes grupos musculares; TE = tamanho do efeito (pré – pós 24 semanas); Δ% = variação entre pré-treino e 24 semanas. * $P < 0,05$ vs. pré-treino; † $P < 0,05$ vs. 12 semanas. Resultados expressos em média ± desvio padrão.

Tabela 5.2.2 Comportamento da gordura corporal das participantes antes, após 12 e 24 semanas de intervenção.

	GGP (n = 15)	GPG (n = 14)	Efeito	F	P	Power
Gordura MS (kg)						
Pré-treinamento	2,6 ± 0,7	2,7 ± 1,2	Grupo	0,06	0,80	0,06
12 Semanas	2,5 ± 0,7*	2,6 ± 1,2*	Tempo	25,60	< 0,01	1,00
24 Semanas	2,4 ± 0,7*†	2,5 ± 1,1*†	Interação	0,94	0,40	0,20
TE	-0,29	-0,17				
Δ%	-11,3	-7,8				
Gordura MI (kg)						
Pré-treinamento	10,2 ± 4,1	9,3 ± 2,9	Grupo	0,28	0,60	0,08
12 Semanas	9,9 ± 4,1*	9,2 ± 3,2*	Tempo	16,80	< 0,01	1,00
24 Semanas	9,5 ± 4,0*†	8,9 ± 3,3*†	Interação	1,84	0,17	0,37
TE	-0,17	-0,13				
Δ%	-7,0	-4,0				
Gordura TC (kg)						
Pré-treinamento	13,7 ± 4,3	12,6 ± 3,5	Grupo	0,35	0,56	0,09
12 Semanas	13,2 ± 4,4*	12,3 ± 3,7*	Tempo	29,69	< 0,01	1,00
24 Semanas	12,7 ± 4,6*†	12,0 ± 3,6*†	Interação	1,39	0,26	0,29
TE	-0,22	-0,17				
Δ%	-7,0	-5,0				
GA (%)						
Pré-treinamento	46,2 ± 6,2	43,4 ± 7,3	Grupo	0,68	0,42	0,13
12 Semanas	43,4 ± 7,8*	40,8 ± 6,8*	Tempo	18,40	< 0,01	1,00
24 Semanas	42,7 ± 8,7*	41,3 ± 7,5*	Interação	1,01	0,37	0,22
TE	-0,46	-0,28				
Δ%	-7,4	-4,8				
GG (%)						
Pré-treinamento	46,5 ± 7,4	46,8 ± 4,0	Grupo	0,05	0,83	0,05
12 Semanas	43,9 ± 7,7*	44,7 ± 4,1*	Tempo	21,65	< 0,01	1,00
24 Semanas	44,4 ± 7,4*	44,8 ± 4,1*	Interação	0,18	0,83	0,08
TE	-0,28	-0,49				
Δ%	-4,5	-4,2				
Gordura (%)						
Pré-treinamento	41,8 ± 6,8	40,0 ± 5,5	Grupo	0,26	0,61	0,08
12 Semanas	39,0 ± 7,4*	37,7 ± 5,5*	Tempo	36,54	< 0,01	1,00
24 Semanas	39,1 ± 7,9*	38,5 ± 5,8*	Interação	1,85	0,17	0,37
TE	-0,38	-0,27				
Δ%	-6,5	-3,8				

Nota. MS = Membros Superiores; MI = Membros Inferiores; TC = Tronco; GGP = grupo treinamento dos grandes para os pequenos grupos musculares; GA = gordura andróide; GG = gordura ginóide; GPG = grupo treinamento dos pequenos para os grandes grupos musculares; TE = tamanho do efeito (pré – pós 24 semanas); Δ% = variação entre pré-treino e 24 semanas. **P* < 0,05 vs. pré-treino; †*P* < 0,05 vs. 12 semanas. Resultados expressos em média ± desvio padrão.

Na **tabela 5.2.2** são apresentadas informações sobre a gordura corporal. Uma redução da gordura corporal em valores absolutos ($P < 0,01$) foi encontrada nos diferentes segmentos corporais (membros superiores, membros inferiores e tronco), sem diferenças entre os grupos ($P > 0,05$). De forma similar, uma redução na gordura corporal relativa foi acompanhada de um decréscimo tanto dos depósitos de gordura andróide quanto ginóide ($P < 0,01$), sem diferenças entre os grupos ($P > 0,05$).

Tabela 5.2.3 Perfil lipídico das participantes antes, após 12 e 24 semanas de intervenção.

	GGP (n = 15)	GPG (n = 14)	Efeito	F	P	Power
CT (mg/dL)						
Pré-treinamento	189 ± 26	191 ± 38	Grupo	0,02	0,90	0,05
12 Semanas	181 ± 19*	181 ± 30*	Tempo	5,12	< 0,01	0,80
24 Semanas	179 ± 20*	182 ± 35*	Interação	0,10	0,91	0,06
TE	-0,43	-0,25				
Δ%	-5,3	-4,6				
LDL-c (mg/dL)						
Pré-treinamento	111 ± 27	113 ± 39	Grupo	0,00	0,96	0,05
12 Semanas	106 ± 20	104 ± 33	Tempo	4,69	< 0,01	0,76
24 Semanas	104 ± 24*	102 ± 32*	Interação	0,18	0,83	0,08
TE	-0,27	-0,31				
Δ%	-6,3	-9,7				
HDL-c (mg/dL)						
Pré-treinamento	53 ± 10	54 ± 13	Grupo	0,12	0,73	0,06
12 Semanas	53 ± 11	55 ± 12	Tempo	0,64	0,53	0,15
24 Semanas	53 ± 11	55 ± 15	Interação	0,95	0,39	0,21
TE	< 0,01	-0,07				
Δ%	-1,0	+2,4				
Triglicerídeos (mg/dL)						
Pré-treinamento	123 ± 53	121 ± 49	Grupo	0,06	0,94	0,05
12 Semanas	119 ± 48	117 ± 51	Tempo	5,43	< 0,01	0,82
24 Semanas	104 ± 49*	113 ± 49*	Interação	0,99	0,38	0,21
TE	-0,37	-0,16				
Δ%	-15,1	-6,8				

Nota. CT = colesterol total; LDL-c = lipoproteínas de baixa densidade; HDL-c = lipoproteínas de alta densidade; GGP = grupo treinamento dos grandes para os pequenos grupos musculares; GPG = grupo treinamento dos pequenos para os grandes grupos musculares; TE = tamanho do efeito (pré – pós 24 semanas). Δ% = variação entre pré-treino e 24 semanas. * $P < 0,05$ vs. pré-treino. Resultados expressos em média ± desvio-padrão.

O comportamento do colesterol total e suas frações LDL-c e HDL-c, bem como dos triglicerídeos, é apresentado na **tabela 5.2.3**. Uma redução significativa foi encontrada nas concentrações de colesterol total, LDL-c e triglicerídeos em ambos os grupos ($P < 0,01$), sem diferenças entre eles ($P > 0,05$). As concentrações de HDL-c se mantiveram

relativamente inalteradas nos dois grupos ao longo das 24 semanas de intervenção ($P > 0,05$).

Tabela 5.2.4 Índice de Castelli I e II das participantes antes e após 12 e 24 semanas de intervenção.

	GGP (n = 15)	GPG (n = 14)	Efeito	F	P	Power
Índice de Castelli I						
Pré-treinamento	3,63 ± 0,65	3,71 ± 0,97	Grupo	0,02	0,88	0,05
12 Semanas	3,54 ± 0,82	3,47 ± 0,83	Tempo	4,13	0,02	0,71
24 Semanas	3,53 ± 0,76*	3,39 ± 0,85*	Interação	1,06	0,35	0,23
TE	-0,14	-0,35				
Δ%	-2,8	-8,6				
Índice de Castelli II						
Pré-treinamento	2,14 ± 0,62	2,21 ± 0,85	Grupo	0,06	0,80	0,06
12 Semanas	2,11 ± 0,65	1,99 ± 0,67	Tempo	3,82	0,03	0,67
24 Semanas	2,05 ± 0,69*	1,92 ± 0,69*	Interação	1,23	0,30	0,26
TE	-0,14	-0,38				
Δ%	-4,2	-13,1				

Nota. GGP = grupo treinamento dos grandes para os pequenos grupos musculares; GPG = grupo treinamento dos pequenos para os grandes grupos musculares; TE = tamanho do efeito (pré – pós 24 semanas); Δ% = variação entre pré-treino e 24 semanas. * $P < 0,05$ vs. pré-treino. Resultados expressos em média ± desvio-padrão.

