



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

LETÍCIA TRINDADE CYRINO

**EFEITO DE DOIS ANOS DE TREINAMENTO COM PESOS  
SOBRE A FORÇA MUSCULAR, COMPOSIÇÃO CORPORAL,  
PERFIL GLICÊMICO E LIPÍDICO EM MULHERES IDOSAS**

LETÍCIA TRINDADE CYRINO

**EFEITO DE DOIS ANOS DE TREINAMENTO COM PESOS  
SOBRE A FORÇA MUSCULAR, COMPOSIÇÃO CORPORAL,  
PERFIL GLICÊMICO E LIPÍDICO EM MULHERES IDOSAS**

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

Orientador: Prof. Dr. Crivaldo Gomes Cardoso Junior

Londrina  
2016

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

Cyrino, Letícia Trindade.

EFEITO DE DOIS ANOS DE TREINAMENTO COM PESOS SOBRE A FORÇA MUSCULAR, COMPOSIÇÃO CORPORAL, PERFIL GLICÊMICO E LIPÍDICO EM MULHERES IDOSAS / Letícia Trindade Cyrino. - Londrina, 2016.  
65 f.

Orientador: Crivaldo Gomes Cardoso Junior.

Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Educação Física e Esportes, Programa de Pós-Graduação em Educação Física, 2016.

Inclui bibliografia.

1. Treinamento com pesos - Tese. 2. Mulheres idosas - Tese. I. Cardoso Junior, Crivaldo Gomes . II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Educação Física e Esportes. Programa de Pós-Graduação em Educação Física. III. Título.

LETÍCIA TRINDADE CYRINO

**EFEITO DE DOIS ANOS DE TREINAMENTO COM PESOS SOBRE A  
FORÇA MUSCULAR, COMPOSIÇÃO CORPORAL, PERFÍL  
GLICÊMICO E LIPÍDICO EM MULHERES IDOSAS COMISSÃO  
EXAMINADORA**

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

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador: Prof. Dr. Crivaldo Gomes Cardoso  
Junior  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

---

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

---

Prof. Dr. Alex Silva Ribeiro  
Universidade Norte do Paraná - UNOPAR

Londrina, 06 de Dezembro de 2016.

Dedico esse trabalho à meus pais, Márcia e Edilson, principais responsáveis por minha formação intelectual, pessoal e social, que despertaram em mim o desejo de buscar dia após dia me tornar um ser humano melhor.

## AGRADECIMENTOS

Inicialmente, agradeço à Deus por estar comigo em todos os momentos, sendo minha base, meu suporte e amparo, minha força, meu protetor e especialmente, meu amigo. Presente em minhas conquistas, nas situações alegres, difíceis e tristes durante toda minha vida e, em particular, nessa caminhada. Que mesmo nas minhas misérias e na minha pequenez me concede um amor imenso, perfeito e sublime, sem o qual nada disso seria possível!

Seria uma grande injustiça de minha parte não reconhecer que tenho inúmeras pessoas a quem agradecer nesse momento, pois fizeram e fazem parte de minha formação, minha história de vida e de quem sou hoje. Entretanto, devido a uma memória não tão boa e ao espaço relativamente restrito, me reportarei a algumas pessoas em especial. Caso você por alguma razão esteja lendo esta sessão e este trabalho, receba meu singelo “obrigado” por ter sua atenção e espero que possa se reconhecer em alguma dessas pessoas tão importantes que serão a seguir mencionadas.

Agradeço à toda minha família, que sempre me incentivou, apoiou, me fez rir e estendeu seus braços como refúgio, em especial representada por: meus avós Luzia, Arlindo, Norma (*in memoriam*) e Duclercy; meus padrinhos Amilton e Margarete; meus tios Michele e Ademar; meus primos-irmãos Amanda, Marjori, Gustavo, Gabriel e Pedro; e minha grande companheira de todos os dias, Valdenice. Vocês sem sombra de dúvida são a mais linda representação do amor de Deus em minha vida, agradeço por tudo! Também agradeço profundamente a família Sousa, minha família “agregada”, por sempre me acolherem tão bem, pelo amor imenso que sentem por meu filho, pela compreensão, suporte e carinho, principalmente durante o curso deste trabalho.

Aos “pais” que ganhei ao longo dos anos em Londrina: Enio e Denise. Obrigada por me acompanharem desde a infância, pelo apoio durante minha formação e por todo o carinho que demonstram por mim. Agradeço a meus amigos, que saberão reconhecer-se como tal, por toda palavra de incentivo, encorajamento e apoio, momentos de descontração e compreensão, sobretudo, durante as minhas ausências. Obrigada por todas as orações, tempo de qualidade, broncas, sorrisos sinceros, olhares profundos e abraços demorados, que sempre me abasteceram e

me supriram com o carinho necessário para a conclusão de mais esta etapa da minha vida.

Também agradeço ao meu parceiro, grande amigo e companheiro Altair, com quem divido a especial missão de ensinar, proteger, formar e amar nosso filho, Miguel. Obrigada por estar ao meu lado, por partilhar comigo os grandes momentos da minha vida, fazer parte da minha história, acreditar nos meus sonhos, pelos “puxões de orelha”, por todo o carinho, consideração e por todas as coisas que aprendi convivendo com você ao longo desses anos. Certamente você é parte essencial do meu amadurecimento, e hoje, da minha vida. Aos meus “pequenos”: Felipe (meu irmão) e Miguel. Com vocês meu aprendizado é diário. São meus principais incentivadores e motivadores, responsáveis por meus sorrisos, preocupações, pelo meu crescimento e por minha mais sincera gratidão à Deus. Sem dúvida, retiram de mim o amor mais puro que eu poderia oferecer e me dão forças para acordar todos os dias e viver da melhor forma possível.

Agradeço profundamente aos professores que tive ao longo dos anos, tanto no Brasil quanto em Portugal. Não somente pelo conteúdo ministrado, mas principalmente por me ajudarem a desenvolver um pensamento crítico e pelos exemplos do que devo, ou não, fazer como profissional e como pessoa.

Ao grupo GEPEMENE parte importantíssima e diferencial da minha formação. Foi dentro desse grupo que tive a oportunidade de ter os primeiros contatos com a pesquisa e com diversos conteúdos. Foi dentro dele que pude vivenciar as primeiras experiências na vida acadêmica, onde tive a minha iniciação científica e, principalmente, onde aprendi o que realmente é um trabalho em grupo, a importância que este trabalho tem e a valorizar e ser parte de um grupo. Agradeço a todas as pessoas com quem pude conviver, aprender e trocar experiências desde o ano de 2010.

Deixo aqui também um agradecimento especial às diversas pessoas que prestaram sua valiosa colaboração nos diferentes momentos do “projeto envelhecimento ativo”, que despenderam seu tempo, energia, dedicação e, por que não dizer, amor, para que os sonhos de alguns pudessem mudar a realidade de tantas pessoas. Não posso deixar de mencionar alguns integrantes que tiveram participação direta na conclusão deste trabalho: Crisieli, David, Mariana, Matheus e Fábio. À vocês meu sincero e singelo: MUITO OBRIGADA!

Mas o que seria da vida sem o desafio de viver?! Certamente, ninguém entende tanto deste desafio quanto quem teve a oportunidade e a sabedoria de enfrentá-lo com determinação e dignidade. Esse trabalho foi construído graças a contribuição de muitas mulheres que o destino se incumbiu de reunir. Mulheres simpáticas, alegres, fortes e sábias, sem as quais os nossos projetos não sairiam do papel. Mais do que serem elementos essenciais para a realização das inúmeras pesquisas do nosso grupo, são pessoas incríveis que nos incentivam das mais diversas formas, para que continuemos trabalhando, buscando sempre o aprimoramento, tanto profissional como pessoal. É encantador observar que podemos de alguma forma auxiliar para melhorar a qualidade de vida dessas mulheres, uma contrapartida ínfima aos sorrisos, conselhos, carinho e aprendizado que elas nos concedem todos os dias.

Agradeço aos órgãos de fomento CNPq, CAPES e Fundação Araucária, pelos recursos recebidos e utilizados para aquisição de materiais permanentes e de consumo, que permitiram a produção de conhecimento de qualidade e a capacitação de recursos humanos de qualidade. No meu caso, agradeço ainda pelas bolsas recebidas durante a graduação e a pós-graduação, que permitiram maior dedicação aos estudos.

Agradeço os professores que compuseram a banca examinadora da minha dissertação de mestrado, Prof. Dr. Alex Silva Ribeiro e Prof. Dr. Rafael Deminice. Obrigada por aceitarem auxiliar na composição deste trabalho, pelos questionamentos, orientações, por partilharem seus conhecimentos, experiências e especialmente pela oportunidade de conviver e aprender com os senhores. Serei sempre muito grata por vossa compreensão, apoio e prontidão em me auxiliar nos momentos decisivos dessa jornada. Ao meu orientador Prof. Dr. Crivaldo Gomes Cardoso Jr., pela paciência, por seus ensinamentos, encorajamento e conselhos. Obrigada por acreditar, confiar em mim e principalmente, pela coragem e sensibilidade de me oferecer uma oportunidade em um momento da minha vida em que tenho a certeza de que outras pessoas não fariam o mesmo. Os senhores são pessoas raras!

Por fim, e de maneira extremamente especial, agradeço a meus pais, os maiores e principais responsáveis por esta realização. Minha mãe Márcia, que é meu grande exemplo de mulher, profissional competente e íntegra, serva fiel, mãe carinhosa e protetora, filha e irmã dedicada, amorosa e paciente. Sem dúvida uma

das mulheres mais batalhadoras, forte e corajosa que conheci em minha vida, linda por dentro e por fora. Mãe, a ligação que temos é algo inexplicável e a aprendizagem que tenho com a senhora é um tesouro precioso. Meu pai Edilson, um homem honesto, ético, ótimo profissional, grande incentivador, um líder excepcional e um ser humano indescritível. À este homem atribuo muito do que sou. Dele herdei valores que considero essenciais e que certamente carregarei comigo por toda minha vida. Com ele aprendi a valorizar as pequenas coisas, os grandes momentos e as pessoas – independente de qualquer condição. Pai, o senhor é parte fundamental e essencial de minha vida, e principalmente desse trabalho!

Pais, obrigado por me apoiarem e me aguentarem nas mais diversas situações; por serem meu suporte e exemplo; por me guiarem sempre pelos caminhos que julgavam melhor; por toda atenção, incentivo, carinho, proteção e dedicação. Obrigado por acreditarem em mim quando eu mesma já não acreditava. Pelo exemplo de fé que sempre encontro em vocês, por não deixarem faltar nada, principalmente o mais essencial: amor! Palavras jamais serão suficientes para expressar a gratidão e o amor que sinto por vocês! Lembrem-se sempre que em nossas imperfeições, os senhores são perfeitos para mim.

*“Se o tempo envelhecer o seu corpo mas  
não envelhecer a sua emoção, você será sempre feliz.”*  
Augusto Cury

CYRINO, Letícia Trindade. **Efeito de dois anos de treinamento com pesos sobre a força muscular, composição corporal, perfil glicêmico e lipídico em mulheres idosas**. 2016. 65 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

## RESUMO

**Introdução:** O envelhecimento causa modificações em diversas variáveis e idosos tornam-se mais susceptíveis a perturbação de sua saúde. Neste sentido, a prática de treinamento com pesos (TP) apresenta-se como estratégia para prevenir ou mesmo mitigar o agravamento de condições adversas. Entretanto, as informações sobre os possíveis efeitos do TP em mulheres, a partir de um período de intervenção prolongado são escassas. **Objetivo:** Verificar o efeito de dois anos de TP sobre a força muscular, composição corporal, perfil glicêmico e lipídico em mulheres idosas. **Métodos:** Sessenta e uma mulheres idosas ( $\geq 60$  anos) e fisicamente independentes foram submetidas a dois anos de TP progressivo. As variáveis força muscular, massa muscular, qualidade muscular, gordura corporal, densidade e conteúdo mineral ósseo, água corporal total (ACT) e suas frações intra (AIC) e extracelular (AEC), glicose, colesterol total (CT), lipoproteína de alta densidade (HDL-c), lipoproteína de baixa (LDL-c) e muito baixa densidade (VLDL-c), e triglicerídeos (TG) foram analisadas na linha de base, após um ano (1 ano) e após dois anos (2 anos) de intervenção. Os programas de TP foram compostos padronizadamente por oito exercícios para os diferentes segmentos corporais (membros inferiores, tronco e membros superiores) e executados em 1-3 séries com múltiplas repetições, com uma frequência de duas a três sessões semanais. Os resultados são apresentados em média e desvio-padrão. Análise de variância (ANOVA) foi utilizada para a comparação das médias das variáveis ao longo do tempo, seguida pelo *post hoc* de Bonferroni para identificar as diferenças quando o valor de F foi significativo. O valor de significância adotado foi de  $P < 0,05$ . **Resultados:** Todas as participantes realizaram no mínimo 85% das sessões de treinamento programadas. Aumentos significativos foram encontrados na força muscular, qualidade muscular, ACT, AIC, densidade mineral óssea e HDL-c ( $P < 0,05$ ). Por outro lado, uma redução significativa foi identificada nas variáveis glicose, triglicerídeos, LDL-c e VLDL-c ( $P < 0,05$ ). **Conclusão:** Os resultados sugerem que a prática do TP por períodos prolongados de tempo é uma estratégia efetiva para melhorar a força muscular, a qualidade muscular, a composição corporal e biomarcadores metabólicos em mulheres idosas.

**Palavras-chave:** Envelhecimento. Treinamento resistido. Fatores de risco à saúde. Saúde da mulher.

CYRINO, Letícia Trindade. **Effect of two years of resistance training on muscle strength, body composition, glycemic and lipid profiles of older women.** 2016. 65 p. Dissertation (Master's Degree Dissertation of Physical Education). Londrina State University, Londrina, 2016.

## ABSTRACT

**Background:** aging causes changes in several variables and the elderly become more susceptible to disturbances in their health. In this sense, resistance training practice (RT) is presented as a strategy to prevent or mitigate the damage from adverse conditions. However, information about the possible effects of RT in women from an intervention in a long-term period is still rare. **Objective:** To verify the effect of two years of RT on muscle strength, body composition, glycemic and lipid profiles of elderly women. **Methods:** A total of sixty-one physically independent older women ( $\geq 60$  years) were submitted to two years of progressive RT. Muscle strength, muscle mass, muscle quality, body fat, density and bone mineral content, total body water (TBW) and its fractions intracellular (ICW) and extracellular (ECW), glucose, total cholesterol (TC), high density lipoprotein (HDL-c), low density lipoprotein (LDL-c), very low density lipoprotein (VLDL-c) and triglycerides (TG) were analyzed at the baseline and at the end of the different periods of intervention (one and two years). RT programs were standardly composed of eight exercises for different body segments (lower limbs, trunk and upper limbs), performing one to three sets, with multiple repetitions, at a frequency of two to three sessions per week. Results were presented as mean and standard deviation. Analysis of variance (ANOVA) was used to compare the means of variables over time, followed by post hoc Bonferroni to identify the differences when F value was significant. The significance level was  $P < 0.05$ . **Results:** All participants to be analyzed executed at least 85% of the training sessions. Significant increases were obtained on muscle strength, muscle quality, ICW, ECW, mineral bone density and HDL-c ( $P < 0.05$ ). On the other hand, significant reductions on glucose, TG, LDL-c and VLDL-c were found ( $P < 0.05$ ). **Conclusion:** results suggested that the long-term periods of practice of RT are an effective strategy to improve muscle strength, muscle quality, body composition and metabolic biomarkers of older women.

**Keywords:** Aging. Resistance training. Cardiovascular risk factors. Women health.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Características das etapas de treinos executados em dois projetos de pesquisa .....	33
<b>Tabela 2</b> - Características gerais de mulheres idosas submetidas a dois anos de treinamento com pesos (n = 61).....	34
<b>Tabela 3</b> - Indicadores de força e qualidade muscular de mulheres idosas submetidas a dois anos de treinamento com pesos (n = 61) .....	35
<b>Tabela 4</b> - Composição corporal de mulheres idosas submetidas a dois anos de treinamento com pesos (n = 61).....	36
<b>Tabela 5</b> - Biomarcadores sanguíneos de mulheres idosas submetidas a dois anos de treinamento com pesos (n = 61) .....	38
<b>Tabela 6</b> - Modificações de categoria em fatores de risco cardiometabólicos ao longo de um e dois anos de intervenção com treinamento com pesos (n = 61).....	39

## LISTA DE SIGLAS

$\Delta\%$	Varição percentual
AIC	Água intracelular
CCI	Coefficiente de correlação intraclasse
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CT	Colesterol Total
DCV	Doenças cardiovasculares
DEXA	Absortometria radiológica de dupla energia
DMO	Densidade mineral óssea
EPE	Erro padrão de estimativa
HDL	Lipoproteína de alta densidade
IMC	Índice de massa corporal
LDL	Lipoproteína de baixa densidade
MIGO	Massa isenta de gordura e osso
VLDL	Lipoproteína de muito baixa densidade
RM	Repetições máximas
TE	Tamanho do efeito
TG	Triglicerídeos
TP	Treinamento com pesos

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	18
2.1	Objetivo geral.....	18
2.2	Objetivos específicos .....	18
<b>3</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	19
3.1	O envelhecimento .....	19
3.2	O envelhecimento e a composição corporal .....	20
3.3	O envelhecimento e a força muscular.....	23
3.4	O envelhecimento e o perfil lipídico .....	24
3.5	Treinamento com pesos em idosos .....	25
<b>4</b>	<b>MÉTODOS</b> .....	27
4.1	Características do estudo .....	27
4.2	Participantes .....	27
4.3	Medidas antropométricas .....	29
4.4	Composição corporal .....	30
4.5	Força muscular .....	31
4.6	Coleta de sangue e análises bioquímicas.....	31
4.7	Programa de treinamento com pesos .....	32
4.8	Tratamento estatístico .....	33
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	34
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	41
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	47
	<b>REFERÊNCIA</b> .....	48
	<b>ANEXOS</b> .....	60
	ANEXO A - Carta de aprovação do projeto (1) pelo comitê de ética.....	61
	ANEXO B - Carta de aprovação do projeto (2) pelo comitê de ética.....	62

## 1 INTRODUÇÃO

O envelhecimento é um processo dinâmico e progressivo que acarreta modificações em variáveis neuromusculares, morfológicas, fisiológicas, metabólicas, psicológicas e comportamentais. Tais mudanças podem promover aumento da vulnerabilidade e conseqüente elevação dos fatores de risco ao desenvolvimento de disfunções e doenças metabólicas e osteomioarticulares<sup>1</sup>.

A redução da força muscular, uma importante modificação associada ao envelhecimento, pode comprometer o equilíbrio, a marcha e a realização de inúmeras tarefas da vida diária. Está bem estabelecido na literatura que a perda de força é progressiva, iniciando na terceira década de vida<sup>2</sup>. Tal modificação, contudo, ocorre de maneira diferenciada quando analisados os diferentes segmentos corporais, de modo que a perda de força em membros inferiores tende a ser praticamente o dobro daquela observada em membros superiores<sup>3</sup>.

O decréscimo de força muscular com o avançar da idade ocorre paralelamente a redução da massa muscular, embora em maior magnitude. A redução da massa muscular, por sua vez, vem acompanhada, em grande parte, pela redução da quantidade de água corporal no compartimento intracelular. Em contrapartida, a hiperhidratação intracelular parece ocupar papel de destaque, tanto para o aumento da síntese quanto para a redução da degradação protéica<sup>4,5</sup>, ou seja, mudanças nas proteínas corporais geralmente são acompanhadas por alterações na quantidade de água intracelular (AIC)<sup>6</sup>.

A redução progressiva da massa muscular por si só compromete a manutenção do equilíbrio energético, uma vez que afeta diretamente a taxa metabólica basal<sup>7,8</sup>, minimizando o gasto energético. Assim, quando a ingestão energética é preservada ou aumentada, esse processo favorece o acúmulo de tecido adiposo, um fator que vem sendo associado ao desenvolvimento de inúmeras doenças, tais como cardiopatias, diabetes mellitus tipo 2 e alguns tipos de câncer<sup>9-11</sup>, sobretudo em idosos, uma vez que com o avançar da idade existe uma remodelagem nos depósitos de gordura corporal caracterizada pela redução dos depósitos de gordura subcutânea, com concomitante aumento nos depósitos de gordura visceral e intramuscular<sup>12</sup>.

Vale destacar que o excesso de gordura visceral e a redução da massa muscular, guardam estreita relação com importantes modificações metabólicas, com

destaque para o aumento da glicemia e da resistência periférica à insulina<sup>13</sup>, elevação das concentrações de triglicérides e lipoproteínas de baixa densidade (LDL-c), bem como redução nas concentrações plasmáticas de lipoproteínas de alta densidade (HDL-c)<sup>14</sup>.

Conjuntamente, o decréscimo de força e massa muscular associado ao aumento da gordura corporal favorecem a redução do nível de atividade física habitual diminuindo o estresse mecânico, um estímulo necessário para manutenção da densidade e do conteúdo mineral ósseo<sup>15</sup>. Portanto, pessoas idosas frequentemente sofrem uma perda progressiva de massa óssea o que favorece a perda do equilíbrio, causando aumento da instabilidade, condição que contribui para o aumento da susceptibilidade à quedas e, conseqüentemente, fraturas<sup>16,17</sup>. Logo, estratégias que proporcionem uma melhoria do comportamento dos diferentes componentes da composição corporal podem favorecer a redução dos fatores de risco para a saúde, proporcionando melhor qualidade de vida e maior longevidade.

Na tentativa de reverter este quadro, diferentes estratégias têm sido adotadas, tais como utilização de fármacos, procedimentos cirúrgicos, além de mudanças no estilo de vida, incluindo aumento dos níveis de atividade física habitual e reeducação alimentar. Nesse sentido, as estratégias que envolvem mudanças de comportamento são as que em médio e longo prazo oferecem maior segurança e uma melhor relação custo/benefício para a saúde.

Entre as estratégias que envolvem mudanças de comportamento na população idosa, o envolvimento com a prática regular de programas de exercícios físicos vem recebendo grande atenção da comunidade científica e sendo amplamente recomendada por especialistas da área de saúde por se tratar de estratégia bastante efetiva, de baixo custo e com reduzido risco a integridade física desses indivíduos.

Em idosos, as principais preocupações em relação à prática do exercício físico estão atreladas a segurança e ao sentimento prazer<sup>18,19</sup>. Assim, o treinamento com pesos (TP) tem sido um tipo de exercício físico recomendado para esta população, em virtude dos inúmeros benefícios associados a sua prática, tais como: aumento da massa muscular, força muscular e capacidade funcional<sup>20-22</sup>; aumento da taxa metabólica de repouso<sup>23,24</sup>; aumento da densidade e do conteúdo mineral ósseo<sup>23,25</sup>; aumento da hidratação intracelular<sup>26</sup>; redução da incidência de quedas e fraturas<sup>25,27</sup>; aumento ou manutenção de massa isenta de gordura<sup>22</sup>; melhoria da

pressão arterial de repouso<sup>23,28</sup>, melhoria do perfil lipídico<sup>23,29,30</sup> e do perfil glicêmico<sup>29,31</sup>; melhoria do estado inflamatório<sup>29,32</sup> e do estresse oxidativo<sup>33,34</sup>.

Além disso, o TP é uma atividade de baixo impacto, com baixo risco cardiovascular<sup>35</sup> e que pode ser executada com maior facilidade por indivíduos idosos, tendo em vista que as cargas de treinamento podem ser graduadas às necessidades e condições individuais de cada praticante, os exercícios podem ser executados em posições confortáveis, respeitando-se as limitações articulares e as fragilidades pessoais<sup>36,37</sup>. Todavia, apesar das diversas evidências sobre o importante papel do TP para indivíduos idosos, a maioria dos estudos disponíveis até o presente momento tem se limitado a analisar as respostas adaptativas geradas em períodos relativamente curtos de tempo, que variam de poucas semanas a não mais do que oito, 12 ou 24 semanas. Em adição, grande parte das investigações tem adotado amostras compostas por indivíduos do sexo masculino ou, ainda, amostras mistas<sup>38</sup>.

Considerando que mulheres apresentam, desde jovens, valores inferiores de potência e força muscular, menor massa muscular e maiores depósitos de gordura corporal<sup>39-41</sup>, conteúdo e densidade mineral óssea mais reduzidas<sup>25</sup>, quando comparadas aos homens, o envelhecimento tende a provocar efeitos deletérios de maior magnitude no sexo feminino do que no sexo masculino. Portanto, estudos de intervenção que acompanhem mulheres idosas por períodos de tempo mais prolongados podem proporcionar informações bastante valiosas para a qualidade de vida e saúde dessa população, em específico, refletindo diretamente sobre a expectativa de vida, autonomia e auto-estima.

Com base nas informações apresentadas anteriormente a principal hipótese do presente estudo é que a prática do TP em mulheres idosas, por um período de tempo prolongado (dois anos), possa proporcionar respostas adaptativas duradouras sobre a força muscular, composição corporal e indicadores metabólicos. Além disso, é plausível acreditar que as variáveis menos responsivas a este tipo de treinamento em curtos períodos de intervenção, como o conteúdo e a densidade mineral óssea, bem como indicadores do perfil lipídico<sup>42</sup>, possam ser mais bem analisadas.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Verificar o efeito de dois anos de TP sobre a força muscular, composição corporal e perfil lipídico em mulheres idosas.

### **2.2 Objetivos específicos**

- a) Analisar as possíveis modificações em fatores de risco cardiometabólicos ao longo de um e dois anos de intervenção com TP, de acordo com os diferentes pontos de corte estabelecidos para categorização dessas variáveis;
- b) Identificar a responsividade de participantes submetidas a longos períodos de intervenção com TP sobre indicadores de perfil glicêmico e lipídico.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 O envelhecimento

O processo de envelhecimento da população é um assunto que tem atraído a atenção de pesquisadores, gestores sociais e econômicos, políticos e profissionais da área da saúde, por todo o mundo<sup>43</sup>. Trata-se de um processo que está cada vez mais presente na realidade da sociedade contemporânea, particularmente, em razão dos avanços científicos e tecnológicos proporcionarem um aumento expressivo da longevidade da população nas últimas décadas. Assim, o grande desafio neste momento passa a ser promover um envelhecimento saudável, dentro das melhores condições possíveis, almejando uma boa qualidade de vida, a manutenção da autonomia e independência funcional<sup>44</sup>.

O envelhecimento é um fenômeno progressivo e gradual, que apresenta grande variabilidade interindividual<sup>45</sup>. A Organização Mundial da Saúde (OMS) considera que ao nível biológico o envelhecimento é resultante do acúmulo de diversos danos celulares e moleculares ao longo dos anos. Entretanto, não se trata de um processo linear nem consistente, além do que apresenta uma baixa associação com a idade cronológica<sup>46</sup>. A variabilidade deste processo é determinada em grande parte pelo ambiente, cultura, características genéticas, assim como a presença ou ausência de doenças<sup>45</sup>.

Estima-se que a população idosa do mundo quase que duplicará entre os anos de 2015-2050, passando de 12% para 22%<sup>46</sup>. No Brasil, estima-se que atualmente a população idosa seja de aproximadamente 25 milhões, sendo formada por cerca de 56% de mulheres. A previsão é que a população idosa se aproxime de 75 milhões em 2060, passando a representar aproximadamente 34% da população total do país<sup>47</sup>. Vale destacar que em virtude, principalmente, dos avanços na área médica a expectativa de vida é atualmente, em média, 20 anos maior do que há 50 anos<sup>48</sup>.

Se por um lado o aumento da longevidade pode representar mais oportunidades, assim como um maior tempo dedicado ao desempenho de funções dentro de seu núcleo familiar e para a sociedade em geral, por outro lado, com o avanço da idade, os indivíduos tornam-se mais vulneráveis a experienciar declínios funcionais, limitações na mobilidade, incapacidades físicas e consequentes

decréscimos na qualidade de vida<sup>49,50</sup>, quedas, fraturas, dependência, hospitalização, institucionalização e aumento do risco de mortalidade<sup>1,51-54</sup>.

Tais situações, via de regra, estão atreladas as modificações na composição corporal, força muscular, no perfil glicêmico e lipídico. Assim, abordaremos, na sequência, as mudanças que têm sido descritas na literatura em cada um desses componentes com o avançar da idade.

### **3.2 O envelhecimento e a composição corporal**

O processo de envelhecimento é demarcado por diversas modificações na composição corporal<sup>49,55-58</sup>. A redução da massa muscular associada a idade, denominada de sarcopenia, é uma das principais modificações na composição corporal em virtude de suas importantes implicações para a saúde. Os principais mecanismos associados ao decréscimo da massa muscular incluem: redução dos motoneurônios; atrofia das fibras musculares, em particular, das fibras do tipo IIa; deterioração da funcionalidade neuromuscular; declínio da contratilidade da fibra muscular; variações nos níveis de hormônios anabólicos; apoptose e traumas<sup>45,59</sup>; além de baixa ingestão de vitamina D, proteínas e nutrientes antioxidantes<sup>60,61</sup>.

O *European Working Group on Sarcopenia in Older People* (EWGSOP) considera a sarcopenia como uma síndrome caracterizada pela perda progressiva e generalizada da massa muscular que pode provocar redução da capacidade funcional, comprometer acentuadamente a qualidade de vida e acarretar morte precoce<sup>17</sup>. O EWGSOP define sarcopenia a partir de uma reduzida massa muscular, baixa função muscular e/ou reduzido desempenho físico. Entretanto, existem outras definições pautadas na divisão em estágios conceituais, denominados de *pré-sarcopenia*, *sarcopenia* e *sarcopenia severa*, sendo o primeiro caracterizado apenas pela redução da massa muscular; o segundo pela redução da massa muscular associado a diminuição de força ou desempenho; e o terceiro caracterizado pela presença de toda as condições anteriormente descritas<sup>62</sup>.

A análise do processo sarcopênico é bastante complexa, uma vez que deve-se levar em consideração a variação da redução da massa muscular, o tempo em que esse processo se desenvolve e o fato de que o quadro de diminuição da massa muscular pode ser agravado na presença de algumas doenças crônicas ou, até mesmo, agravos metabólicos<sup>63</sup>. Estima-se que a redução da massa muscular seja

de aproximadamente 3% a 8% por década após os 30 anos e é agravada após a quinta década de vida, chegando a uma diminuição de 5% a 10% por década<sup>64</sup>. Estudos que consideram pontos concordantes para a prevalência de sarcopenia em idosos sinalizam que as taxas seriam na ordem de 4% a 32%<sup>55,65</sup>. Entretanto, tal análise é influenciada pelos critérios utilizados para a sua definição e os métodos empregados para a determinação da massa muscular<sup>63,65</sup>.