Na **tabela 5.2.4** são apresentadas as informações sobre os índices de Castelli I e II. Ambos os índices tiveram seus valores reduzidos após 24 semanas de TR ($P < 0,05$) nos dois grupos (GGP e GPG), sem diferenças entre eles ($P > 0,05$).

O comportamento da glicose, insulina e índice HOMA-IR é apresentado na **tabela 5.2.5**. Uma redução similar nos dois grupos (GGP e GPG) foi revelada nas concentrações de glicose em jejum ($P < 0,01$), a partir de 12 semanas, e nos valores do índice HOMA-IR ($P < 0,05$), após 24 semanas de intervenção, sem diferenças entre eles ($P < 0,05$). Nenhuma alteração significativa ($P > 0,05$) foi identificada nas concentrações de insulina, em ambos os grupos.

Tabela 5.2.5. Glicose de jejum, insulina e índice HOMA-IR das participantes antes e após 12 e 24 semanas de intervenção.

	GGP (n = 15)	GPG (n = 14)	Efeito	F	P	Power
Glicose (mg/dL)						
Pré-treinamento	112 ± 19	111 ± 17	Grupo	0,00	0,99	0,05
12 Semanas	105 ± 19*	104 ± 20*	Tempo	16,80	< 0,01	1,00
24 Semanas	103 ± 18*	104 ± 23*	Interação	0,57	0,57	0,14
TE	-0,49	-0,35				
Δ%	-8,4	-6,0				
Insulina (uUI/mL)						
Pré-treinamento	11 ± 5	10 ± 3	Grupo	0,43	0,51	0,10
12 Semanas	10 ± 4	9 ± 4	Tempo	1,67	0,20	0,34
24 Semanas	10 ± 4	9 ± 4	Interação	0,27	0,76	0,09
TE	-0,22	-0,28				
Δ%	-5,8	-1,7				
HOMA-IR						
Pré-treinamento	2,92 ± 1,32	2,68 ± 1,20	Grupo	0,09	0,76	0,06
12 Semanas	2,54 ± 1,08	2,45 ± 1,50	Tempo	4,04	< 0,05	0,70
24 Semanas	2,53 ± 1,10*	2,41 ± 1,82*	Interação	0,15	0,86	0,07
TE	-0,32	-0,18				
Δ%	-13,4	-10,9				

Nota. GGP = grupo treinamento dos grandes para os pequenos grupos musculares; GPG = grupo treinamento dos pequenos para os grandes grupos musculares; TE = tamanho do efeito (pré – pós 24 semanas). Δ% = variação entre pré-treino e 24 semanas. * $P < 0,05$ vs. pré-treino. Resultados expressos em média ± desvio-padrão.

A **tabela 5.2.6** ilustra o comportamento da pressão arterial. A PAS apresentou redução significativa após 24 semanas de intervenção em ambos os grupos ($P < 0,001$), sem diferenças entre eles ($P > 0,05$). Nenhuma modificação significativa foi encontrada na PAD ao longo do período de intervenção nos dois grupos analisados ($P > 0,05$).

Tabela 5.2.6 Comportamento da pressão arterial das participantes antes e após 12 e 24 semanas de intervenção.

	GGP (n = 15)	GPG (n = 14)	Efeito	F	P	Power
PAS (mmHg)						
Pré-treinamento	115 ± 8	122 ± 10	Grupo	4,32	0,05	0,52
12 Semanas	115 ± 10	120 ± 9	Tempo	3,97	< 0,05	0,69
24 Semanas	111 ± 11*	119 ± 9*	Interação	0,68	0,51	0,16
TE	-0,42	-0,32				
Δ%	-3,8	-2,3				
PAD (mmHg)						
Pré-treinamento	65 ± 6	72 ± 12	Grupo	4,03	0,05	0,49
12 Semanas	66 ± 7	70 ± 9	Tempo	1,20	0,31	0,25
24 Semanas	63 ± 8	70 ± 9	Interação	1,41	0,25	0,29
TE	-0,28	-0,19				
Δ%	-2,0	-1,5				

Nota. GGP = grupo treinamento dos grandes para os pequenos grupos musculares; GPG = grupo treinamento dos pequenos para os grandes grupos musculares; TE = tamanho do efeito (pré – pós 24 semanas); Δ% = variação entre pré-treino e 24 semanas. **P* < 0,05 vs. pré-treino. Resultados expressos em média ± desvio-padrão.

Discussão

Os principais achados do presente estudo foram que o TR realizado por mulheres idosas, ao longo de 24 semanas, promoveu melhoria do perfil lipídico e das concentrações de glicose em jejum, redução nos valores de PAS, aumento na MIGO e redução da adiposidade corporal nos diferentes segmentos corporais (membros superiores, tronco e membros inferiores), independente da ordem de execução dos exercícios adotada. O estudo encontrou ainda que, ambos os grupos submetidos ao TR (GGP e GPG) apresentaram aumento na carga total de treino de maneira semelhante. Portanto, a nossa hipótese de que as melhores respostas adaptativas estariam associadas a ordem de execução dos exercícios partindo dos grandes para os pequenos grupos musculares não foi confirmada, uma vez que nenhuma diferença estatisticamente significativa foi identificada na comparação entre os grupos. A ausência de diferenças, provavelmente, possa ser atribuída, pelo menos em parte, a evolução similar das cargas de treinamento utilizadas semanalmente em cada exercício por ambos os grupos, o que resultou em treinamento sob intensidades semelhantes.

Apesar disso, as modificações encontradas na composição corporal e nos fatores de risco cardiometabólico analisados na presente investigação, reforçam a importância desse tipo de treinamento, em particular, para mulheres idosas, não somente para o

aumento de força e massa muscular (HUNTER et al., 2004; WILLIAMS et al., 2007; STRASSER; SCHOBERSBERG, 2010; BOTERO et al., 2013; CONCEIÇÃO et al., 2013; GERAGE et al., 2013; GERAGE et al., 2015; RIBEIRO et al., 2015a; RIBEIRO et al., 2016; TOMELERI et al., 2016b; SANTOS et al., 2017), mas também para a melhoria do quadro clínico, reduzindo assim o risco para o desenvolvimento de diversas doenças crônico-degenerativas que podem comprometer a qualidade de vida e a longevidade.

Considerando que a intensidade parece ser o principal fator responsável por adaptações de maior magnitude acarretadas em idosos pela prática do TR (FIATARONE et al., 1990; CHAVES et al., 2013; DA SILVA et al., 2015), nossos achados vão ao encontro dessa premissa, visto que ambos os grupos treinaram sob intensidade relativamente semelhante e elevada progressivamente, em particular, com a mudança do sistema de treinamento (tradicional na primeira etapa para piramidal crescente na segunda etapa), fato que resultou em importantes benefícios relacionados à saúde ao longo das 24 semanas de intervenção. Entretanto, a ausência de diferenças entre os grupos não era esperada, visto que acreditávamos que haveria uma evolução distinta na intensidade do treinamento, ao longo das semanas, em virtude das diferentes ordens de execução dos exercícios utilizadas pelos dois grupos analisados. Todavia, alguns estudos anteriores que investigaram os possíveis efeitos da manipulação da ordem de execução em programas de TR em outras populações, também, reportaram similaridade nas cargas de treino utilizadas pelos diferentes grupos (SIMÃO et al., 2010; DIAS et al. 2010; SPINETI, et al., 2010).