A redução da massa muscular pode provocar diminuição da capacidade de geração de força e potência muscular<sup>56,66</sup>; queda de desempenho motor<sup>45</sup>; favorecer a redução da capacidade de oxidação lipídica e aumento da gordura abdominal<sup>56</sup>; contribuir para a instalação da síndrome da fragilidade<sup>45</sup>; proporcionar redução da taxa metabólica de repouso<sup>56,67,68</sup>; aumentar o risco para o desenvolvimento de doenças metabólicas e cardiovasculares, como resistência a insulina, diabetes tipo 2, dislipidemias e hipertensão<sup>67</sup>, entre outras. Muitas dessas implicações podem gerar uma condição debilitante e potencialmente fatal em pessoas idosas<sup>57</sup>.

Uma outra relevante modificação na composição corporal com o avançar da idade é o aumento do acúmulo de gordura profunda (visceral e intramuscular), concomitante a diminuição da gordura subcutânea, que pode ocorrer independente de mudanças na massa corporal, na adiposidade total ou até mesmo na circunferência abdominal<sup>9</sup>. Assim, uma redução ou estabilidade na massa corporal pode mascarar a adiposidade total e regional, devido a decréscimos na massa isenta de gordura<sup>11</sup>.

O aumento da gordura abdominal, especificamente, é considerado um fator de risco para o desenvolvimento de síndrome metabólica<sup>69</sup>, dislipidemias, diabetes tipo 2, DCV e diversos tipos de câncer<sup>9,45</sup>. Além disso, o tecido adiposo possui propriedades endócrinas<sup>56</sup> e é responsável pela liberação de citocinas pró-inflamatórias que aumentam a resistência à insulina<sup>69</sup>. Nesse sentido, idosos que apresentam obesidade são cerca de 60% mais susceptíveis a experienciar declínios em sua capacidade funcional<sup>70</sup>. Desse modo, a combinação do envelhecimento com a obesidade tem resultado em altas taxas de limitações físicas e funcionais<sup>49</sup>, sendo a massa gorda um forte determinante de condição física, tanto percebida quanto mensurada<sup>71</sup>.

Uma vez que os estoques de gordura são praticamente livres de água, a redução da massa livre de gordura em idosos deve-se a diminuição da massa muscular, da densidade mineral óssea e da água corporal total<sup>72</sup>. A água é um dos

nutrientes mais importantes para o funcionamento do organismo humano, havendo uma estreita relação entre hidratação celular e funcionamento celular<sup>72</sup>.

Algumas mudanças ocorrem na hidratação com o avançar da idade, devido a diminuição da sensação de sede e modificações no metabolismo hídrico. Embora a quantidade de água corporal total seja gradativamente reduzida em idosos, a proporção entre os compartimentos tende a se manter relativamente estável<sup>45,72</sup>. Vale ressaltar que a redução na água corporal total em mulheres torna-se mais intensa a partir dos 70 anos, com uma perda aproximada de 0,7 kg/ano<sup>45</sup>.

Dois fatores estão comumente envolvidos na desidratação em idosos, diminuição da ingestão e aumento da perda de líquidos. Algumas dificuldades podem limitar o acesso ou a retenção dos líquidos nessa população, em específico, tais como diminuição do estado funcional, com redução na mobilidade; problemas visuais; confusão ou outra alteração cognitiva que aumente a dificuldade de comunicação; uso de medicamentos que aumentam o risco de desidratação como diuréticos, laxantes e sedativos; e patologias agudas que provocam febre, que causem dificuldades para deglutição ou que provoquem diarreias e/ou vômitos<sup>72</sup>.

Algumas perturbações hidroeletrólíticas podem provocar, ainda, desidratação intracelular e/ou extracelular. Na primeira há a perda de água do interior da célula para o componente hipertônico extracelular, podendo provocar hipertermia e hiperosmolaridade. As principais causas para este fenômeno incluem baixa ingestão hídrica, problemas renais ou perdas renais extras. Já a segunda condição está associada com a perda de sódio, acompanhada pela perda proporcional da água. A hiponatremia é responsável pelo aumento na morbidade e mortalidade a partir deste tipo de desidratação<sup>72</sup>.

Por outro lado, acredita-se que o aumento da hidratação possa auxiliar o aumento de células satélites e facilitar sua fusão estimulando a hipertrofia miofibrilar<sup>73</sup>. De acordo com essa informação, todo o estímulo que possa favorecer o aumento da AIC passa a ser um importante fator a ser considerado para a hipertrofia muscular, o que pode ser importante, particularmente, em mulheres idosas, uma vez que poderia auxiliar na atenuação da perda de massa muscular associada ao avanço da idade<sup>74</sup>.

Modificações na composição corporal com o envelhecimento, também, acometem o tecido ósseo, um depósito de minerais vitais para o funcionamento normal de outros órgãos. Esse tecido está envolvido na hematopoiese e na

regulação fisiológica dos órgãos endócrinos e quando não se apresenta de forma saudável pode levar à disfunção e fraturas, resultando em perda de independência e, até mesmo, morte prematura<sup>75</sup>. Quadros de osteopenia (perda de massa óssea) e osteoporose, uma doença caracterizada por uma baixa massa óssea, deterioração do tecido ósseo e perturbação da arquitetura, com a resistência comprometida e aumento do risco de fraturas, são comumente identificados em idosos, especialmente nas mulheres<sup>9,76</sup>, uma vez que, após a menopausa, a taxa de declínio na massa óssea é acelerada, sendo de aproximadamente 1-2% por ano<sup>15</sup>. Desse modo, é estimado que cerca de 30% das mulheres com 50 anos ou mais apresentem osteoporose<sup>60</sup>.

Em indivíduos com osteoporose, a desorganização estrutural do osso é acompanhada por uma redução do módulo de elasticidade, resistência, tenacidade do osso cortical e do osso trabecular<sup>60</sup>. Vale destacar que os tecidos ósseo e muscular estão interconectados. Portanto, quando o processo de envelhecimento afeta um destes dois tecidos, a funcionalidade do outro pode ficar comprometida, representando um sério problema para os idosos, devido ao aumento da propensão à quedas e fraturas<sup>60,76</sup>. Na sequência serão discutidas informações associadas as modificações na força muscular atreladas ao processo de envelhecimento, um importante componente da aptidão neuromuscular com implicações relevantes para à saúde e qualidade de vida do idoso.

### **3.3 O envelhecimento e a força muscular**

A redução da massa muscular com o avançar a idade tem sido historicamente apontada como a principal causa para a diminuição da força muscular<sup>77</sup>. Entretanto, alguns estudos revelaram que a massa muscular teria a capacidade de explicar apenas parte da diminuição observada na força muscular<sup>66,75</sup>. Hughes et al.<sup>78</sup>, ao acompanharem 120 adultos (46–78 anos) por aproximadamente 10 anos, relataram que das reduções encontradas na força muscular, menos do que 5% poderiam ser atribuídas a diminuição da massa muscular. Nesse sentido, parece que a redução da força muscular em idosos, tanto em homens quanto em mulheres, acontece mais rapidamente do que a concomitante redução da massa muscular<sup>58</sup>.

Assim, Clark e Manini<sup>77</sup> sugeriram que por se tratarem de fenômenos relativamente independentes, diferentes terminologias deveriam ser utilizadas para

descrever cada um deles, ou seja, o decréscimo da massa muscular associado a idade deveria ser denominado sarcopenia, ao passo que o decréscimo de força muscular associado a idade deveria ser denominado de dinapenia<sup>78</sup>. Uma vez que a sarcopenia, de forma isolada, não é capaz de explicar completamente o processo que leva à dinapenia, outros mecanismos neurais e musculares têm sido associados a diminuição da força<sup>57</sup>.

Assim, é possível acreditar que mudanças no sistema nervoso central, disfunção nervosa periférica, alterações da estrutura e função da junção neuromuscular, mudanças no ambiente hormonal e metabólico, aumento das concentrações de citocinas pró-inflamatórias, infiltração de gordura no músculo e uma diversidade de alterações celulares e moleculares referentes a fibras musculares, sejam fatores determinantes para a redução da força muscular com o avanço da idade, contribuindo para instalação do quadro de dinapenia em idosos<sup>55,57,58,79</sup>.

O pico da força muscular se manifesta entre 25-35 anos, com ligeira diminuição entre 40-49 anos e acentuada queda na ordem de aproximadamente 12-14% por década após os 50 anos<sup>3,80</sup>. Apesar do declínio da força muscular ser um comportamento presente em ambos indivíduos de ambos os sexos, as mulheres apresentam menores valores, tanto absolutos quanto relativos, quando comparados aos homens<sup>3,80</sup>.

O processo de dinapenia tem sido associado a baixa velocidade de caminhada, aumento do risco de quedas, hospitalizações, institucionalizações e comprometimentos funcionais<sup>55,67,81,82</sup>. Além disso, a dinapenia é considerada um fator de risco independente para incapacidade física e mortalidade<sup>55,57</sup>.

Considerando que o envelhecimento pode ter um impacto bastante negativo para a saúde metabólica do idosos, discutiremos a seguir as principais mudanças no perfil glicêmico e lipídico que vêm sendo observadas nessa população.

### **3.4 O envelhecimento e o perfil glicêmico e lipídico**

O processo de envelhecimento pode provocar importantes alterações tanto no perfil glicêmico quanto lipídico. Considerando o acréscimo de gordura visceral, principalmente na região do abdômen, bastante comum com o avançar da idade, existe uma tendência de aumento da resistência periférica à insulina, intolerância à

glicose e elevação da hemoglobina glicada, gerando um comprometimento no controle glicêmico, o que em tese favorece o desenvolvimento do diabetes mellitus do Tipo 2<sup>83,84</sup>. Adicionalmente, esse excesso de gordura corporal, se associa com mudanças no perfil lipídico com elevação nas concentrações de triglicérides, colesterol total e lipoproteínas de baixa densidade (LDL-c) e redução nos valores das lipoproteínas de alta densidade (HDL-c). É necessário que tais modificações sejam vistas com cautela uma vez que distúrbios no metabolismo dos lipídios e das lipoproteínas podem aumentar o risco do desenvolvimento de doenças cardiovasculares (DCV)<sup>14,85</sup> e até mesmo aumentar o risco de mortalidade. Vale destacar que o perfil lipídico possui um maior impacto no risco de desenvolvimento de DCV em mulheres comparativamente aos homens<sup>86</sup>.

Nesse sentido, o colesterol total (CT) é um biomarcador bastante utilizado em análises referentes a saúde. Indivíduos com altas taxas de CT (> 200 mg/dL) podem apresentar duas vezes mais risco para o desenvolvimento de DCV do que aqueles que possuem valores considerados desejáveis (<180 mg/dL)<sup>29</sup>. Entretanto, deve-se levar em consideração que o CT é uma medida que inclui as taxas de LDL-c e HDL-c e essas possuem diferentes funções no organismo humano<sup>87</sup>. Desse modo, uma análise isolada das concentrações de CT pode levar a interpretações equivocadas e um diagnóstico inviesado do quadro clínico do indivíduo. Portanto, idosos são mais susceptíveis as dislipidemias, diabetes mellitus, obesidade, intolerância a glicose, entre outras<sup>88</sup>. Entre as estratégias não-farmacológicas para a prevenção ou controle dessas importantes disfunções e doenças tem sido o envolvimento com a prática regular do TP.

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

A prática regular de exercícios físicos tem sido considerada uma estratégia não-farmacológica bastante interessante para a saúde de idosos. Brown et al.<sup>89</sup> revelaram uma associação inversa entre atividade física e a mortalidade por todas as causas em homens e mulheres idosos. Além disso, os autores encontraram uma diminuição de risco de 30-50% maior nas mulheres do que nos homens, para qualquer prática de atividade física, independente da intensidade.

Assim, muitos pesquisadores e profissionais da área de saúde recomendam a incorporação de uma rotina de exercícios físicos para o desenvolvimento e

manutenção da aptidão musculoesquelética nessa população<sup>36,90</sup>. Nesse sentido, uma especial atenção tem sido dispensada ao papel do TP, em virtude dos inúmeros benefícios que este tipo de exercício pode proporcionar, em particular, a saúde de idosos<sup>64</sup>, especialmente no que diz respeito a atenuação de efeitos deletérios do envelhecimento<sup>29,33,91</sup>.

Os principais benefícios que têm sido relatados em estudos sobre a prática do TP em idosos são incrementos na força e massa muscular<sup>21,91-93</sup>, potência e resistência muscular<sup>22,94</sup> e melhoria de componentes da composição corporal<sup>95,96</sup>. Não obstante, o TP também pode ser efetivo para a melhoria de funções cognitivas<sup>95,97</sup> e do perfil metabólico, diminuição da pressão arterial<sup>98-101</sup>, bem como redução de disfunções e doenças crônico-degenerativas<sup>23,93</sup>, resultando na melhoria de capacidades físicas e da qualidade de vida<sup>21,102-104</sup>.

Entretanto, grande parte das investigações que deram suporte a essas evidências foram conduzidas por períodos relativamente curtos de tempo, ou seja, até 24 semanas, o que por vezes não permite que exista um consenso a respeito do comportamento de algumas variáveis em resposta ao TP. Provavelmente, a análise do perfil lipídico possa ser considerada uma daquelas que apresentam menor número de evidências acumuladas na literatura na área do TP. Embora um aumento na ordem de 8 a 21% na HDL-C e uma redução de 13 a 23% na LDL-C tenha sido observada em estudos envolvendo TP<sup>36</sup>, a enorme variação das respostas encontradas, dificulta o estabelecimento de evidências consistentes sobre o assunto. Prova disso são os resultados conflitantes encontrados na literatura disponível até o presente momento<sup>14,85,104,105</sup>.

## **4 MÉTODOS**

### **4.1 Características do estudo**

As informações utilizadas na presente investigação são provenientes de um banco de dados referentes a dois projetos de pesquisa de caráter longitudinal conduzidos de 2012 até 2016, aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Londrina, de acordo com a Declaração de Helsinque, a saber: (1) “Impacto de diferentes frequências semanais ao treinamento com pesos em mulheres idosas” (processo CNPq 486371/2011-5) e (2) “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 CNPq 309455/2013-8).

Deste modo, o presente estudo foi estruturado a partir de um delineamento quase experimental, com análise secundária dos dados, baseada em informações produzidas por meio de duas coortes. Foram realizadas medidas antropométricas, testes de uma repetição máxima (1-RM), medidas composição corporal (absortometria radiológica de dupla energia e bioimpedância espectral) e coletas de sangue para análise do comportamento de biomarcadores de saúde, nos momentos pré-treinamento, ao final de um e dois anos de prática regular de treinamento com pesos.

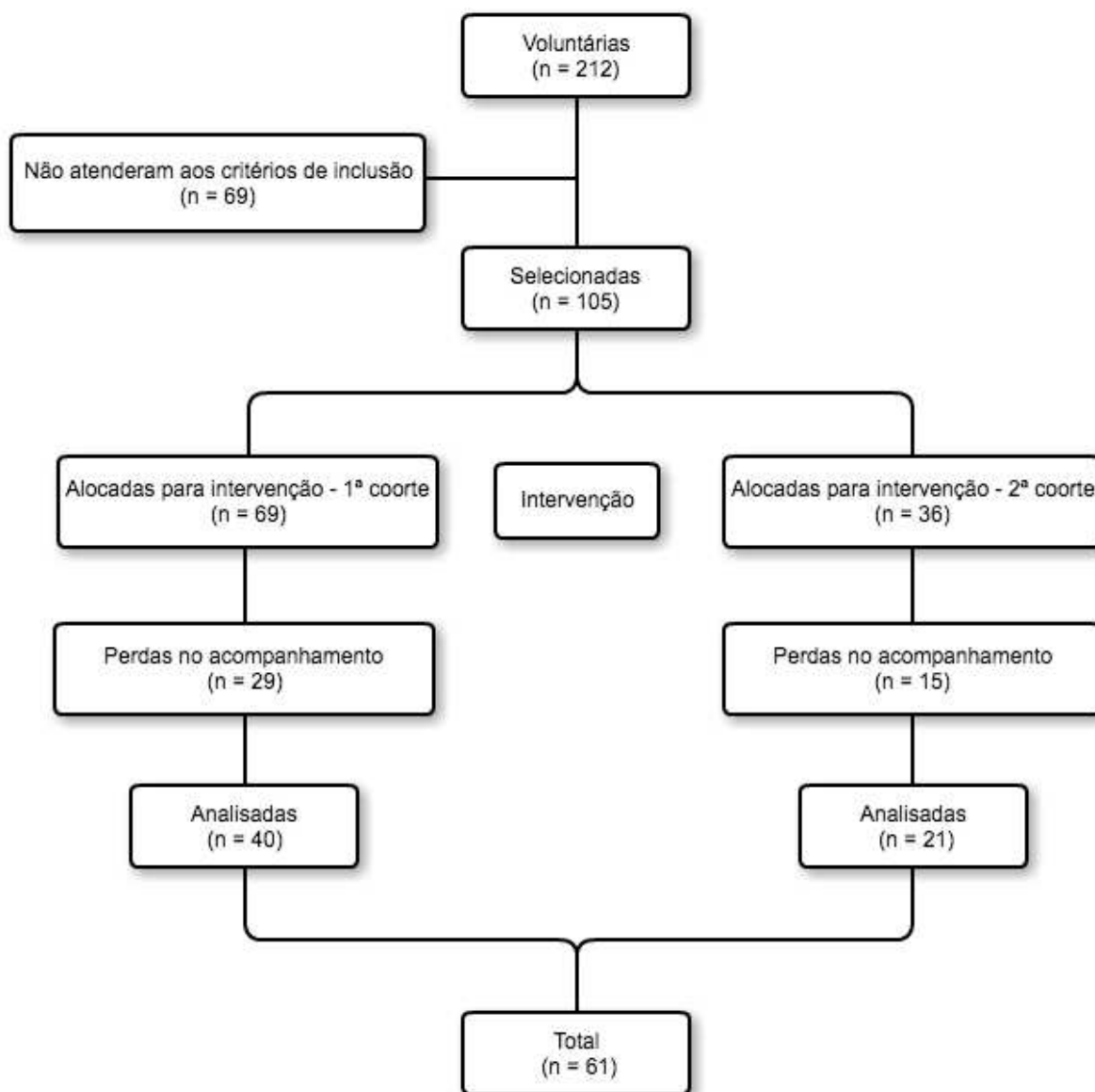
### **4.2 Participantes**

A amostra de cada um dos projetos que deram origem a base de dados foi selecionada a partir de uma ampla divulgação por meio da distribuição de panfletos em residências, informativos em jornais, rádio e televisão. A partir daí, conforme a procura por parte das mulheres que demonstraram interesse, foi gerada uma lista contendo os dados pessoais (nome e telefone) para que fossem agendadas entrevistas individuais.

Um total de 212 mulheres se voluntariaram para participar dos projetos anteriormente citados. Nos diferentes projetos foram utilizados procedimentos semelhantes para a seleção da amostra, a qual ocorreu preliminarmente por meio de

entrevista e anamnese clínica. Os seguintes critérios de inclusão foram adotados: (1) possuir idade igual ou superior a 60 anos; (2) ser fisicamente independente; (3) não possuir limitações cardiovasculares, musculoesqueléticas ou metabólicas que impedisse a prática de exercícios físicos ou a execução de testes motores; (4) não receber terapia hormonal; (5) não estar envolvida com a prática de exercícios físicos mais do que uma vez por semana, ao longo dos seis meses anteriores a sua entrada em um dos projetos supra citados. Adicionalmente, as participantes não deveriam apresentar nenhum tipo de restrição para a prática de TP documentada por médico cardiologista.

Desse modo, 105 mulheres atenderam aos critérios de elegibilidade e então foram selecionadas para receberem intervenção. Após serem esclarecidas sobre a finalidade e os procedimentos aos quais seriam submetidas, as participantes selecionadas assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Os dados desta investigação são provenientes de uma amostra composta por 61 mulheres idosas que foram submetidas a prática de TP por dois anos e tiveram uma frequência de pelo menos 85% as sessões de treinamento dos protocolos propostos durante esse período. Ao longo deste período, 44 mulheres abandonaram o estudo alegando falta de tempo ou razões pessoais.



**Figura 1.** Fluxograma do estudo.

### 4.3 Medidas antropométricas

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

corporal e o quadrado da estatura, sendo a massa corporal expressa em quilogramas (kg) e a estatura em metros (m).

#### **4.4 Composição corporal**

Absortometria radiológica de dupla energia (DEXA) foi utilizada para a determinação da composição corporal. As medidas foram realizadas em um equipamento da marca Lunar Prodigy (modelo GE Healthcare, ID 14739, Madison, WI, USA), mediante escaneamento de corpo inteiro. A calibragem do equipamento seguiu as recomendações do fabricante e tanto a calibragem quanto as análises foram realizadas por um técnico em radiologia com experiência nesse tipo de avaliação. As participantes foram medidas trajando roupas leves, descalças e sem portar nenhum objeto metálico ou qualquer outro acessório junto ao corpo. As participantes permaneceram deitadas em decúbito dorsal e imóveis, com os braços ao lado do corpo na posição de supinação, sobre a mesa do equipamento até a finalização da medida. Após a varredura de corpo inteiro, o programa forneceu os dados relativos ao tecido gordo, tecido ósseo e massa isenta de gordura e osso (MIGO). Para as variáveis do DEXA, as medidas de reprodutibilidade indicaram erro padrão de estimativa (EPE) = 0,29 kg e coeficiente de correlação intraclasse (CCI) > 0,99 MIGO e EPE = 0,90 kg e CCI > 0,98 para o percentual de gordura.

A água corporal total e suas frações intra e extracelular foram estimadas por bioimpedância espectral, utilizando um analisador multifrequencial (BIS, Xitron Hydra, modelo 4200, Xitron Technologies, San Diego, CA, USA). Para tanto, as participantes foram posicionadas em decúbito dorsal, em uma maca isolada de condutores elétricos, com as pernas abduzidas num ângulo de 45°. Após a limpeza da pele com álcool, dois eletrodos foram colocados na superfície da mão direita e dois no pé direito, de acordo com os procedimentos descritos na literatura<sup>106</sup>. Na tentativa de minimizar possíveis erros de estimativa, as idosas foram orientadas a urinar cerca de 30 min antes da realização das medidas, absterem-se da ingestão de alimentos ou bebidas nas últimas quatro horas, evitar a prática de exercícios físicos vigorosos por pelo menos 24 h, absterem-se do consumo de bebidas alcoólicas e/ou cafeinadas por no mínimo 48 h. Os coeficientes de reprodutibilidade indicaram EPE = 0,32 L e CCI = 0,98 para a água corporal extracelular, EPE = 0,19 L e CCI = 0,99 para a água intracelular, EPE = 0,38 L e CCI = 0,98 para a água corporal total.

#### **4.5 Força muscular**

A força muscular foi avaliada mediante testes de uma repetição máxima (1-RM) no início e ao final dos diferentes períodos de intervenção (um e dois anos de treinamento) nos exercícios supino vertical, cadeira extensora e rosca scott, respectivamente. As participantes foram instruídas previamente sobre todos os procedimentos e técnicas exigidas nos testes de 1-RM. Três sessões de testes foram realizadas sempre no período da manhã, com intervalo de 48 h entre cada sessão ( $CCI \geq 0,96$ ).

Em cada sessão de testagem, as participantes realizaram um aquecimento específico, antes de cada exercício, o qual consistia em realizar de 6 a 10 repetições com aproximadamente 50% do total da carga a ser testada, em cada exercício especificamente. A primeira das três tentativas possíveis em cada exercício ocorria após dois minutos do final do aquecimento. O intervalo de recuperação foi de três a cinco minutos entre as tentativas e de cinco minutos entre os exercícios. As participantes foram orientadas e encorajadas verbalmente a realizarem duas repetições em cada uma das tentativas. O aumento da carga para a próxima tentativa ocorreu quando a participante executava adequadamente uma ou duas repetições, de modo que, uma determinada carga, uma vez executada com sucesso, não mais seria repetida. A determinação de 1-RM se deu pela maior carga mobilizada em cada exercício em uma única ação muscular voluntária máxima.

O índice de qualidade muscular total foi determinado a partir da divisão da força total (somatório das cargas máximas levantadas nos três exercícios) pela MIGO.

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

Nos diferentes momentos do estudo (linha de base, após um e dois anos de intervenção) as participantes foram submetidas a coletas de sangue venoso na veia antecubital para a determinação de CT, HDL-c, LDL-c, lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL-c), triglicérides e glicose em jejum. Para tanto, um experiente técnico do laboratório de Análises Clínicas do Hospital Universitário coletou amostras de 14 mL de sangue, após jejum de 12 h, no período matutino. As amostras foram depositadas em tubos a vácuo, com gel separador sem

anticoagulante, e centrifugadas por 10 min a 3000 rpm para separação do soro. O plasma e o soro foram alíquotados e armazenados em freezer a -80°C (Indrel®) para posterior análise. As amostras de sangue foram processadas em um sistema autoanalisador bioquímico Dade Behring Dimension RXL (Dade Behring Inc., Newark, NJ, USA) para a determinação das concentrações de CT, HDL-c, triglicérides e glicose. Para a estimativa da LDL-c foi utilizada a equação de Friedewald:  $LDL-c = CT - (HDL-c + TG/5)$ . As concentrações de VLDL-c foram estimadas por meio da divisão dos valores dos TG por cinco.

#### 4.7 Programa de treinamento com pesos

Os protocolos de TP foram compostos por oito exercícios para os diferentes segmentos corporais, a saber: supino vertical, *leg press* horizontal, remada articulada, cadeira extensora, rosca *scott*, mesa flexora, tríceps no *pulley* e panturrilha sentada. Os protocolos seguiram as recomendações do Colégio Americano de Medicina do Esporte<sup>37</sup> para prescrição de TP para idosos para a melhoria da força e hipertrofia, a saber: combinação de exercícios monoarticulares e multiarticulares (pesos livres e máquinas), velocidade de execução lenta ou moderada (razão 1 : 2 para as ações musculares concêntrica e excêntrica, respectivamente), uma a três séries de múltiplas repetições, com intervalos de recuperação entre as séries de um a dois minutos e frequência de treinamento de duas a três sessões semanais, em dias alternados.

Todas as sessões de TP foram realizadas no período da manhã e supervisionadas, individualmente, por profissionais experientes na prescrição deste tipo de exercício, na tentativa de garantir segurança e adequada execução do protocolo. As cargas de treinamento foram ajustadas, individualmente, em cada exercício, sempre que o limite superior da zona de repetições estabelecida fosse atingido em todas as séries de um determinado exercício, por duas sessões consecutivas. Os ajustes foram na ordem de 2-5% nos exercícios para membros superiores e tronco e de 5-10% nos exercícios para membros inferiores, de acordo com as recomendações da literatura<sup>37</sup>.

A tabela 1 apresenta as características do treinamento realizado nas diferentes etapas dos projetos anteriormente mencionados.

**Tabela 1.** Características das etapas de treinos executados em dois projetos de pesquisa.

<b>Etapas</b>	<b>Duração (semanas)</b>	<b>Frequência (dias/semana)</b>	<b>Séries</b>	<b>Repetições</b>	<b>Intervalo (min)</b>	<b>Sistema de treinamento</b>
1	12	2 – 3	1	10-15	1 – 2	Tradicional
2	24	3	2	10-15	1 – 2	Tradicional
3	16	3	3	8-12, 12/10/8	1 – 2	Tradicional / Piramidal
4	12	3	3	3-5, 8-10, 12-15	1 – 2	Tradicional
5	24	3	3	10-15, 12/10/8	1 – 2	Tradicional / Piramidal

**Nota.** \* O número total de avaliações em cada uma das etapas corresponde aos períodos pré e pós intervenção.

#### 4.8 Tratamento estatístico

O teste de Shapiro-Wilk *foi adotado* para análise de distribuição dos dados. Valores médios e desvio-padrão foram utilizados para representar os valores de medida de tendência central e dispersão, respectivamente. Análise de variância (ANOVA) para medidas repetidas foi utilizada para a comparação entre as médias ao longo do tempo. O teste *post hoc* de Bonferroni foi utilizado para identificação das eventuais diferenças quando valor de F foi significativo. O cálculo do tamanho do efeito (TE) foi utilizado para verificar a magnitude das diferenças<sup>107</sup>. A classificação adotada para o TE foi a seguinte: pequeno quando os valores encontrados forem de 0,20 – 0,30; médio = 0,40 – 0,70; e grande  $\geq 0,80$ .

O Teste de McNemar foi utilizado para comparação das frequências das modificações de categoria dos fatores de risco cardiometabólicos ao longo do tempo. O nível de significância adotado para todas as análises foi de  $P < 0,05$ . Todos os dados foram processados no software Statistica versão 10.0 (StatSoft Inc, Tulsa, OK, USA).

## 5 RESULTADOS

Informações sobre a massa corporal, estatura e IMC das participantes estão descritas na Tabela 2. A massa corporal foi aumentada gradativamente ao longo dos dois anos de intervenção, atingindo um ganho significativo na ordem de 0,5 kg somente após dois anos de intervenção ( $P < 0,05$ ). Esse aumento resultou em elevação significativa do IMC ( $P < 0,05$ ) já a partir do primeiro ano de intervenção. Por outro lado um decréscimo significativo na estatura foi verificado durante o primeiro ano de intervenção ( $P < 0,05$ ).

**Tabela 2.** Características gerais de mulheres idosas submetidas a dois anos de treinamento com pesos (n = 61).

Variáveis	Pré-treinamento	1 ano	2 anos	$\Delta\%$	TE	F	P
MC (kg)	67,3 $\pm$ 13,3 (63,9 – 70,7)	67,6 $\pm$ 13,4 (64,2 – 71,0)	67,8 $\pm$ 13,4* (64,3 – 71,2)	+0,5	+0,04	3,23	0,04
Estatura (cm)	155,5 $\pm$ 6,3 (153,9 – 157,1)	155,1 $\pm$ 6,2* (153,6 – 156,7)	155,0 $\pm$ 6,1* (153,4 – 156,6)	-0,5	-0,08	53,83	<0,001
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	27,8 $\pm$ 4,8 (26,5 – 29,0)	28,0 $\pm$ 4,8* (26,8 – 29,3)	28,1 $\pm$ 4,9* (26,9 – 29,4)	+0,3	+0,07	10,65	<0,001

**Nota.** MC = massa corporal. IMC = índice de massa corporal.  $\Delta$  = variação absoluta entre pré-treinamento – 2 anos, TE = tamanho do efeito. Os valores são apresentados em média e desvio-padrão. Valores entre parênteses representam o intervalo de confiança (IC95%). \* $P < 0,05$  vs. pré treinamento e † $P < 0,05$  vs. 1 ano.