Uma possível explicação para os grupos terem treinado com cargas semelhantes, independente da ordem de execução dos exercícios, é que mulheres idosas apresentam menor força muscular e as modificações neste componente da aptidão física, induzidas pela prática de exercícios resistidos, são mais gradativas, além de ocorrerem em menor magnitude quando comparadas a mulheres jovens (PLOUTZ-SNYDER; GIAMIS, 2001). Existe um conjunto de mecanismos associados a tais diferenças, tais como: diminuição no número e no tamanho das fibras musculares predominantemente do tipo II; déficits na liberação de cálcio comprometendo o processo de acoplamento excitação-contração muscular; redução no número de células satélite com menor resposta aos danos celulares provocados pelo treinamento; redução da capacidade de geração de força por unidade de fibra muscular, entre outros (MILJKOVIC et al., 2015). Portanto, a magnitude dos aumentos de força muscular semanal neste estudo não se mostrou suficiente para causar diferenciações entre os grupos.

Diferente do observado por Tomeleri (2016a) nossos resultados indicaram redução nos valores de LDL-c e triglicerídeos, contudo, no final da segunda etapa de intervenção, indicando que possíveis efeitos sobre tais variáveis podem ser tempo-dependentes. Por

outro lado, um comportamento similar foi identificado nas concentrações de glicose, nos valores de PAS e na adiposidade corporal, revelando que 12 semanas de TR parecem ser suficientes para a melhoria dessas variáveis em mulheres idosas não-treinadas. A melhoria do perfil lipídico associada ao TR em idosas já tinha sido identificado por outras investigações (MARTINS et al., 2010; CONCEIÇÃO et. al., 2013; TOMELERI et al., 2016b; RIBEIRO et al., 2016). Todavia, este tipo de resposta não foi confirmada por Correa et al. (2015), em mulheres pós-menopausadas, após 10 semanas de TR.

Essa controvérsia entre os resultados encontrados nos estudos que investigaram o comportamento do perfil lipídico após a prática de TR foi alvo de uma interessante revisão sistemática, em idosos (PAULA; CUNHA; TUFAMIN, 2014). Dos sete estudos analisados, três não identificaram quaisquer alterações, dois estudos apresentaram reduções significantes para colesterol total, LDL-c e HDL-c e outros dois estudos revelaram tanto reduções quanto aumentos nas concentrações de componentes do perfil lipídico. Uma possível explicação para os resultados contraditórios disponíveis na literatura pode estar associada às diferenças de sistematização das variáveis que compõe o programa de TR bem como o tempo de intervenção adotado, visto que as modificações no perfil lipídico, bem como a sua magnitude, podem ser tempo-dependentes.

O aumento da MIGO e da intensidade do TR ao longo das 24 semanas de acompanhamento neste estudo, possivelmente contribuíram para a elevação da taxa metabólica de repouso (TMR) das participantes, favorecendo a redução nos depósitos de gordura em todos os segmentos corporais analisados (membros superiores, tronco e membros inferiores). Além disso, o aumento TMR pode ser influenciada pelo aumento da atividade simpática, que se eleva agudamente após uma sessão de exercícios resistidos, concomitantemente ao aumento na síntese proteica, fenômeno este que contribui para o aumento do gasto energético por um período de 48 a 72 h após a finalização do programa de exercícios (TREUTH et al., 1995; PHILLIPS et al., 1997; HEDEN et al., 2011). No entanto, a ausência de informações sobre a TMR e a atividade simpática das participantes, não nos possibilitou a confirmação ou não desta hipótese.

Adicionalmente, a redução da gordura corporal tende a melhorar o comportamento cardiometabólicos (CONCEIÇÃO et al., 2013; RIBEIRO et al., 2016; TOMELERI et al., 2016b), fato este que foi confirmado na presente investigação a partir da análise do perfil lipídico, glicose em jejum, índice HOMA-IR e índices de Castelli I e II (ICI e ICII, respectivamente). O ICI é a relação entre o colesterol total e HDL-c, ao passo que o ICII é a relação entre o LDL-c e HDL-c. Assim, quanto maior forem os valores de colesterol total e LDL-c e menores valores de HDL-c o risco cardiovascular estará aumentado (CASTELLI et al., 1983). Vale destacar que as participantes do nosso estudo já apresentavam valores

médios desejáveis (ICI até 4,3; ICII até 2,9) para os referidos índices no momento pré-intervenção, contudo, após 24 semanas de TR ambos os índices (ICI e ICII) sofreram reduções significativas, independente da ordem de execução dos exercícios adotada. Esse comportamento pode ser atribuído às reduções observadas nos valores de colesterol total e LDL-c visto que não foi identificada qualquer alteração nos valores de HDL-c nas participantes de ambos os grupos.

A redução na gordura corporal, em especial na região do tronco, observada neste estudo, apresenta grande relevância clínica, visto que a obesidade abdominal, bastante comum na população idosa, guarda estreita relação com o desenvolvimento de síndrome metabólica (CONCEIÇÃO et al., 2013; ROSA et al., 2016; DE OLIVEIRA et al., 2017), doenças cardiovasculares (ZAMBONI et al., 2005; VAN GAAL et al., 2006; HAN et al., 2011), e com outras doenças crônico-degenerativas. Tais modificações na gordura corporal total e de tronco após programas de intervenção com a prática do TR já haviam sido reveladas por outros estudos (BOTERO et al., 2013; CONCEIÇÃO et al., 2013; TOMELERI et al., 2016b).

De forma semelhante àquela revelada pela presente investigação, outros estudos, também, observaram redução da glicemia em jejum, em mulheres idosas após serem submetidas ao TR (RIBEIRO et al., 2015a; RIBEIRO et al., 2016; TOMELERI et al., 2016b). Portanto, tais modificações eram esperadas, uma vez que a principal via energética para a execução dos exercícios resistidos é a via glicolítica. Adicionalmente, a redução dos valores do índice HOMA-IR, um marcador indireto de resistência à insulina, corrobora com os resultados de outros estudos disponíveis na literatura (ALVAREZ et al., 2012; VINETTI et al., 2015).

Outro importante fato de risco cardiometabólico avaliado neste estudo foi a pressão arterial de repouso. Nesse sentido, a PAS diminuiu em ambos os grupos independente da sistematização da ordem de TR em torno de -3 a -4 mmHg, confirmando informações produzidas por importantes meta-análises (CORNELISSEN et al., 2011; CORNELISSEN; SMART, 2013). Por outro lado, a PAD se manteve estatisticamente inalterada, corroborando com estudos prévios do nosso laboratório com mulheres idosas submetidas ao TR (GERAGE et al., 2007; GERAGE et al., 2013). Os possíveis mecanismos envolvidos na alteração da PA diante do TR incluem: redução do débito cardíaco e da resistência vascular periférica (GERAGE et al., 2007), alterações na atividade nervosa simpática (GERAGE et al., 2007) e em substâncias vasodilatadoras (TOMELERI et al., 2017), sensibilização de mecanismos barorreceptores e parassimpáticos (DEVEREUX; WILES; HOWDEN, 2015). Todavia, na população idosa as alterações na PA podem ser de difícil explicação uma vez que pode agregar todos ou boa parte desses fatores (CARLSON et al., 2014).

Vale ressaltar que alterações na PA com o TR parecem ser protocolo-dependentes, visto que a magnitude das respostas está relacionada, principalmente, aos diferentes tipos de programas de TR, embora ainda não exista consenso sobre isso (CORNELISSEN; SMART et al., 2013). Entretanto, uma simples redução de 2 mmHg na PA pode reduzir em até de 6% risco de morte por acidente vascular encefálico ou 4% por doenças coronarianas sendo, portanto, de grande relevância clínica (CHOBANIAN et al., 2003; CORNELISSEN; FAGARD, 2005). Logo, a redução dos valores de PAS encontrada no presente estudo indica ser um fator de proteção contra eventos cardiovasculares.

Este estudo apresenta algumas limitações que devem ser consideradas. Primeiro, os resultados são específicos para mulheres idosas e não devem ser extrapolados para outras populações. Segundo, a ausência do monitoramento o nível de atividade física cotidiana e dos hábitos alimentares pode ter influenciado, pelo menos em parte, as respostas encontradas para alguns dos indicadores da composição corporal e de risco metabólico analisados. Todavia, o comportamento similar observado entre os grupos parece atenuar tais limitações. Além disso, as participantes foram orientadas a não modificar seu padrão de atividade física e alimentação ao longo do estudo. Por fim, 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.