Indicadores de força muscular e qualidade muscular são apresentados na Tabela 3. O ganho de força observado nos diferentes segmentos corporais ocorreu de forma relativamente similar (aproximadamente 32%;  $P < 0,001$ ), após dois anos de intervenção. A maior parte desse ganho já foi identificado ao final do primeiro ano de intervenção. Entretanto, os ganhos foram progressivos e nenhuma estabilização foi verificada entre o primeiro e o segundo ano de intervenção. De forma similar, uma melhora no índice de qualidade muscular (IQM) foi observado a partir do primeiro ano de intervenção com progressão até ao final do segundo ano ( $P < 0,01$ ).

Informações sobre a composição corporal são ilustradas na Tabela 4. Os ganhos de MIGO ocorreram paralelamente a redução dos depósitos de gordura corporal, alcançando 2,3% após dois anos de intervenção, ao passo que a redução da gordura foi na ordem de 1,5% no mesmo período. A densidade mineral óssea foi melhorada com um ano de intervenção mantendo-se relativamente estável até o final

do segundo ano. O aumento da água corporal total verificado após dois anos de intervenção foi acompanhado por um aumento da água intracelular, embora a magnitude dos ganhos de água intracelular tenham sido superiores aqueles observados na água corporal total (2,3% vs. 1,3%, respectivamente).

**Tabela 3.** Indicadores de força e qualidade muscular de mulheres idosas submetidas a dois anos de treinamento com pesos (n = 61).

Variáveis	Pré-treinamento	1 ano	2 anos	Δ%	TE	F	P
Supino (kg)	39,9 ± 5,4 (35,5 – 38,3)	43,8 ± 6,8* (42,0 – 45,5)	48,9 ± 6,7*† (47,2 – 50,7)	+32,5	+1,97	505,63	<0,001
Cadeira extensora (kg)	42,9 ± 9,6 (40,5 – 45,4)	50,3 ± 10,8* (47,5 – 53,1)	56,5 ± 11,8*† (53,5 – 59,5)	+31,7	+1,26	299,73	<0,001
Rosca Scott (kg)	18,3 ± 3,4 (17,4 – 19,2)	21,6 ± 3,5* (20,7 – 22,5)	24,2 ± 3,9*† (23,2 – 25,3)	+32,2	+1,61	352,15	<0,001
IFM (kg)	101,1 ± 15,7 (94,1 – 102,2)	115,7 ± 18,9* (110,9 – 120,6)	129,6 ± 20,0*† (124,6 – 134,8)	+32,2	+1,76	740,66	<0,001
IQM (kg)	2,51 ± 0,34 (2,43 – 2,60)	2,92 ± 0,41* (2,81 – 3,02)	3,25 ± 0,45*† (3,13 – 3,37)	+29,5	1,86	609,07	<0,001

**Nota.** IFM = índice de força muscular calculado a partir do somatório das cargas levantadas em testes de 1RM (exercícios supino + cadeira extensora + rosca scott). IQM = índice de qualidade muscular calculado pela razão IFM / MIGO. MIGO = massa isenta de gordura e osso (kg). Δ% = variação relativa entre pré treinamento – 2 anos, TE = tamanho do efeito. Os valores são apresentados em média e desvio-padrão. Valores entre parênteses representam o intervalo de confiança (IC95%). \*P < 0,05 vs. pré-treinamento e †P < 0,05 vs. 1 ano.

**Tabela 4.** Composição corporal de mulheres idosas submetidas a dois anos de treinamento com pesos (n = 61).

Variáveis	Pré-treinamento	1 ano	2 anos	$\Delta\%$	TE	F	P
MIGO (kg)	39,2 ± 4,9 (37,9 – 40,4)	39,8 ± 4,9* (38,6 – 41,1)	40,1 ± 5,0*† (38,8 – 41,4)	+2,3	+0,18	45,58	<0,001
Massa gorda (kg)	25,9 ± 9,6 (23,5 – 28,4)	25,6 ± 9,6 (23,1 – 28,1)	25,5 ± 9,4* (23,1 – 27,9)	-1,5	-0,04	3,20	0,04
Gordura relativa (%)	37,4 ± 7,4 (35,5 – 39,3)	36,7 ± 7,7* (34,7 – 38,7)	36,5 ± 7,5* (34,6 – 38,4)	-2,4	-0,12	12,66	<0,001
CMO (kg)	2,19 ± 0,43 (2,08 – 2,30)	2,20 ± 0,45 (2,08 – 2,31)	2,19 ± 0,46 (2,07 – 2,31)	0	0	0,17	0,85
DMO (g/cm <sup>2</sup> )	1,046 ± 0,102 (1,020 – 1,072)	1,052 ± 0,104* (1,025 – 1,078)	1,053 ± 0,106* (35,5 – 39,3)	+0,7	+0,07	7,18	<0,01
ACT (L)	30,48 ± 4,74 (29,27 – 31,70)	30,65 ± 4,74 (29,41 – 31,89)	30,88 ± 5,02* (29,59 – 32,16)	+1,3	+0,08	3,97	0,02
AIC (L)	17,12 ± 3,20 (16,30 – 17,94)	17,27 ± 3,24 (16,44 – 18,10)	17,52 ± 3,39* (35,5 – 39,3)	+2,3	+0,12	6,59	<0,01
AEC (L)	13,36 ± 1,76 (12,91 – 13,82)	13,38 ± 1,77 (12,92 – 13,83)	13,35 ± 1,81 (12,89 – 13,81)	-0,1	-0,01	0,12	0,89

**Nota.** MIGO = massa isenta de gordura e osso, CMO = conteúdo mineral ósseo, DMO = densidade mineral óssea, ACT = água corporal total, AIC = água intracelular, AEC = água extracelular.  $\Delta\%$  = variação relativa entre pré treinamento – 2 anos, TE = tamanho do efeito. Os valores são apresentados em média e desvio-padrão. Valores entre parênteses representam o intervalo de confiança (IC95%). \* $P < 0,05$  vs. pré-treinamento e † $P < 0,05$  vs. 1 ano.

Na Tabela 5 são apresentadas as concentrações de biomarcadores sanguíneos nos diferentes períodos de intervenção. Reduções significantes na glicemia, nos triglicérides, na LDL e VLDL foram verificados a partir de um ano de intervenção com relativa estabilização entre o primeiro e o segundo ano. Por outro lado uma elevação significativa nas concentrações de HDL foi encontrado após o primeiro ano de intervenção, mantendo-se até o período final de acompanhamento. Tais modificações acarretaram em melhoria das relações entre CT/HDL e LDL/HDL com valores sendo reduzidos significativamente também a partir do primeiro ano de intervenção.

Considerando que as respostas nos biomarcadores de saúde tendem a ser relativamente diferenciadas entre os indivíduos, a Tabela 6 apresenta uma categorização dos fatores de risco cardiometabólicos ao longo do período de intervenção. No geral, identificou-se diminuição do número de participantes com valores de glicose alterado, CT, LDL e triglicérides alto bem como aumento do número de participantes com elevado HDL, já no final do primeiro ano de intervenção.

A Figura 2 ilustra as mudanças individuais no comportamento da glicose, triglicerídeos, LDL-c e HDL-C. A grande maioria das participantes se mostrou responsiva ao TP ao longo do período de um ou dois anos de intervenção.

**Tabela 5.** Biomarcadores sanguíneos de mulheres idosas submetidas a dois anos de treinamento com pesos (n = 61).

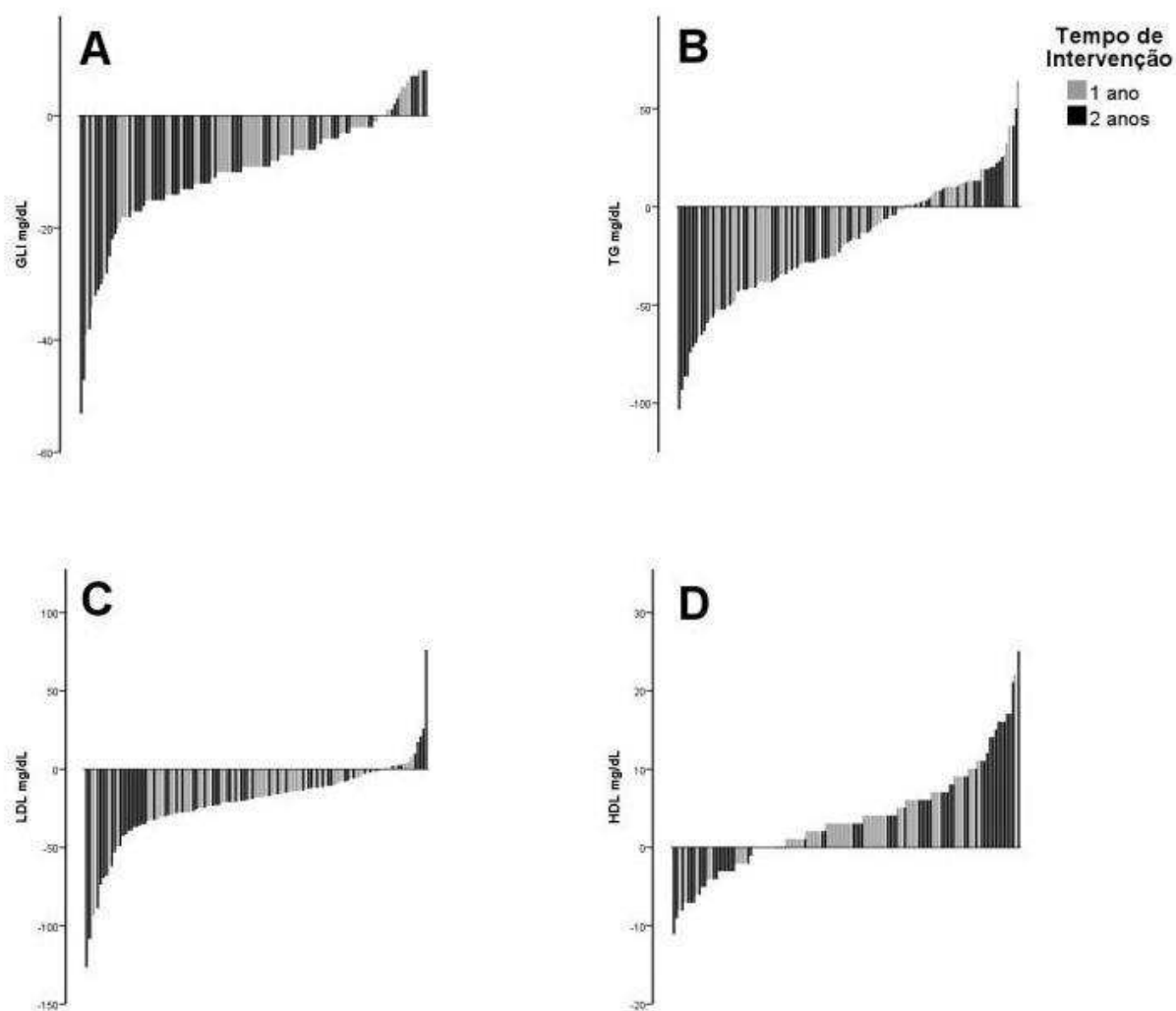
Variável	Pré-treinamento	1 ano	2 anos	Δ%	TE	F	P
Glicemia (mg/dL)	107 ± 18 (102 – 111)	98 ± 12* (95 – 102)	95 ± 10*† (92 – 97)	-11,2	-0,82	50,09	< 0,001
Triglicérides (mg/dL)	126 ± 53 (113 – 140)	112 ± 44* (101 – 123)	104 ± 41* (94 – 115)	-17,5	-0,46	18,68	< 0,001
CT (mg/dL)	115 ± 38 (205 – 225)	196 ± 30* (188 – 204)	190 ± 31* (182 – 198)	-11,6	-0,72	34,36	< 0,001
HDL (mg/dL)	54 ± 15 (50 – 57)	56 ± 15* (102 – 111)	58 ± 15* (54 – 61)	+7,4	+0,27	11,80	< 0,001
LDL (mg/dL)	112 ± 45 (102 – 111)	101 ± 38* (91 – 111)	96 ± 32* (88 – 104)	-14,3	-0,41	33,18	< 0,001
VLDL (mg/dL)	25 ± 11 (23 – 28)	22 ± 9* (20 – 25)	21 ± 8* (19 – 23)	-16,0	-0,42	18,68	< 0,001
CT/HDL (mg/dL)	4,26 ± 1,29 (3,93 – 4,59)	3,69 ± 1,07* (3,42 – 3,96)	3,49 ± 0,93* (3,15 – 3,72)	-18,1	-0,68	36,58	< 0,001
LDL/HDL (mg/dL)	2,73 ± 1,13 (2,44 – 3,02)	2,24 ± 0,90* (2,01 – 2,47)	2,08 ± 0,77* (1,88 – 2,27)	-23,8	-0,67	31,52	< 0,001

**Nota.** HDL-c = lipoproteína de alta densidade, LDL-c = lipoproteína de baixa densidade, VLDL-c = lipoproteína de muito baixa densidade, CT = colesterol total. Δ% = variação relativa entre pré treinamento - 2 anos, TE = tamanho do efeito. Os valores são apresentados em média ± desvio-padrão. Valores entre parênteses representam o intervalo de confiança (IC95%). \*P < 0,05 vs. pré-treinamento e †P < 0,05 vs. 1 ano.

**Tabela 6.** Modificações de categoria em fatores de risco cardiometabólicos ao longo de um e dois anos de intervenção com treinamento com pesos (n = 61).

Variáveis	Pré-treinamento	1 ano	2 anos
<b>Glicose (mg/dL)</b>			
Alterado ( $\geq 100$ )	38 (62,3%)	23 (37,7%)*	15 (24,6%)*†
Normal ( $< 100$ )	23 (37,7%)	38 (62,3%)*	46 (75,4%)
<b>Colesterol Total (mg/dL)</b>			
Alto ( $\geq 240$ )	13 (21,3%)	5 (8,2%)*	5 (8,2%)*
Limítrofe (200-239)	29 (47,5%)	23 (37,7%)	17 (27,9%)
Desejável ( $< 200$ )	19 (31,1%)	33 (54,1%)	39 (63,9%)
<b>HDL (mg/dL)</b>			
Alto ( $> 60$ )	15 (24,6%)	23 (37,7%)*	26 (42,6%)*
Bom (40-60)	38 (62,3%)	31 (50,8%)	28 (45,9%)
Baixo ( $< 40$ )	8 (13,1%)	7 (11,5%)	7 (11,5%)
<b>LDL (mg/dL)</b>			
Alto (160-189)	16 (26,2%)	5 (8,2%)*	4 (6,6%)*
Limítrofe (130-159)	16 (26,2%)	16 (26,2%)	11 (18%)
Desejável (100 – 129)	29 (47,5%)	40 (65,6%)	46 (75,4%)
<b>Triglicerídeos (mg/dL)</b>			
Alto (200-499)	7 (11,5%)	2 (3,3%)*	1 (1,6%)*
Limítrofe (150-200)	12 (19,7%)	10 (16,4%)	9 (14,8%)
Desejável ( $< 150$ )	42 (68,9%)	49 (80,3%)	51 (83,6%)

**Nota.** \* $P < 0,05$  vs. pré-treinamento; † $P < 0,05$  vs. 1 ano. Valores expressos em frequência absoluta e relativa (%).



**Figura 2.** Modificações individuais na glicose (Painel A), triglicérides (Painel B), LDL-c (Painel C) e HDL-c (Painel D) em 61 mulheres submetidas a dois anos de intervenção com treinamento com pesos progressivo.