Por outro lado, alguns pontos merecem ser destacados. Este é o primeiro estudo que realizou a comparação das respostas adaptativas após 24 semanas de TR executado em duas sistematizações da ordem de execução, em mulheres idosas. O delineamento do protocolo do estudo, com aleatorização balanceada dos grupos GGP e GPG, de acordo com o nível de força inicial das participantes, a progressão do treinamento ao longo do período experimental, a duração da intervenção (24 semanas) e a montagem do programa de TR envolvendo exercícios para o corpo inteiro, favorecem a interpretação das informações produzidas sobre a sistematização da ordem de execução dos exercícios em programa de TR, em mulheres idosas. Portanto, acreditamos que as informações produzidas por este estudo possam contribuir para a tomada de decisão no momento da prescrição e aplicação de programas de TR, especificamente para esta população.

Como principal aplicação prática, sugere-se que o TR seja prescrito para mulheres idosas, particularmente, para a melhoria ou manutenção da adiposidade corporal e indicadores de risco cardiometabólico, independente da sistematização da ordem de execução dos exercícios visto que, a possibilidade de variação da sistematização ordem de execução dos exercícios possibilita que o treinamento seja mais dinâmico e proporcione um

melhor controle dos intervalos de recuperação entre série e exercícios, principalmente, em situações nas quais alguns equipamentos estejam momentaneamente ocupados durante a sessão de treinamento.

Conclusão

Os resultados deste estudo sugerem que o período de 24 semanas de TR parece ser suficiente para promover modificações na adiposidade corporal e fatores de risco cardiometabólico de mulheres idosas, independente da ordem de execução dos exercícios no programa de treinamento.

Referências

ALVAREZ, C. R. R. et al. Effect of sprint interval training and resistance exercise on metabolic markers in overweight women. **Revista Medica de Chile**, v. 140, n. 10, p. 1289–1296, 2012.

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

BORDE, R.; HORTOBÁGYI, T.; GRANACHER, U. Dose–response relationships of resistance training in healthy old adults: a systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 45, n. 12, p. 1693-1720, 2015.

BOTERO, J. P. et al. Effects of long-term periodized resistance training on body composition, leptin, resistin and muscle strength in elderly post-menopausal women. **Journal os Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 53, n. 3, p. 289-294, 2013.

CARLSON, D. J. et al. Isometric exercise training for blood pressure management: A systematic review and meta-analysis. **Mayo Clinic Proceedings**, v. 89, n. 3, p. 327-334, 2014.

CASTELLI, W. P.; ABBOTT, R. D.; MCNAMARA, P. M. Summary estimates of cholesterol used to predict coronary heart disease. **Circulation**, v. 67, n. 4, p. 730-734, 1983.

CHAVES, C. P. G. et al. Influence of exercise order on muscle damage during moderate-intensity resistance exercise and recovery. **Research in Sports Medicine**, v. 21, n. 2, p. 176-186, 2013.

CHOBANIAN, A.V. et al. Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure; National Heart, Lung, and Blood Institute; National High Blood Pressure Education Program Coordinating Committee. Seventh Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure: the JNC 7 complete report. **Hypertension**, v. 42, n. 6, p. 1206-1252, 2003.

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

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

CORNELISSEN, V. A. et al. Impact of resistance training on blood pressure and other cardiovascular risk factors a meta-analysis of randomized, controlled trials. **Hypertension**, v. 58, n. 5, p. 950-958, 2011.

CORNELISSEN, V. A.; FAGARD, R. H. Effect of resistance training on resting blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials. **Journal of Hypertension**, v. 23, n. 2, p. 251-259, 2005.

CORNELISSEN, V. A.; SMART N. A. Exercise training for blood pressure: a systematic review and meta-analysis. **Journal of the American Heart Association**, v. 2, n. 1, p. 1-9, 2013.

CORREA, C. S. et al. High-volume resistance training reduces postprandial lipaemia in postmenopausal women. **Journal of Sports Sciences**, v. 33; n. 33; p. 1890–901, 2015.

DA SILVA, A. J. et al. Influence of exercise order on repetition performance with low intensity resistance in untrained men. **ConScientiae Saúde**, v. 14, n. 1, p. 63-71, 2015.

DE OLIVEIRA, C. C. Preditores de síndrome metabólica em idosos: Uma revisão. **International Journal of Cardiovascular Sciences**, v. 30, n. 4, p. 343-353, 2017.

DEVEREUX, G. R.; WILES, J. D.; HOWDEN, R. Immediate post-isometric exercise cardiovascular responses are associated with training-induced resting systolic blood pressure reductions. **European Journal of Applied Physiology**, v. 115, n. 2, p. 327-333, 2015.

DIAS, I. et al. Influence of exercise order on maximum strength in untrained young men. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 13, n. 1, p. 65-69, 2010.

FARIA, W. F. et al. Effect of exercise order on the number of repeats and training volume in the tri-set training method. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 18, n. 2, p. 187-196, 2016.

FIATARONE, M. A. et al. High-intensity strength training in nonagenarians. Effects on skeletal muscle. **Journal of the American Medical Association**, v. 263, n. 22, p. 3029–3034, 1990.

GERAGE, A. M. et al. Cardiovascular adaptations to resistance training in elderly postmenopausal women. **International Journal of Sports Medicine**, v. 34, n. 9, p. 806-813, 2013.

GERAGE, A. M. et al. Chronic resistance training does not affect post-exercise blood pressure in normotensive older women: a randomized controlled trial. **Age**, v. 37, n. 3, p. 37-63, 2015.

GERAGE, A. M. et al. Effect of 16 weeks of weight training on blood pressure in normotensive and non-trained women. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 13, n.6., p. 361-365, 2007.

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

HAN, T. S.; TAJAR, A.; LEAN, M. E. J. Obesity and weight management in the elderly. **British Medical Bulletin**, v. 97, n. 1, p. 169-196, 2011.

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

HUNTER, G. R.; MCCARTHY, J. P.; BAMMAN, M. M. Effects of resistance training on older adults. **Sports Medicine**, v. 34, n. 5, p. 329-348, 2004.

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

MARTINS, R. A. et al. Effects of aerobic and strength-based training on metabolic health indicators in older adults. **Lipids in Health and Disease**, v. 9, n. 1, p. 76, 2010.

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

PAULA, C. C.; CUNHA, R. M; TUFANIN, A. T. Analysis of the impact of resistance training on lipid profile of the elderly. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 22, n. 1, p. 150-156, 2014.

PHILLIPS, S. M. et al. Mixed muscle protein synthesis and breakdown after resistance exercise in humans. **American Journal Physiology**, v. 231, n.1, p. E99–E107, 1997.

PINA, F. L. C. et al. Influence of resistance exercises order on body composition in older men. **Revista da Educação Física/UEM**, v. 24, n. 3, p. 443-451, 2013.

PLOUTZ-SNYDER, L. L. et al. Resistance training reduces susceptibility to eccentric exercise-induced muscle dysfunction in older women. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 56, n. 9, p. B384-B390, 2001.

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

RIBEIRO, A. S. et al. Analysis of the training load during a hypertrophy-type resistance training programme in men and women. **European Journal of Sport Science**, v. 15, n. 4, p. 256–264, 2015b.

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

RIBEIRO, A. S. Resistance training prescription with different load-management methods improves phase angle in older women. **European Journal of Sport Science**, v. 17, n. 7, p. 913–921, 2017.

ROSA, C. B. et al. Metabolic syndrome and nutritional status of elderly registered in the HiperDia system. **Science Medicine**, v. 26, n. 3, p. 1-8, 2016.

SANTOS, L. et al. The improvement in walking speed induced by resistance training is associated with increased muscular strength but not skeletal muscle mass in older women. **European Journal of Sport Science**, v. 17, n. 4, p., 488–494, 2017.

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

SIMÃO, R. et al. Exercise order in resistance training. **Sports Medicine**, v. 42, n. 3, p. 251-265, 2012.

SIMÃO, R. et al. Influence of exercise order on maximum strength and muscle thickness in untrained men. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 9, n. 1, p. 1-7, 2010.

SPINETI, J. et al. Influence of exercise order on maximum strength and muscle volume in nonlinear periodized resistance training. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 11, p. 2962-2969, 2010.

STRASSER, B.; SCHOBERSBERGER, W. Resistance training in the treatment of metabolic syndrome. **Sports Medicine**, v. 40, n. 5, p. 397-415, 2010.

TOMELERI, C. M. et al. Chronic blood pressure reductions and increments in plasma nitric oxide bioavailability **International Journal of Sports Medicine**, v. 38, n. 4, p. 290–299, 2017.

TOMELERI, C. M. **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.** Londrina: UEL. Tese de Doutorado, 2016a. 137 p.

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

TREUTH, M. S. et al. Energy expenditure and substrate utilization in older women after strength training: 24-h calorimeter results. **Journal of Applied Physiology**, v. 78, n. 6, p. 2140–2146, 1995.

VAN GAAL, L. F.; MERTENS, I. L.; CHRISTOPHE, E. Mechanisms linking obesity with cardiovascular disease. **Nature**, v. 444, n. 7121, p. 875-880, 2006.

VINETTI, G. et al. Supervised exercise training reduces oxidative stress and cardiometabolic risk in adults with type 2 diabetes: a randomized controlled trial. **Scientific Reports**, v. 15, v. 9238, p.1-7, 2015.

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

WILLIAMS, M. A. et al. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association Council on Clinical Cardiology and Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. **Circulation**, v. 116, n. 5, p. 572-584, 2007.

ZAMBONI, M. et al. Health consequences of obesity in the elderly: a review of four unresolved questions. **International Journal of Obesity**, v. 29, n. 9, p. 1011-1029, 2005.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo comparou o efeito de 24 semanas de treinamento resistido realizados em duas ordens sobre indicadores de força muscular, composição corporal, qualidade muscular e fatores de risco cardiometabólicos de mulheres idosas. Considerando as atuais recomendações para prescrição do TR, testamos a hipótese de que a manipulação da ordem de execução dos exercícios que partir dos grandes para os pequenos grupos musculares, pudesse apresentar superioridade na carga de treinamento o que resultaria em melhores respostas adaptativas crônicas sobre os diferentes desfechos analisados. A análise conjunta dos artigos originais não confirmou a hipótese inicial, e os resultados encontrados sugerem que os ganhos de força e hipertrofia muscular, a redução da gordura corporal, a melhora nos parâmetros bioquímicos e da pressão arterial, ocorreram de modo independente da ordem de execução dos exercícios. Desse modo, nossos resultados confirmam indicativos prévios da literatura de que o TR pode trazer importantes benefícios à saúde de idosos.

No contexto desta investigação vale destacar alguns aspectos importantes que devem ser considerados na extrapolação destes achados. Os resultados são específicos para mulheres idosas, além disso utilizamos medidas indiretas para avaliação da força muscular bem como método indireto para avaliação da massa muscular e gordura corporal, embora os métodos utilizados sejam confiáveis, validados, reconhecidos internacionalmente e empregados na grande maioria dos estudos. O nível de atividade física cotidiana e os hábitos alimentares não foram monitorados durante o período de intervenção, contudo, as participantes foram orientadas a não modificar seu padrão de atividade física e alimentação ao longo do estudo, todavia, algumas modificações adaptativas observadas podem ter ocorrido de forma indireta, ou seja, o envolvimento em um programa de treinamento com pesos sistematizados pode ter estimulado o aumento da atividade física cotidiana, bem como hábitos de alimentação saudável.

O presente estudo não se utilizou de um grupo controle, embora para responder a principal questão do experimento (ordem de execução dos exercícios em um programa de TR) o grupo controle não seja essencial haja vista que, não se trata de um estudo de efetividade e sim de eficiência, dado que a efetividade do TR sobre as diferentes variáveis analisadas já foram testadas em outros estudos publicados na literatura. O 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.

Por outro lado, vale destacar alguns pontos fortes do presente estudo, este é o primeiro estudo que realizou a comparação das respostas adaptativas após 24 semanas de TR executado em duas sistematizações da ordem de execução, em mulheres idosas. O delineamento do protocolo do estudo, com aleatorização balanceada dos grupos GGP e GPG, de acordo com o nível de força inicial das participantes, a progressão do treinamento ao longo do período experimental, a duração da intervenção (24 semanas) e a montagem do programa de TR envolvendo exercícios para o corpo inteiro, favorecem a interpretação das informações produzidas sobre a sistematização da ordem de execução dos exercícios em programa de TR, em mulheres idosas. Assim, 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.

Como principal aplicação prática, sugere-se que o TR seja prescrito para mulheres idosas, particularmente, para a melhoria da força e hipertrofia muscular dos diferentes grupos muscular, e controle ou manutenção de indicadores de obesidade e risco cardiometabólico, independente da sistematização da ordem de execução dos exercícios visto que, a possibilidade de variação da sistematização da ordem de execução dos exercícios possibilita que o treinamento seja mais dinâmico e proporcione um melhor controle dos intervalos de recuperação entre série e exercícios, principalmente, nas situações em que alguns equipamentos estejam momentaneamente ocupados durante a sessão de treinamento.

REFERÊNCIAS (ITENS 1 a 4)

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

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE position stand. Exercise for patients with coronary artery disease. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 26, n. 3, p. i-v, 1994.

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

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION (ADA). Standards of medical care in diabetes - 2014. **Diabetes Care**, v. 37, n. Supl.1, p. S14-S80, 2014.

ARAÚJO, L.; RIBEIRO, O.; PAÚL, C. Envelhecimento bem-sucedido e longevidade avançada. **Actas de Gerontologia**, v. 2, n. 1, p. 1-11, 2016.

ARAZI, H. et al. Comparative effect of order based resistance exercises on number of repetitions, rating of perceived exertion and muscle damage biomarkers in men. **Revista Andaluza de Medicina del Deporte**, v. 8, n. 4, p. 139-144, 2015.

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

BALSAMO, S. et al. Exercise order affects the total training volume and the ratings of perceived exertion in response to a super-set resistance training session. **International Journal of General Medicine**, v. 5, p. 123-127, 2012.

BARTOLOMEI, S. et al. A comparison of traditional and block periodized strength training programs in trained athletes. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 28, n. 4, p. 990-997, 2014.

BEARD, J. R.; OFFICER, A. M.; CASSELS, A. K. The World Report on Ageing and Health. **The Gerontologist**, v. 56, n. Supl. 2, p. S163-S166, 2016.

BELLEZZA, P. A. et al. The influence of exercise order on blood lactate, perceptual, and affective responses. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23, n. 1, p. 203-208, 2009.

BENTES, C. M. et al. Hypotensive effects and performance responses between different resistance training intensities and exercise orders in apparently health women. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 35, n. 3, p. 185-190, 2015.

BORDE, R.; HORTOBÁGYI, T.; GRANACHER, U. Dose–response relationships of resistance training in healthy old adults: a systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 45, n. 12, p. 1693-1720, 2015.

BOTERO, J. P. et al. Effects of long-term periodized resistance training on body composition, leptin, resistin and muscle strength in elderly post-menopausal women. **Journal os Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 53, n. 3, p. 289-294, 2013.

BRASIL. **Envelhecimento e saúde da pessoa idosa** / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. Brasília: Ministério da Saúde, 2007. 192 p.

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

CAETANO, L. M. O idoso e a atividade física. **Horizonte: Revista de Educação Física e Desporto**, v. 11, n. 124, p. 20-28, 2006.

CAMARGOS, M. C. S; GONZAGA, M. R. Live longer and better? Estimates of healthy life expectancy in the Brazilian population. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 31, n. 7, p. 1460-1472, 2015.