## 6 DISCUSSÃO

O principal achado da presente investigação científica é que a exposição prolongada ao TP progressivo melhora a força e a qualidade muscular, a composição corporal, bem como biomarcadores metabólicos em mulheres idosas. De acordo com o nosso conhecimento esse é o primeiro estudo que compara as respostas adaptativas induzidas por um programa de treinamento com pesos progressivo em mulheres idosas em períodos de tempo superiores a um ano.

A nossa hipótese era que o período de dois anos de treinamento poderia produzir melhoria superior ao primeiro ano de intervenção. Entretanto, nossa hipótese foi parcialmente refutada, uma vez que a maioria das modificações observadas ocorreu ao longo do primeiro ano de intervenção embora tenham sido mantidas ao longo do segundo ano. As variáveis que permaneceram evoluindo do primeiro para o segundo ano de intervenção foram a força muscular, a MIGO e a glicose em jejum.

A relação entre a força e o volume muscular tem sido denominada pela literatura por qualidade muscular, ou seja, reflete a quantidade de força que pode ser produzida pela musculatura esquelética por um determinado volume muscular específico<sup>108</sup>. Nossos resultados demonstraram que a qualidade muscular é melhorada com o TP, indicando que uma maior capacidade de produção de força muscular pode ser produzida por unidade de massa muscular tanto nos braços, quanto nas pernas e no tronco. Esses resultados confirmam informações anteriores relatadas em outras investigações, em períodos de intervenção inferiores aos do presente estudo<sup>91,109-111</sup>.

Outro ponto de destaque em nosso estudo foi que a força muscular aumentou em proporções relativamente similares nos diferentes segmentos corporais, o que indica que a qualidade muscular tenha melhorado nos diferentes segmentos, independente do maior declínio de força muscular ter sido revelado anteriormente nas pernas quando comparado aos braços<sup>3</sup>. Até o presente momento os possíveis mecanismos que podem explicar a melhoria na qualidade muscular não estão estabelecidos pela literatura, uma vez que trata-se de um fenômeno bastante complexo. Todavia, tem sido especulado que tais modificações podem ser induzidas por adaptações neurais, aumento da área de secção transversal do músculo,

melhoria da potência muscular, aumento do conteúdo de proteína contrátil, reinervação das fibras musculares, alterações na arquitetura muscular e/ou redução nos depósitos de gordura muscular<sup>108</sup>.

Apesar dos ganhos de força e as adaptações hipertróficas terem se manifestado principalmente ao longo do primeiro ano de intervenção, tais mudanças continuaram a ocorrer ao longo do segundo ano. Vale destacar que embora as taxas de síntese protéica muscular tendem a ser mais elevadas nas fases iniciais do TP<sup>112</sup>, nossos resultados indicaram que é provável que essa síntese permaneça alterada por períodos prolongados, até mesmo em indivíduos idosos.

A redução nos depósitos de gordura corporal encontrados na presente investigação já havia sido relatada em períodos de intervenção mais curtos em mulheres idosas submetidas ao TP<sup>29,91,113</sup>. A alteração identificada por este estudo ocorreu paralelamente ao aumento da MIGO indicando que tais modificações podem ter resultado em aumento da taxa metabólica de repouso (TMR)<sup>98,114</sup>. Infelizmente, no presente estudo, a TMR não foi medida, o que dificulta a confirmação dessa hipótese. Não se pode desprezar a hipótese de que os protocolos de TP utilizados podem ter produzido aumento no consumo máximo de oxigênio em excesso pós exercício, como observado em estudo anterior<sup>115</sup>.

Vale destacar que mudanças positivas nos componentes da composição corporal tais como aumento da massa muscular, representada no presente estudo pela MIGO, e redução na gordura corporal podem ocupar papel de destaque na mediação de processos inflamatórios<sup>116,117</sup>, um fenômeno bastante comum em idosos com níveis de gordura elevados, tais como as participantes do nosso estudo.

O aumento da MIGO em nosso estudo foi acompanhado pelo aumento do estado de hidratação, em particular, pelo aumento do conteúdo de ACT e AIC. O aumento da AIC, em particular, quando associado ao TP pode estar relacionado a diversos fatores, dentre os quais, o acúmulo nas concentrações de lactato, considerado um contribuinte primário para as alterações osmóticas na massa muscular<sup>118</sup>. Adicionalmente, o TP tende a gerar um aumento nos depósitos de glicogênio muscular, visto que esse tipo de treinamento é predominantemente sustentado pelo metabolismo glicolítico. Considerando que o acúmulo de glicogênio muscular induz um aumento do influxo de água do compartimento extra para o intracelular, na razão de uma grama de glicogênio para três gramas de água<sup>119,120</sup>, é

possível que esse aumento da hidratação possa ter mediado o balanço protéico muscular ao longo do tempo. É importante destacar que estudos anteriores tem indicado uma correlação entre hidratação celular e aumento da síntese protéica e/ou redução da proteólise<sup>121-123</sup>. O aumento da AIC encontrado em nosso estudo já havia sido relatado em outros dois estudos de nosso laboratório, o primeiro dos quais com homens e mulheres jovens adultos<sup>26</sup> e o segundo, mais recentemente, em mulheres idosas submetidas a 12 semanas de TP<sup>124</sup>. Nesse último estudo, especificamente, o aumento da AIC acompanhou o aumento do ângulo de fase, um indicador objetivo da melhoria da celularidade, integridade da membrana celular e da função celular, ou seja, fatores que sugerem a melhoria da saúde celular<sup>125</sup>.

Com relação a saúde óssea o presente estudo revelou o aumento na densidade mineral óssea a partir do primeiro ano de intervenção com estabilidade ao longo do segundo ano. O aumento da DMO em indivíduos idosos é um benefício fundamental para a proteção contra quedas e fraturas, particularmente em mulheres, que são afetadas pelo processo de desmineralização óssea, em fases mais precoces da vida. A melhoria na densidade mineral óssea encontrada em nosso estudo reforça informações publicadas em uma importante metanálise sobre essa temática que revelou a importância do TP nesse processo<sup>126</sup>.

Com relação ao comportamento da glicose em jejum, nosso experimento identificou reduções significantes em todo o período de intervenção, sendo que as concentrações foram reduzidas já no primeiro ano de intervenção e continuaram sendo progressivamente melhoradas até ao final do segundo ano, embora 15% das participantes não tenham reduzido as concentrações de glicose ao longo do período experimental. A redução da glicemia em jejum induzida pela prática do TP reflete a predominância da via glicolítica para a produção de energia nesse tipo de exercício<sup>127</sup>, indicando que esse efeito imediato pode auxiliar na melhoria da homeostase glicêmica. Estudos anteriores haviam revelado que a melhoria da sensibilidade à insulina, provocada pelo TP, pode ocorrer mediante diversos mecanismos, incluindo ganho de massa muscular, melhoria qualitativa em algumas propriedades metabólicas do músculo, aumento da densidade das proteínas transportadores de glicose (GLUT-4), melhoria da atividade da enzima glicogênio sintase e da remoção da glicose mediada pela insulina<sup>128,129</sup>. Tais mecanismos não foram alvo de investigação em nosso estudo, mas merecem ser analisados

futuramente de forma mais consistente. Estudo recente no nosso laboratório havia revelado que a redução da glicose em jejum induzida pelo TP pode ocorrer tanto em indivíduos iniciantes quanto em experientes nesse tipo de treinamento, sendo portanto uma adaptação positiva associada aos diferentes períodos de TP<sup>29</sup>.

Um fator de risco para doenças cardiovasculares, também investigado neste estudo foi o perfil lipídico. Importantes reduções no colesterol total e nos triglicerídeos foram observadas já no final do primeiro ano de intervenção e se mantiveram ao longo do segundo ano. Embora as concentrações de CT incluam as suas subfrações HDL-c, LDL-c e VLDL-c, o que pode gerar uma certa confusão quando essa medida é analisada de forma isolada, o presente estudo revelou redução de LDL-c e VLDL-c acompanhada de aumento da fração HDL-c. As modificações nas concentrações de HDL-c já haviam sido relatadas recentemente<sup>91</sup>, em estudo de curta duração adotando um delineamento na forma de *crossover*. Tal estudo indicou que essas modificações parecem ocorrer independente do sistema de treinamento adotado (tradicional vs. piramidal), sugerindo que a prática do TP por si só pode auxiliar como fator de proteção ao risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares.

Em nosso estudo as modificações no perfil lipídico ocorreram dentro da magnitude apontada pela literatura<sup>37</sup> e de acordo com estudos com períodos de intervenção mais reduzidos<sup>29,99,130,131</sup>. Possíveis explicações para esse fenômeno parecem estar relacionadas a remoção da LDL-c plasmática e melhoria da oxidação lipídica, via aumento da lipase lipoprotéica<sup>87</sup>. Além disso, o TP pode estimular o aumento da capacidade do músculo esquelético em oxidar gordura, reduzindo os níveis de lipídios plasmáticos<sup>87</sup>. Entretanto, aproximadamente 1/3 das participantes não reduziram as concentrações de triglicérides, 15% não reduziram LDL-c e 38% não aumentaram HDL-c ao longo do período de intervenção, indicando que provavelmente fatores genéticos possam determinar a magnitude das respostas individuais ao TP<sup>103</sup>.

Alguns estudos sugerem que a manipulação das variáveis que compõem um programa de TP pode influenciar as alterações do perfil lipídico<sup>132,133</sup>. Com base nessas informações nós acreditamos que seria importante a manipulação das variáveis de treino ao longo do período de intervenção para a maximização das respostas metabólicas e para que pudesse ser evitado um possível platô adaptativo.

Isso aparentemente refletiu positivamente nas modificações encontradas ao longo do primeiro ano de intervenção. Entretanto, do primeiro para o segundo ano as modificações se mantiveram relativamente estáveis, tanto na análise do comportamento de grupo quanto individual. É importante destacar que informações sobre a intensidade e o volume de TP que seriam necessários para promover mudanças significativas no perfil lipídico ainda são insipientes na literatura.

Por outro lado, diferente dos nossos resultados, alguns estudos não conseguiram encontrar modificações no perfil lipídico após poucos meses de intervenção<sup>101,104</sup>. As discrepâncias entre as informações produzidas sobre essa temática em estudos de curta duração dificultam uma interpretação mais consistente dos resultados. Portanto, acreditamos que o nosso estudo possa auxiliar a dirimir parte das dúvidas relacionadas ao impacto do TP sobre o perfil lipídico, uma vez que o período de intervenção de dois anos pode ser considerado prolongado.

O nosso estudo possibilitou uma análise das mudanças que podem ser provocadas pelo TP por períodos prolongados, o que de certa forma afasta a hipótese de que possíveis benefícios associados a este tipo de exercício estejam limitados a curtos períodos de intervenção. Seria razoável especular que o platô adaptativo se estabelecesse em períodos mais curtos de intervenção fazendo com que tais mudanças não fossem extensivas ao avançar da idade, o que serviria apenas para atenuar as modificações induzidas pelo tempo. Tal hipótese, contudo, foi refutada, de acordo com as informações produzidas por esta investigação.

Este estudo apresenta algumas limitações importantes que não devem ser desprezadas. A principal limitação parece ser a ausência de um grupo controle, uma vez que tal fato impede o estabelecimento de conclusões sobre o efeito isolado do TP sobre as variáveis dependentes investigadas, além do fato de que a magnitude das respostas encontradas poderiam ser amplificadas a medida em que as comparações pudessem ser feitas com grupo de pessoas que estivessem expostas ao processo natural de envelhecimento sem, contudo, receberem qualquer tipo de intervenção que pudesse atenuar as mudanças induzidas pelo tempo. Dessa forma os nossos resultados poderiam refletir benefícios ainda maiores, no que tange à saúde e a qualidade de vida dessa população. Adicionalmente, os resultados encontrados são específicos a população investigada (mulheres idosas) e, portanto, não devem ser extrapolados para outras populações. Os níveis habituais de

atividade física e a ingestão alimentar são dois fatores que não foram controlados, o que pode ter comprometido, pelo menos em parte, os resultados encontrados, visto que ambos podem ser considerados importantes fatores de confusão, particularmente, para as respostas encontradas nos componentes da composição corporal e nos biomarcadores metabólicos analisados. Todavia, na tentativa de minimizar tais problemas todas as participantes foram orientadas a manterem as suas atividades regulares da vida diária ao longo do período de intervenção e para não alterarem seus hábitos alimentares.

Por outro lado, de acordo com o nosso conhecimento esse é o primeiro estudo que se propôs a investigar o comportamento de variáveis neuromusculares, morfológicas e metabólicas em mulheres idosas submetidas a dois anos de TP progressivo, representando assim uma importante contribuição para o corpo de conhecimentos disponíveis na literatura.

## **7 CONCLUSÃO**

Os resultados do presente estudo sugerem que a prática do TP por períodos prolongados de tempo é uma estratégia efetiva para melhorar a força muscular, a qualidade muscular, a composição corporal e biomarcadores metabólicos em mulheres idosas. Entretanto, parte da amostra investigada não se mostrou responsiva ao TP, sugerindo que a análise das respostas a esse tipo de exercício físico em alguns casos ou em algumas variáveis específicas pode ser indivíduo-dependente e não tempo-dependente.

## REFERÊNCIAS

1. Lana LD, Schneider RH. Síndrome da fragilidade no idoso: uma revisão narrativa. *Rev Bras Geriatr Gerontol.* 2014;17(3):673-80.
2. Vianna LC, Oliveira RB, Araújo CG. Age-related decline in hand grip strength differs according to gender. *J Strength Cond Res.* 2007;21(4):1310-4.
3. Lynch NA, Metter EJ, Lindle RS, Fozard JL, Tobin JD, Roy TA, et al. Muscle quality. I. Age-associated differences between arm and leg muscle groups. *J Appl Physiol.* 1999;86(1):188-94.
4. Schoenfeld BJ. Does exercise-induced muscle damage play a role in skeletal muscle hypertrophy? *J Strength Cond Res.* 2012;26(5):1441-53.
5. Schoenfeld BJ. Potential mechanisms for a role of metabolic stress in hypertrophic adaptations to resistance training. *Sports Med.* 2013;43(3):179-94.
6. Matthie J, Zarowitz B, De Lorenzo A, Andreoli A, Katzarski K, Pan G, et al. Analytic assessment of the various bioimpedance methods used to estimate body water. *J Appl Physiol.* 1998;84(5):1801-16.
7. Ravussin E, Lillioja S, Anderson TE, Christin L, Bogardus C. Determinants of 24-hour energy expenditure in men. *J Clin Invest.* 1986;78(6):1568-78.
8. Young VR. Energy requirements in the elderly. *Nutr Rev* 1992;50(4):95-101.
9. Chang S-H, Beason TS, Hunleth JM, Colditz GA. A systematic review of body fat distribution and mortality in older people. *Maturitas.* 2012;72(3):175-91.
10. St-onge M-P, Gallagher D. Body composition changes with aging: the cause or the result of alterations in metabolic rate and macronutrient oxidation? *Nutrition.* 2010;26(2):152-5.
11. Kuk JL, Saunders TJ, Davidson LE, Ross R. Age-related changes in total and regional fat distribution. *Ageing Res Rev.* 2009;8(4):339-48.
12. Beaufrère B, Morio B. Fat and protein redistribution with aging: metabolic considerations. *Eur J Clin Nutr.* 2000;54(Suppl 3):S48-53.
13. Han TS, Tajar A, Lean ME. Obesity and weight management in the elderly. *Br Med Bull.* 2011;97:169-96.
14. Vincent HK, Bourguignon C, Vincent KR. Resistance training lowers exercise-induced oxidative stress and homocysteine levels in overweight and obese older adults. *Obesity.* 2006;14(11):1921-30.