CASTELLI, W. P.; ABBOTT, R. D.; MCNAMARA, P. M. Summary estimates of cholesterol used to predict coronary heart disease. **Circulation**, v. 67, n. 4, p. 730-734, 1983.

CHAVES, C. P. G. et al. Influence of exercise order on muscle damage during moderate-intensity resistance exercise and recovery. **Research in Sports Medicine**, v. 21, n. 2, p. 176-186, 2013.

CHODZKO-ZAJKO, W. J. et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 41, n. 7, p. 1510-1530, 2009.

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

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

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

COLBERG, S. R. et. al. Exercise and type 2 diabetes: American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. Exercise and type 2 diabetes. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 42, n. 12, p. 2282-2303, 2010.

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

CORNELISSEN, V. A. et al. Impact of resistance training on blood pressure and other cardiovascular risk factors a meta-analysis of randomized, controlled trials. **Hypertension**, v. 58, n. 5, p. 950-958, 2011.

DA CONCEIÇÃO, R. R. et al. Acute endocrine responses to different strength exercise order in men. **Journal of Human Kinetics**, v. 44, n. 1, p. 111-120, 2014.

DELAVIER, F. **Guia dos movimentos de musculação: abordagem anatômica**. Barueri: Manole, 2007.

DA SILVA, A. J. et al. Influence of exercise order on repetition performance with low intensity resistance in untrained men. **ConScientiae Saúde**, v. 14, n. 1, p. 63-71, 2015.

DA SILVA, R. L.; BRENTANO, M. A.; KRUEL, L. F. M. Effects of different strength training methods on postexercise energetic expenditure. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 8, p. 2255-2260, 2010.

DANAIEI, G. et al. National, regional, and global trends in systolic blood pressure since 1980: systematic analysis of health examination surveys and epidemiological studies with 786 country-years and 5.4 million participants. **Lancet**, v. 377, n. 9765, p. 568-577, 2011.

DE LIZ, C. M.; ANDRADE, A. Análise qualitativa dos motivos de adesão e desistência da musculação em academias. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, v. 38, n. 3, p. 267-274, 2016.

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

DIAS, I. et al. Influence of exercise order on maximum strength in untrained young men. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 13, n. 1, p. 65-69, 2010.

DIB, M. M. **Efeitos de três ordens de execução dos exercícios em programa de treinamento com pesos sobre indicadores de saúde em mulheres idosas treinadas.** Londrina: UEL. Tese de Doutorado, 2017. 68 p.

DOHERTY, T. J. Invited review: aging and sarcopenia. **Journal of Applied Physiology**, v. 95, n. 4, p. 1717-1727, 2003.

DONNELLY, J. E. et al. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 41, n. 2, p. 459-471, 2009.

DUQUE, F. L. V. Aterosclerose: aterogênese e fatores de risco. **Revista de Angiologia e Cirurgia Vascular**, v.7. n.2, p.50-58, 1998.

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

FARIA, W. F. et al. Effect of exercise order on the number of repeats and training volume in the tri-set training method. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 18, n. 2, p. 187-196, 2016.

FARINATTI, P. T. V. Biological theories of aging: genetic and stochastic approaches. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 8, n. 4, p. 129-138, 2002.

FARINATTI, P. T. V. **Envelhecimento: promoção da saúde e exercício**. Barueri: Manole; 2008.

FARINATTI, P. T. V.; DA SILVA, N. S. L.; MONTEIRO, W. D. Influence of exercise order on the number of repetitions, oxygen uptake, and rate of perceived exertion during strength training in younger and older women. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 27, n. 3, p. 776-785, 2013.

FELDMAN, H. A. 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. **Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, v. 87, n. 2, p. 589-598, 2002.

FIATARONE, M. A. et al. High-intensity strength training in nonagenarians. Effects on skeletal muscle. **Journal of the American Medical Association**, v. 263, n. 22, p. 3029–3034, 1990.

FIGUEIREDO, T. et al. The influence of exercise order on local muscular endurance during resistance training in women. **Human Movement**, v. 12, n. 3, p. 237-241, 2011.

FLECK S. J.; KRAEMER W. **Designing resistance training programs**. 4. ed. Champaign: Human Kinetics; 2014. 520 p.

FLECK, S. Non-linear periodization for general fitness & athletes. **Journal of Human Kinetics**, v. 29, n. Special Issue, p. 41-45, 2011.

FLETCHER, G. F. et al. Exercise standards for testing and training a scientific statement

from the American Heart Association. **Circulation**, v. 128, n. 8, p. 873-934, 2013.

FONSECA, M. H. et al. The adipose tissue as a regulatory center of the metabolism. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, v. 50, n. 2, p. 216-229, 2006.

FORTALEZA, A. C. S. et al. Total body and trunk fat mass and the gait performance in postmenopausal women. **Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia**, v. 36, n. 4, p. 176-181, 2014.

FOSTER, L.; WALKER, A. Active and Successful Aging: A European Policy Perspective. **Gerontologist**, v. 55, n. 1, p. 83-90, 2015.

FRIES, A. T.; PEREIRA, D. C. Aging theories. **Revista Contexto e Saúde**, v. 10, n. 20, p. 507-514, 2011.

FRONTERA, W. R. et al. Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study. **Journal of Applied Physiology**, v. 88, n. 4, p. 1321-1326, 2000.

GARBER, C. E. et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 43, n. 7, p. 1334-1359, 2011.

GERAGE, A. M. et al. Impact of 12 weeks of resistance training on physical and functional fitness in elderly women. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 15, n. 2, p. 145-154, 2013a.

GERAGE, A. M. et al. Cardiovascular adaptations to resistance training in elderly postmenopausal women. **International Journal of Sports Medicine**, v. 34, n. 9, p. 806-813, 2013b.

GERAGE, A. M. et al. Chronic resistance training does not affect post-exercise blood pressure in normotensive older women: a randomized controlled trial. **Age**, v. 37, n. 3, p. 37-63, 2015.

GIL, S.; ROSCHEL, H.; BATISTA, M.; UGRINOWITSCH, C.; TRICOLI, V.; BARROSO, R. The effect of the exercises order on number of repetitions and rate of perceived effort in resistance trained men. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 25, n. 1, p. 127-135, 2011.

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

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

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

GRAVINA, C. F. et al. II Guidelines in cardiogeriatrics of Cardiology Brazilian Society. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 95, n. 3, p. e16-e76, 2010.

GUEDES, G. K. et al. Number of repetitions performed in different exercise order in upper-body resistance training. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 7, n. 38, p. 147-155, 2013.

GURJÃO, A. L. D. et al. Effect of resistance training in blood pressure at rest in normotensive elderly. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 19, n. 3, p. 160-163, 2013.

HALLAL, P. C. et al. Physical inactivity: prevalence and associated variables in Brazilian adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 35, n. 11, p. 1894-1900, 2003.

HAN, T. S.; TAJAR, A.; LEAN, M. E. J. Obesity and weight management in the elderly. **British Medical Bulletin**, v. 97, n. 1, p. 169-196, 2011.

HARRISON, R. A.; ROBERTS, C.; ELTON, P. J. Does primary care referral to an exercise programme increase physical activity one year later? A randomized controlled trial. **Journal of Public Health**, v. 27, n. 1, p. 25-32, 2004.

HERRICK, A. B.; STONE, W. J. The effects of periodization versus progressive resistance exercise on upper and lower body strength in women. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 10, n. 2, p. 72-76, 1996.

HO-PHAM, L. T.; NGUYEN, U. D. T.; NGUYEN, T. V. Association between lean mass, fat mass, and bone mineral density: a meta-analysis. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 99, n. 1, p. 30-38, 2014.

HUNTER, G. R.; MCCARTHY, J. P.; BAMMAN, M. M. Effects of resistance training on older adults. **Sports Medicine**, v. 34, n. 5, p. 329-348, 2004.

IBGE. **Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira: 2016**. Coordenação de População e Indicadores Sociais. - Rio de Janeiro: IBGE, 2016. 146 p.

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

JECKEL-NETO, E. A.; CUNHA, G. L. **Teorias biológicas do envelhecimento**. In: Freitas, E. V. et al., editores. **Tratado de Geriatria e Gerontologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2006. p. 13-22.

KALAPOTHARAKOS, V. I. et al. The effects of high-and moderate-resistance training on muscle function in the elderly. **Journal of Aging and Physical Activity**, v. 12, n. 2, p. 131-143, 2004.

KELLER, K.; ENGELHARDT, M. Strength and muscle mass loss with aging process. Age and strength loss. **Muscles, Ligaments and Tendons Journal**, v. 3, n. 4, p. 346-350, 2013.

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

KIM, J. H. et al. Sarcopenia: an independent predictor of mortality in community-dwelling older Korean men. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 69, n. 10, p. 1244-1252, 2014.

KOK, L. Y. et al. Enhancing muscular qualities in untrained women: linear versus undulating periodization. **Medicine and Science Sports Exercise**, v. 41, n. 9, p. 1797-1807, 2009.

KOO, H. S. et al. Decreased muscle mass is not an independent risk factor for metabolic syndrome in Korean population aged 70 or older. **Clinical Endocrinology**, v. 82, n. 4, p. 509–516, 2015.

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

KREISBERG, R. A.; KASIM, S. Cholesterol metabolism and aging. **The American Journal of Medicine**, v. 82, n. 1, p. 54-60, 1987.

KRIST, L.; DIMEO, F.; KEIL, T. Can progressive resistance training twice a week improve mobility, muscle strength, and quality of life in very elderly nursing-home residents with impaired mobility? A pilot study. **Journal of Clinical Interventions in Agins**, v. 8, p. 443-448, 2013.

LEMMER, J. T. et al. Age and sex differentially affect regional changes in one repetition maximum strength. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 21, n. 3, p. 731-737, 2007.

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

LEVINGER, I. et al. The effect of resistance training on functional capacity and quality of life in individuals with high and low numbers of metabolic risk factors. **Diabetes Care**, v. 30, n. 9, p. 2205-2210, 2007.

LIU, C. J.; LATHAM, N. K. Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. **Cochrane Database Systematic Reviews**, v. 3, p. CD002759, 2009.

LIU, P. Y. et al. Age-related changes in serum testosterone and sex hormone binding globulin in Australian men: longitudinal analyses of two geographically separate regional cohorts. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 92, n. 9, p. 3599-3603, 2007.

LOOKER, A. C.; FRENK, S. M. Percentage of adults aged 65 and over with osteoporosis or low bone mass at the femur neck or lumbar spine: United States, 2005–2010. **National Center for Health Statistics**, 2015. Disponível em: <http://www.cdc.gov/nchs/data/>

MARIANO, E. R. et al. Força muscular e qualidade de vida em idosos. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, v. 16, n. 4, p. 805-811, 2013.

MARTÍNEZ, J. et al. Bone turnover markers in Spanish postmenopausal women: the Camargo Cohort Study. **Clinica Chimica Acta**, v. 409, n. 1, p. 70-74, 2009.

MATHUS-VLIEGEN, E. M. H. et al. Prevalence, pathophysiology, health consequences and treatment options of obesity in the elderly: a guideline. **Obesity Facts**, v. 5, n. 3, p. 460-483, 2012.

MCNAMARA, J. M.; STEARNE, D. J. Flexible nonlinear periodization in a beginner college weight training class. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 8, p. 2012-2017, 2010.

MIRANDA, H. et al. Exercise order interacts with rest interval during upper-body resistance exercise. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 6, p. 1573-1577, 2010.

MIRANDA, H. et al. Influence of exercise order on repetition performance among all possible combinations on resistance training. **Research in Sports Medicine**, v. 21, n. 4, p. 355-366, 2013.

MOON, J. H.; CHOO, S. R.; KIM, J. S. Relationship between low muscle mass and metabolic syndrome in elderly people with normal body mass index. **Journal of Bone Metabolism**, v. 22, n. 3, p. 99-106, 2015.

MORAES, E. et al. Influence of exercise order on the number of repetitions in untrained teenagers. **Manual Therapy, Posturology & Rehabilitation Journal**, v. 14, p. 1-5, 2016.

NAGATSUYU, D. T. et al. The impact of abdominal obesity on the plasmatic lipid levels in the older people. **Medicina**, v. 42, n. 2, p. 157-163, 2009.

NAZARI, M.; AZARBAYJANI, M. A.; AZIZBEIGI, K. Effect of exercise order of resistance training on strength performance and indices of muscle damage in young active girls. **Asian Journal of Sports Medicine**, v. 7, n. 3, p. e30599, 2016.

NELSON, M. E. et al. Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 39, n. 8, p. 1435-1445, 2007.

NIKSERESHT, M. et al. Effects of nonlinear resistance and aerobic interval training on cytokines and insulin resistance in sedentary men who are obese. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 28, n. 9, p. 2560-2568, 2014.

NOVOTNY, S. A.; WARREN, G. L.; HAMRICK, M. W. Aging and the muscle-bone relationship. **Physiology**, v. 30, n. 1, p. 8-16, 2015.

PESCATELLO, L. S. et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and hypertension. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 36, n. 3, p. 533-553, 2004.

PÍCOLI, T. S.; FIGUEIREDO, L. L.; PATRIZZI, L. J. Sarcopenia and aging. **Fisioterapia em Movimento**, v. 24, n. 3, p. 455-462, 2011.

PINA, F. L. C. et al. Influence of resistance exercises order on body composition in older men. **Revista da Educação Física/UEM**, v. 24, n. 3, p. 443-451, 2013.

PINHEIRO, M. M. et al. Risk factors for osteoporotic fractures and low bone density in pre and postmenopausal women. **Revista de Saúde Pública**, v. 44, n. 3, p. 479-485, 2010.

PIRAUÁ, A. L. T. et al. Effect of exercise order on the resistance training performance during a circuit training session. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 16, n. 3, p. 325-333, 2014.

PRESTES, J. et al. Understanding the individual responsiveness to resistance training periodization. **Age**, v. 37, n. 3, p. 9793, 2015.

RAPSOMANIKI, E. et al. Blood pressure and incidence of twelve cardiovascular diseases: lifetime risks, healthy life-years lost, and age-specific associations in 1.25 million people. **The Lancet**, v. 383, n.9932, p.1899-1911, 2014.

RHEA, M. R.; ALDERMAN, B. L. A meta-analysis of periodized versus nonperiodized strength and power training programs. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v. 75, n. 4, p. 413-422, 2004.

RIBEIRO, A. S. et al. Analysis of the training load during a hypertrophy-type resistance training programme in men and women. **European Journal of Sport Science**, v. 15, n. 4, p. 256–264, 2015a.

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

RIBEIRO, A. S. et al. Effect of the manipulation of exercise order in the tri-set training system. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 15, n. 5, p. 527-534, 2013.

RIBEIRO, A. S. et al. Influence of the execution order of weight exercises on total training volume when load is adjusted according to the sequence. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, v. 19, n. 3, p. 351–360, 2014.

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

RIBEIRO, A. S. Resistance training prescription with different load-management methods improves phase angle in older women. **European Journal of Sport Science**, v. 17, n. 7, p. 913–921, 2017.

RIBEIRO ANDRÉIA. Q. et al. Prevalence and factors associated with physical inactivity among the elderly: a population-based study. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, v. 19, n. 3, p. 483-493, 2016.

ROCHA, F. L. et al. Correlation between indicators of abdominal obesity and serum lipids in the elderly. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 59, n. 1, p. 48-55, 2013.

RODRIGUES, I. G.; BARROS, M. B. A. Osteoporosis self-reported in the elderly: a population-based survey in the city of Campinas, São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 19, n. 2, p. 294-306, 2016.

ROMANO, N. et al. Effects of resistance exercise order on the number of repetitions performed to failure and perceived exertion in untrained young males. **Journal of Human Kinetics**, v. 39, n. 1, p. 177-183, 2013.

ROUBENOFF, R. Origins and clinical relevance of sarcopenia. **Canadian Journal of Applied Physiology**, v. 26, n. 1, p. 78-89, 2001.