15. Ilich JZ, Kelly OJ, Inglis JE, Panton LB, Duque G, Ormsbee MJ. Interrelationship among muscle, fat, and bone: connecting the dots on cellular, hormonal, and whole body levels. *Ageing Res Rev.* 2014;15(1):51-60.
16. Churchward-Venne TA, Tieland M, Verdijk LB, Leenders M, Dirks ML, Groot LCPGM, et al. There are no nonresponders to resistance-type exercise training in older men and women. *J Am Med Dir Assoc.* 2015;16(5):400-11.
17. Cruz-Jentoft AJ, Landi F, Schneider SM, Zúñiga C, Arai H, Boirie Y, et al. Prevalence of and interventions for sarcopenia in ageing adults: a systematic review. Report of the International Sarcopenia Initiative (EWGSOP and IWGS). *Age Ageing.* 2014;43(6):748-59.
18. Benn SJ, McCartney N, McKelvie RS. Circulatory responses to weight lifting, walking, and stair climbing in older males. *J Am Geriatr Soc.* 1996;44(2):121-5.
19. Benites ML, Alves RC, Ferreira SS, Follador L, da Silva SG. Are rate of perceived exertion and feelings of pleasure/displeasure modified in elderly women undergoing 8 week of strength training of prescribe intensity? *J Phys Ther Sci.* 2016;28(2):407-11.
20. Verdijk LB, Jonkers RAM, Gleeson BG, Beelen M, Meijer K, Savelberg HHCM, et al. Protein supplementation before and after exercise does not further augment skeletal muscle hypertrophy after resistance training in elderly men. *Am J Clin Nutr.* 2009;89(2):608-16.
21. Tieland M, Dirks ML, Zwaluw N, Verdijk LB, Rest O, Groot LCPGM, et al. Protein supplementation increases muscle mass gain during prolonged resistance-type exercise training in frail elderly people: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *J Am Med Dir Assoc.* 2012;13(8):713-9.
22. Botero JP, Shiguemoto GE, Prestes J, Marin CT, Do Prado WL, Pontes CS, et al. Effects of long-term periodized resistance training on body composition, leptin, resistin and muscle strength in elderly post-menopausal women. *J Sports Med Phys Fitness.* 2013;53(3):289-94.
23. Williams MA, Haskell WL, Ades PA, Amsterdam EA, Bittner V, Franklin BA, 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.* 2007;116(5):572-84.

24. Trevisan MC, Burini RC. Metabolismo de repouso de mulheres pós-menopausadas submetidas a programa de treinamento com pesos (hipertrofia). *Rev Bras Med Esporte*. 2007;13(2):133-7.
25. Korpelainen R, Keinänen-Kiukaanniemi S, Heikkinen J, Vaananen K, Korpelainen J. Effect of impact exercise on bone mineral density in elderly women with low BMD: a population-based randomized controlled 30-month intervention. *Osteoporos Int*. 2006;17(1):109-18.
26. Ribeiro AS, Avelar A, Schoenfeld BJ, Ritti Dias RM, Altimari LR, Cyrino ES. Resistance training promotes increase in intracellular hydration in men and women. *Eur J Sport Sci*. 2014;14(6):578-85.
27. 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. *Clin Interv Aging*. 2013;8:443-8.
28. Gerage AM, Forjaz CL, Nascimento MA, Januario RS, Polito MD, Cyrino ES. Cardiovascular adaptations to resistance training in elderly postmenopausal women. *Int J Sports Med*. 2013;34(9):806-13.
29. Ribeiro AS, Tomeleri CM, Souza MF, Pina FL, Schoenfeld BJ, Nascimento MA, et al. Effect of resistance training on C-reactive protein, blood glucose and lipid profile in older women with differing levels of RT experience. *Age*. 2015;37(6):109-20.
30. Paula CC, Cunha RM, Tufamin AT. Análise do impacto do treinamento resistido no perfil lipídico de idosos. *Rev Bras Cien Mov*. 2014;22(1):150-6.
31. Strasser B, Pesta D. Resistance training for diabetes prevention and therapy: experimental findings and molecular mechanisms. *Biomed Res Int*. 2013;2013:1-8.
32. Soares FH, de Sousa MB. Different types of physical activity on inflammatory biomarkers in women with or without metabolic disorders: a systematic review. *Women Health*. 2013;53(3):298-316.
33. Padilha CS, Ribeiro AS, Fleck SJ, Nascimento MA, Pina FL, Okino AM, et al. Effect of resistance training with different frequencies and detraining on muscular strength and oxidative stress biomarkers in older women. *Age*. 2015;37(5):104-113.

34. Tomeleri CM, Ribeiro AS, Souza MF, Schiavoni D, Schoenfeld BJ, Venturini D, et al. Resistance training improves inflammatory level, lipid and glycemic profiles in obese older women: a randomized controlled trial. *Exp Gerontol.* 2016;84:80-7.
35. Farinatti PTV, Assis BB. Estudo da frequência cardíaca, pressão arterial e duplo-produto em exercícios contra-resistência e aeróbio contínuo. *Rev Bras Ativ Fis Saúde.* 2000;5(1):5-16.
36. American College of Sports Medicine, Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone Singh MA, Minson CT, Nigg CR, et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(7):1510-30.
37. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(3):687-708.
38. Smith K, Winegard K, Hicks AL, McCartney N. Two years of resistance training in older men and women: the effects of three years of detraining on the retention of dynamic strength. *Can J Appl Physiol.* 2003;28(3):462-74.
39. Tseng LA, Delmonico MJ, Visser M, Boudreau RM, Goodpaster BH, Schwartz AV, et al. Body composition explains sex differential in physical performance among older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2014;69(1):93-100.
40. Valentine RJ, Misic MM, Rosengren KS, Woods JA, Evans EM. Sex impacts the relation between body composition and physical function in older adults. *Menopause.* 2009;16(3):518-23.
41. Tan YY, Gast G-CM, Schouw YT. Gender differences in risk factors for coronary heart disease. *Maturitas.* 2010;65(2):149-60.
42. Kuhle CL, Steffen MW, Anderson PJ, Murad MH. Effect of exercise on anthropometric measures and serum lipids in older individuals: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open.* 2014;4(6):e005283.
43. Rodrigues RAP, Kusumota L, Marques S, Fabricio SCC, Rosset-Cruz I, Lange C. Política nacional de atenção ao idoso e a contribuição da enfermagem. *Texto Contexto Enferm.* 2007;16(3):536-45.
44. Kalache A, Veras RP, Ramos LR. O envelhecimento da população mundial. Um desafio novo. *Rev Saúde Públ.* 1987;21(3):200-10.

45. Buffa R, Floris GU, Putzu PF, Marini E. Body composition variations in ageing. *Coll Antropol*. 2011;35(1):259-65.
46. World Health Organization (WHO). Aging and health. [Acesso em 05 set 2016]. Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs404/en/>.
47. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Projeção da População do Brasil por sexo e idade: 2000-2060. [Acesso em 27 jun 2016]. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/projecao\\_da\\_populacao/2013/default\\_tab.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/projecao_da_populacao/2013/default_tab.shtm).
48. World Health Organization (WHO). Aging and life course. [Acesso em 05 set 2016]. Disponível em: <http://www.who.int/ageing/events/world-report-2015-launch/en/>.
49. Brady AO, Straight CR, Evans EM. Body composition, muscle capacity, and physical function in older adults: an integrated conceptual model. *J Aging Phys Act*. 2014;22:441-52.
50. Holmes J, Powell-Griner E, Lethbridge-Cejku M, Heyman K. Aging differently: physical limitations among adults aged 50 years and over: United States, 2001–2007. *NCHS Data Brief*. 2009;20(1):1-7.
51. Holmes HM, Beck MS, Rowe JH. Geriatrics: year in review. *J Geriatr Oncol*. 2016;7(5):404-8.
52. Fried LP, Ferrucci L, Darer J, Williamson JD, Anderson G. Untangling the concepts of disability, frailty, and comorbidity: implications for improved targeting and care. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2004;59(3):255-63.
53. Tribess S, Oliveira RJ. Síndrome da fragilidade biológica em idosos: revisão sistemática. *Rev Salud Publica*. 2011;13(5):853-64.
54. Fried LP, Tangen CM, Walston J, Newman AB, Hirsch C, Gottdiener J, et al. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2001;55(3):46-56.
55. Miljkovic N, Lim JY, Miljkovic I, Frontera WR. Aging of skeletal muscle fibers. *Ann Rehabil Med*. 2015;39(2):155-62.
56. Strasser B, Schobersberger W. Evidence for resistance training as a treatment therapy in obesity. *J Obes*. 2011;2011:1-9.
57. Clark BC, Manini TM. What is dynapenia? *Nutrition*. 2012;28(5):495–503.

58. Goodpaster BH, Park SW, Harris TB, Kritchevsky SB, Nevitt M, Schwartz AV, et al. The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2006;61(10):1059-64.
59. Grimby G, Saltin B. The ageing muscle. *Clin Physiol.* 1983;3(3):209-18.
60. Tarantino U, Piccirilli E, Fantini M, Baldi J, Gasbarra E, Bei R. Sarcopenia and fragility fractures: molecular and clinical evidence of the bone-muscle interaction. *J Bone Joint Surg Am.* 2015;97(5):429-37.
61. Evans WJ. Skeletal muscle loss: cachexia, sarcopenia, and inactivity. *Am J Clin Nutr.* 2010;91(4):1123-7s.
62. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer MJ, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing.* 2010;39(4):412-23.
63. Buch A, Carmeli E, Boker LK, Markus Y, Shefer G, Kis O, et al. Muscle function and fat content in relation to sarcopenia, obesity and frailty of old age: an overview. *Exp Gerontol.* 2016;76:25-32.
64. Westcott WL. Resistance training is medicine: effects of strength training on health. *Curr Sports Med Rep.* 2012;11(4):209-16.
65. Morley JE, Anker SD, von Haehling S. Prevalence, incidence, and clinical impact of sarcopenia: facts, numbers, and epidemiology: update 2014. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2014;5(4):253-9.
66. Hughes VA, Frontera WR, Roubenoff R, Evans WJ, Singh MA. Longitudinal changes in body composition in older men and women: role of body weight change and physical activity. *Am J Clin Nutr.* 2002;76(2):473-81.
67. Janssen I. The epidemiology of sarcopenia. *J Clin Densitom.* 2011;18(4):461-6.
68. Lammes E, Akner G. Resting metabolic rate in elderly nursing home patients with multiple diagnoses. *J Nutr Health Aging.* 2006;10(4):263.
69. Ohkawara K, Tanaka S, Miyachi M, Ishikawa-Takata K, Tabata I. A dose-response relation between aerobic exercise and visceral fat reduction: systematic review of clinical trials. *Int J Obes.* 2007;31(12):1786-97.
70. Shaap LA, Koster A, Visser M. Adiposity, muscle mass, and muscle strength in relation to functional decline in older persons. *Epidemiol Rev.* 2013;35(1):51-65.

71. Jankowski CM, Gozansky WS, Pelt RE, Schenkman ML, Wolfe P, Schwartz RS, et al. Relative contributions of adiposity and muscularity to physical function in community-dwelling older adults. *Obesity*. 2008;16(5):1039-44.
72. Ferry M. Strategies for ensuring good hydration in the elderly. *Nut Rev*. 2005;63(suppl 1):S22-9.
73. Dangott B, Schultz E, Mozdziak PE. Dietary creatine monohydrate supplementation increases satellite cell mitotic activity during compensatory hypertrophy. *Int J Sports Med*. 2000;21(1):13-6.
74. Beaudart C, Reginster JY, Petermans J, Gillain S, Quabron A, Locquet M, et al. Quality of life and physical components linked to sarcopenia: the SarcoPhAge study. *Exp Gerontol*. 2015;69:103-10.
75. Xu J, Lombardi G, Jiao W, Banfi G. Effects of exercise on bone status in female subjects, from young girls to postmenopausal women: an overview of systematic reviews and meta-analyses. *Sports Med*. 2016;46(8):1165-82.
76. Novotny SA, Warren GL, Hamrick MW. Aging and the muscle-bone relationship. *Physiology (Bethesda)*. 2015;30(1):8-16.
77. Clark BC, Manini TM. Sarcopenia  $\neq$  dynapenia. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2008;63(8):829-34.
78. Hughes VA, Frontera WR, Wood M, Evans WJ, Dallal GE, Roubenoff R, et al. Longitudinal muscle strength changes in older adults: influence of muscle mass, physical activity, and health. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2001;56(5):209-17.
79. Manini T. Development of physical disability in older adults. *Curr Aging Sci*. 2011;4(3):184-91.
80. Metter EJ, Conwit R, Tobin J, Fozard JL. Age-associated loss of power and strength in the upper extremities in women and men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 1997;52(5):267-76.
81. Evans WJ. Exercise, nutrition and aging. *J Nutr*. 1992;122(suppl):796-801.
82. Visser M, Goodpaster BH, Kritchevsky SB, Newman AB, Nevitt M, Rubin SM, et al. Muscle mass, muscle strength, and muscle fat infiltration as predictors of incident mobility limitations in well-functioning older persons. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2005;60(3):234-33.

83. Coon PJ, Rogus EM, Drinkwater DO, Muller DC, Goldberg AP. Role of body fat distribution in the decline in insulin sensitivity and glucose tolerance with age. *J Clin Endocrinol Metab.* 1992;75(4):1125-32.
84. Kohrt WM, Kirwan JP, Staten MA, Bourey RE, King DS, Holloszy JO. Insulin resistance in aging is related to abdominal obesity. *Diabetes.* 1993;42(2):273-81.
85. Bezerra A, Kanegusuku H, Prado W, Ritti-Dias R, Júnior CC. Efeito do exercício físico aeróbico e de força no perfil lipídico de seus praticantes: uma revisão sistemática. *Rev Bras Ativ Fís Saúde.* 2013;18(4):399-411.
86. Tan YY, Gast GC, van der Schouw YT. Gender differences in risk factors for coronary heart disease. *Maturitas.* 2010;65(2):149-60.
87. Mann S, Beedie C, Jimenez A. Differential effects of aerobic exercise, resistance training and combined exercise modalities on cholesterol and the lipid profile: review, synthesis and recommendations. *Sports Med.* 2014;44(2):211-21.
88. Sociedade Brasileira de Cardiologia, Xavier HT, Izar MC, Faria Neto JR, Assad MH, Rocha VZ, et al. V Diretriz Brasileira de Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose. *Arq Bras Cardiol.* 2013;101(4):1-20.
89. Brown WJ, McLaughlin D, Leung J, McCaul KA, Flicker L, Almeida OP, et al. Physical activity and all-cause mortality in older women and men. *Br J Sports Med.* 2012;46(9):664-8.
90. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee I-M, et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43(7):1334–59.
91. Ribeiro AS, Schoenfeld BJ, Souza MF, Tomeleri CM, Venturini D, Barbosa DS, et al. Traditional and pyramidal resistance training systems improve muscle quality and metabolic biomarkers in older women: a randomized crossover study. *Exp Gerontol.* 2016;79:8-15.
92. Straight CR, Lofgren IE, Delmonico MJ. Resistance training in older adults are community-based interventions effective for improving health outcomes? *Am J Lifestyle Med.* 2012;6(5):407-14.