SAMARAS, N. et al. Off-label use of hormones as an antiaging strategy: a review. **Clinical Interventions in Aging**, v. 9, p. 1175-1186, 2014.

SÀNCHEZ-RIERA, L. et al. Osteoporosis and fragility fractures. **Best Practice and Research Clinical Rheumatology**, v. 24, n. 6, p. 793-810, 2010.

SANTOS, L. et al. The improvement in walking speed induced by resistance training is associated with increased muscular strength but not skeletal muscle mass in older women. **European Journal of Sport Science**, v. 17, n. 4, p., 488–494, 2017.

SANTOS, R. R. et al. Obesity in elderly. **Revista Médica de Minas Gerais**, v. 23, n. 1, p. 64-73, 2013.

SCHMITZ, K. H. et al. American College of Sports Medicine roundtable on exercise guidelines for cancer survivors. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 42, n. 7, p. 1409-1426, 2010.

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

SFORZO, G. A.; TOUEY, P. R. Manipulating exercise order affects muscular performance during a resistance exercise training session. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 10, n. 1, p. 20-24, 1996.

SILVA, N. S. L. et al. Influence of exercise order on the number of repetitions and perceived exertion in young and older women. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 15, n. 3, p. 219-223, 2009.

SIMÃO, R. et al. Exercise order in resistance training. **Sports Medicine**, v. 42, n. 3, p. 251-265, 2012a.

SIMÃO, R. et al. Influence of exercise order on maximum strength and muscle thickness in untrained men. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 9, n. 1, p. 1-7, 2010.

SIMÃO, R. et al. Influence of exercise order on repetition performance during low-intensity resistance exercise. **Research in Sports Medicine**, v. 20, n. 3-4, p. 263-273, 2012b.

SIMÃO, R. et al. Influence of exercise order on the number of repetitions performed and perceived exertion during resistance exercises. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 19, n. 1, p. 152-156, 2005.

SIMÃO, R. et al. Influence of upper-body exercise order on hormonal responses in trained men. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 38, n. 2, p. 177-181, 2013.

SOARES, E. G. et al. Acute effect of the order of traditional and pre-exhaustion exercises in resistance training. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 22, n. 1, p. 27-30, 2016.

SONCIN, R. et al. Influence of exercise order on electromyographic activity during upper body resistance training. **Journal of human kinetics**, v. 44, n. 1, p. 203-210, 2014.

SPINETI, J. et al. Influence of exercise order on maximum strength and muscle volume in nonlinear periodized resistance training. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 11, p. 2962-2969, 2010.

SPREUWENBERG, L. P. B. et al. Influence of exercise order in a resistance-training exercise session. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 20, n. 1, p. 141-144, 2006.

TEIXEIRA, I. N. D. O.; GUARIENTO, M. E. Biology of aging: theories, mechanisms, and perspectives. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 15, n.6, p. 2845-2857, 2010.

THOMPSON, L. V. Effects of age and training on skeletal muscle physiology and performance. **Physical Therapy**, v. 74, n. 1, p. 71-81, 1994.

TOMELERI, C. M. et al. Chronic blood pressure reductions and increments in plasma nitric oxide bioavailability **International Journal of Sports Medicine**, v. 38, n. 4, p. 290–299, 2017.

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

TOMELERI, C. M. **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.** Londrina: UEL. Tese de Doutorado, 2016b. 137 p.

UCHIDA, M. C. et al. **Manual de musculação:** uma abordagem teórico-prática do treinamento de força. 7. ed. São Paulo: Phorte; 2015. 296 p.

VAN GAAL, L. F.; MERTENS, I. L.; CHRISTOPHE, E. Mechanisms linking obesity with cardiovascular disease. **Nature**, v. 444, n. 7121, p. 875-880, 2006.

VIEIRA, E. C.; PEIXOTO, M. R. G.; SILVEIRA, E. A. Prevalence and factors associated with Metabolic Syndrome in elderly users of the Unified Health System. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 17, n. 4, p. 805-817, 2014.

WAJCHENBERG, B. L. Subcutaneous and visceral adipose tissue: their relation to the metabolic syndrome. **Endocrine Reviews**, v. 21, n. 6, p. 697-738, 2000.

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

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

WILLIAMS, M. A. et al. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association Council on Clinical Cardiology and Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. **Circulation**, v. 116, n. 5, p. 572-584, 2007.

WILSON, P. W. F. et al. Twelve-year incidence of coronary heart disease in middle-aged adults during the era of hypertensive therapy: the Framingham offspring study. **The American Journal of Medicine**, v. 90, n. 1, p. 11-16, 1991.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Ageing and health**. n. 404, September 2015. Disponível em: < <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs404/en/>>. Acesso em: 20 de Abril, 2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Envelhecimento ativo: uma política de saúde** /World Health Organization; Organização Pan-Americana da Saúde; 2005. 60 p.

XAVIER, H. T. et al. V Diretriz brasileira de dislipidemias e prevenção da aterosclerose. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 101, n. 4, p. 1-20, 2013.

ZAMBONI, M. et al. Health consequences of obesity in the elderly: a review of four unresolved questions. **International Journal of Obesity**, v. 29, n. 9, p. 1011-1029, 2005.

ZATSIORSKY, V. M.; KRAEMER, W. J. **Ciência e prática do treinamento de força**. 2. ed. São Paulo: Phorte; 2008. 256 p.

ZHONG, S.; CHEN, C. N.; THOMPSON, L. V. Sarcopenia of ageing: functional, structural and biochemical alterations. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 11, n. 2, p. 91-97, 2007.

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? _____

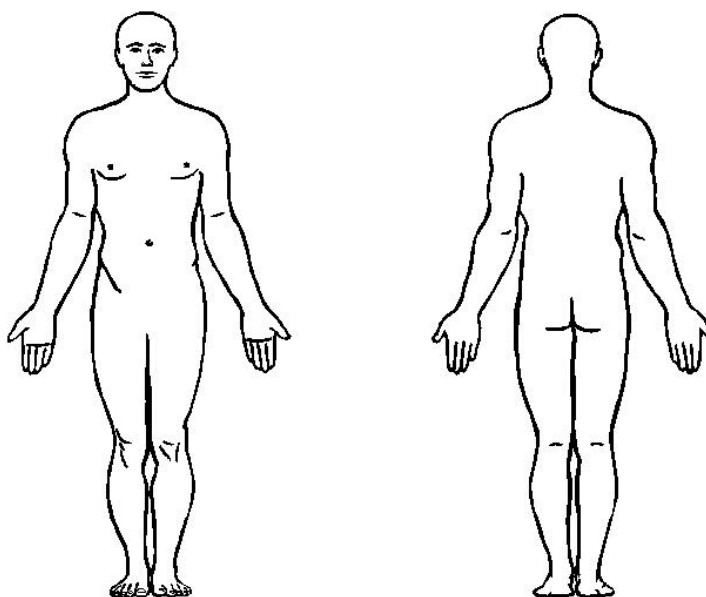
8) Você faz uso de bebida alcoólica com frequência (mais que duas vezes por semana)?

(___)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

APÊNDICE D

Doenças e uso de medicação relatadas pelas idosas na linha de base.

	GGP (n = 15)		GPG (n = 14)	
	n	%	n	%
Doença				
Hipertensão Arterial	6	40	7	50
Diabetes	1	6,7	2	14,3
Dislipidemia	3	20	3	21,4
Medicação				
Antagonista dos receptores da angiotensina II	3	20	4	28,6
Bloqueadores do receptor da angiotensina II	0	0	1	7,1
Inibidores de enzima conversora de angiotensina	3	20	0	0
Antagonistas do íon de cálcio	1	6,7	1	7,1
Bloqueador dos receptores beta-1	0	0	1	7,1
Diurético	1	6,7	1	7,1
Cloridrato de Metformina	1	6,7	2	14,3
Estatina	3	20	3	21

Nota. GGP = grupo treinamento dos grandes para os pequenos grupos musculares; GPG = grupo treinamento dos pequenos para os grandes grupos musculares. Resultados apresentados em valores absolutos e relativos.

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