93. Hunter GR, McCarthy JP, Bamman MM. Effects of resistance training on older adults. *Sports Med.* 2004;34(5):329-48.
94. Gurjão AL, Gobbi LT, Carneiro NH, Gonçalves R, Ferreira de Moura R, Cyrino ES, et al. Effect of strength training on rate of force development in older women. *Res Q Exerc Sport.* 2012;83(2):268-75.
95. Socha M, Frączak P, Jonak W, Sobiech KA. Effect of resistance training with elements of stretching on body composition and quality of life in postmenopausal women. *Prz Menopauzalny.* 2016;15(1):26-31.
96. Pinto CL, Botelho PB, Carneiro JA, Mota JF. Impact of creatine supplementation in combination with resistance training on lean mass in the elderly. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2016;7(4):413-21.
97. Camargo A. The effects of strength training on cognitive performance in elderly women. *Clin Interv Aging.* 2016;2016(11):749-54.
98. Hunter GR, Wetzstein CJ, Fields DA, Brown A, Bamman MM. Resistance training increases total energy expenditure and free-living physical activity in older adults. *J Appl Physiol.* 2000;89(3):977-84.
99. Conceição MS, Bonganha V, Vechin FC, Berton RP, Lixandrão ME, Nogueira FR, et al. Sixteen weeks of resistance training can decrease the risk of metabolic syndrome in healthy postmenopausal women. *Clin Interv Aging.* 2013;8:1221-8.
100. Cornelissen VA, Fagard RH, Coeckelberghs E, Vanhees L. Impact of resistance training on blood pressure and other cardiovascular risk factors: a meta-analysis of randomized, controlled trials. *Hypertension.* 2011;58(5):950-8.
101. Lera Orsatti F, Nahas EA, Maestá N, Nahas Neto J, Lera Orsatti C, Vannucchi Portari G, et al. Effects of resistance training frequency on body composition and metabolics and inflammatory markers in overweight postmenopausal women. *J Sports Med Phys Fitness.* 2014;54(3):317-25.
102. Liu CJ, Latham N. Can progressive resistance strength training reduce physical disability in older adults? A meta-analysis study. *Disabil Rehabil.* 2011;33(2):87-97.
103. Hurley BF, Hanson ED, Sheaff AK. Strength training as a countermeasure to aging muscle and chronic disease. *Sports Med.* 2011;41(4):289-306.

104. Marques E, Carvalho J, Soares JM, Marques F, Mota J. Effects of resistance and multicomponent exercise on lipid profiles of older women. *Maturitas*. 2009;63(1):84-8.
105. James AP, Whiteford J, Ackland TR, Dhaliwal SS, Woodhouse JJ, Prince RL, et al. Effects of a 1-year randomised controlled trial of resistance training on blood lipid profile and chylomicron concentration in older men. *Eur J Appl Physiol*. 2016;116(11):2113-23.
106. Sardinha LB, Lohman TG, Teixeira PJ, Guedes DP, Going SB. Comparison of air displacement plethysmography with dual-energy X-ray absorptiometry and 3 field methods for estimating body composition in middle-aged men. *Am J Clin Nutr* 1998;68(4):786-93.
107. Cohen J. A power primer. *Psychol Bull* 1992;112(1):155-9.
108. Fragala MS, Kenny AM, Kuchel GA. Muscle quality in aging: a multi-dimensional approach to muscle functioning with applications for treatment. *Sports Med*. 2015;45(5):641-58.
109. Fragala MS, Fukuda DH, Stout JR, Townsend JR, Emerson NS, Boone CH, et al. Muscle quality index improves with resistance exercise training in older adults. *Exp Gerontol*. 2014;53:1-6.
110. Radaelli R, Botton CE, Wilhelm EN, Bottaro M, Lacerda F, Gaya A, et al. Low- and high-volume strength training induces similar neuromuscular improvements in muscle quality in elderly women. *Exp Gerontol*. 2013;48(8):710-6.
111. Scanlon TC, Fragala MS, Stout JR, Emerson NS, Beyer KS, Oliveira LP, et al. Muscle architecture and strength: adaptations to short-term resistance training in older adults. *Muscle Nerve*. 2014;49(4):584–92.
112. Phillips SM, Tipton KD, Ferrando AA, Wolfe RR. Resistance training reduces the acute exercise-induced increase in muscle protein turnover. *Am J Physiol*. 1999;276(1):E118-24.
113. Fiatarone MA, Marks EC, Ryan ND, Meredith CN, Lipsitz LA, Evans WJ. High-intensity strength training in nonagenarians. Effects on skeletal muscle. *JAMA*. 1990;263(22):3029-34.
114. Campbell WW, Crim MC, Young VR, Evans WJ. Increased energy requirements and changes in body composition with resistance training in older adults. *Am J Clin Nutr*. 1994;60(2):167-75.

115. Heden T, Lox C, Rose P, Reid S, Kirk EP. One-set resistance training elevates energy expenditure for 72 h similar to three sets. *Eur J Appl Physiol.* 2011;111(3):477-84.
116. Buresh R, Berg K. Role of exercise on inflammation and chronic disease. *Strength Cond J.* 2014;36(4):87-93.
117. Mavros Y, Kay S, Simpson KA, Baker MK, Wang Y, Zhao RR, et al. Reductions in C-reactive protein in older adults with type 2 diabetes are related to improvements in body composition following a randomized controlled trial of resistance training. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2014;5(2):111-20.
118. Frigeri A, Nicchia GP, Verbavatz JM, Valenti G, Svelto M. Expression of aquaporin-4 in fast-twitch fibers of mammalian skeletal muscle. *J Clin Invest.* 1998;102(4):695-703.
119. MacDougall JD, Ward GR, Sale DG, Sutton JR. Biochemical adaptation of human skeletal muscle to heavy resistance training and immobilization. *J Appl Physiol.* 1977;43(4):700-3.
120. Chan ST, Johnson AW, Moore MH, Kapadia CR, Dudley HA. Early weight gain and glycogen-obligated water during nutritional rehabilitation. *Hum Nutr Clin Nutr.* 1982;36(3):223-32.
121. Haussinger D, Roth E, Lang F, Gerok W. Cellular hydration state: an important determinant of protein catabolism in health and disease. *Lancet.* 1993;341(8856):1330-2.
122. Haussinger D. The role of cellular hydration in the regulation of cell function. *Biochem J.* 1996;313(3):697-710.
123. Millar ID, Barber MC, Lomax MA, Travers MT, Shennan DB. Mammary protein synthesis is acutely regulated by the cellular hydration state. *Biochem Biophys Res Commun.* 1997;230(2):351-5.
124. Souza MF, Tomeleri CM, Ribeiro AS, Shoenfeld BJ, Silva AM, Sardinha LB, et al. Effect of resistance training on phase angle in older women: a randomized controlled trial. *Scand J Med Sci Sports.* 2016. [Epub ahead of print].
125. Norman K, Stobäus N, Pirlich M, Bosy-Westphal A. Bioelectrical phase angle and impedance vector analysis—clinical relevance and applicability of impedance parameters. *Clin Nutr.* 2012;31(6):854-61.

126. Marques EA, Mota J, Carvalho J. Exercise effects on bone mineral density in older adults: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Age*. 2012;34(6):1493-515.
127. Lambert CP, Flynn MG. Fatigue during high-intensity intermittent exercise: application to bodybuilding. *Sports Med*. 2002;32(8):511-22.
128. Eves ND, Plotnikoff RC. Resistance training and type 2 diabetes considerations for implementation at the population level. *Diabetes care*. 2006;29(8):1933-41.
129. Phillips SM, Winett RA. Uncomplicated resistance training and health-related outcomes: evidence for a public health mandate. *Curr Sports Med Rep*. 2010;9(4):208-13.
130. Maesta N, Nahas EAP, Nahas-Neto J, Orsatti FL, Fernandes CE, Traiman P, et al. Effects of soy protein and resistance exercise on body composition and blood lipids in postmenopausal women. *Maturitas*. 2007;56(4):350-8.
131. Williams AD, Almond J, Ahuja KD, Beard DC, Robertson IK, Ball MJ. Cardiovascular and metabolic effects of community based resistance training in an older population. *J Sci Med Sport*. 2011;14(4):331-7.
132. Lira FS, Yamashita AS, Uchida MC, Zanchi NE, Gualano B, Martins E, et al. Low and moderate, rather than high intensity strength exercise induces benefit regarding plasma lipid profile. *Diabetol Metab Syndr*. 2010;21(2):1-6.
133. Sheikholeslami Vatani D, Ahmadi S, Ahmadi Dehrashid K, Gharibi F. Changes in cardiovascular risk factors and inflammatory markers of young, healthy, men after six weeks of moderate or high intensity resistance training. *J Sports Med Phys Fitness*. 2011;51(4):695-700.

**ANEXOS**

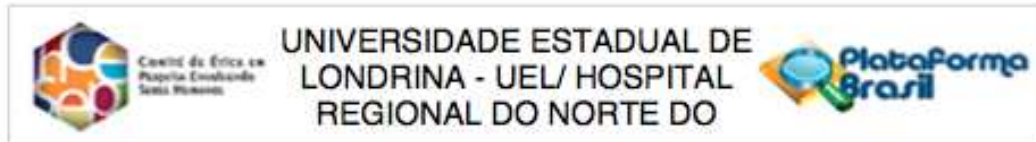
## ANEXO A

Carta de aprovação do projeto (1) pelo comitê de ética.

 <p><b>Universidade Estadual de Londrina</b></p>	
<p><b>COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS</b>          Universidade Estadual de Londrina          Registro CONEP 5231</p>	
Parecer CEP/UJEL:	048/2012
CAAE:	01893712.5.0000.5231
Processo:	10856/2012
Pesquisador(a):	Edilson Serpeloni Cyrino
Unidade/Órgão:	CEFE – Departamento de Educação Física
<p>Prezado(a) Senhor(a):</p> <p>O "Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina" (Registro CONEP 5231) – de acordo com as orientações da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS e Resoluções Complementares, avaliou o projeto:</p> <p><b>"IMPACTO DE DIFERENTES FREQUÊNCIAS SEMANAIS AO TREINAMENTO COM PESOS EM MULHERES IDOSAS"</b></p>	
<p>Situação do Projeto: <b>Aprovado</b></p> <p>Informamos que deverá ser comunicada, por escrito, qualquer modificação que ocorra no desenvolvimento da pesquisa, bem como deverá ser encaminhado ao CEP/UJEL relatório final da pesquisa, conforme prevê a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS e Resoluções Complementares.</p>	
<p>Londrina, 23 de agosto de 2012.</p>  <p><b>Profa. Dra. Alexandrina Aparecida Maciel Cardelli</b>          Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos          Universidade Estadual de Londrina</p>	

## ANEXO B

Carta de aprovação do projeto (2) pelo comitê de ética.



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** 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.

**Pesquisador:** EDILSON SERPELONI CYRINO

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 48815515.0.0000.5231

**Instituição Proponente:** CEFE - Departamento de Educação Física

**Patrocinador Principal:** MINISTERIO DA CIENCIA, TECNOLOGIA E INOVACAO

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 1.306.507

#### Apresentação do Projeto:

**Introdução:** O processo de envelhecimento tem um impacto negativo sobre diversos indicadores de saúde e qualidade de vida, sobretudo, em pessoas que adotam comportamentos sedentários. Por outro lado, muitos estudos observacionais e experimentais têm revelado efeitos benéficos para a saúde associados a prática de exercícios com pesos em idosos. **Objetivo:** Analisar o impacto do treinamento com pesos em diferentes frequências semanais, do destreinamento e do retraining sobre biomarcadores de saúde, composição corporal, desempenho motor e indicadores de qualidade de vida em mulheres idosas. **Métodos:** Aproximadamente 60 mulheres idosas serão acompanhadas ao longo de 58 semanas em dois grupos experimentais (um com frequência de duas e outro com frequência de três vezes por semana ao treinamento com pesos) de pessoas sedentárias com excesso de peso/obesidade será adotado. O estudo será dividido em quatro etapas com duração de 12 semanas cada, separadas por blocos de duas semanas para medidas e avaliação do processo (linha de base, após 12 semanas de treinamento, após 12 semanas de destreinamento, no final de 12 e de 24 semanas de retraining). Medidas antropométricas e hemodinâmicas, composição corporal, registros alimentares, desempenho motor, bioquímica sanguínea e indicadores de

**Endereço:** LABESC - Sala 14

**Bairro:** Campus Universitário

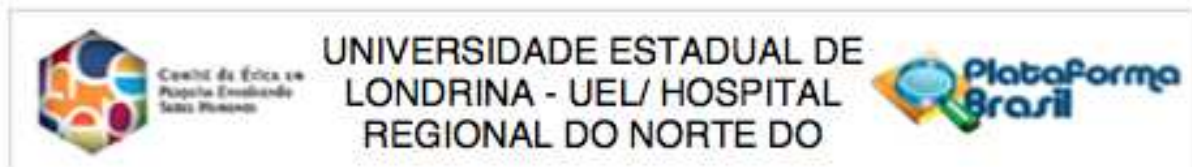
**CEP:** 86.057-970

**UF:** PR

**Município:** LONDRINA

**Telefone:** (43)3371-5455

**E-mail:** cep268@uel.br



Continuação do Parecer: 1.306.607

qualidade de vida serão obtidos nos diferentes momentos do estudo. Resultados esperados: Considerando os riscos para a saúde associados ao comportamento sedentário e os possíveis benefícios do treinamento com pesos em idosos, espera-se que as informações a serem produzidas neste estudo forneçam subsídios importantes para a

saúde de mulheres idosas e que permitam uma tomada de decisão mais segura sobre a prescrição deste tipo de treinamento, a partir de diferentes frequências semanais, considerando que a falta de tempo é considerada uma das principais barreiras relatadas para a falta de adesão e aderência a prática de exercícios físicos em diferentes populações.

#### **Objetivo da Pesquisa:**

**Objetivo Primário:** Analisar o impacto do TP em diferentes frequências semanais, do destreinamento e do retraining sobre biomarcadores de saúde, composição corporal, desempenho motor e indicadores de qualidade de vida em mulheres idosas.

**Objetivo Secundário:** Estabelecer relações entre as possíveis modificações na quantidade de água corporal intracelular e a massa muscular/massa livre de gordura

induzidas pelo TP; Identificar as modificações no comportamento hemodinâmico induzidas pelo treinamento e destreinamento em idosas; Verificar possíveis modificações na força muscular e na composição corporal de forma segmentar.

#### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

O projeto apresenta riscos mínimos, relacionados com os possíveis desconfortos decorrentes das medidas antropométricas e de força muscular, coleta de sangue para medidas bioquímicas, além do eventual constrangimento a algumas das questões do instrumento de qualidade de vida. É possível, também, que no início do programa de treinamento as participantes sintam dores musculares após as sessões de exercícios. Contudo, profissionais de Educação Física serão responsáveis por adotar medidas de segurança e se responsabilizarão por eventuais problemas nas áreas que lhes competem. Com relação à coleta de sangue, será realizada por profissionais capacitados do Hospital Universitário desta Universidade, os quais, da mesma forma, serão responsáveis pela segurança e suporte em eventuais problemas causados durante o procedimento. Benefícios: Espera-se que as participantes do estudo se beneficiem dos resultados positivos que a prática de exercícios orientados pode gerar nesta faixa

etária, sendo que, mediante os resultados positivos, o treinamento também será ofertado ao grupo controle.

**Endereço:** LABESC - Sala 14

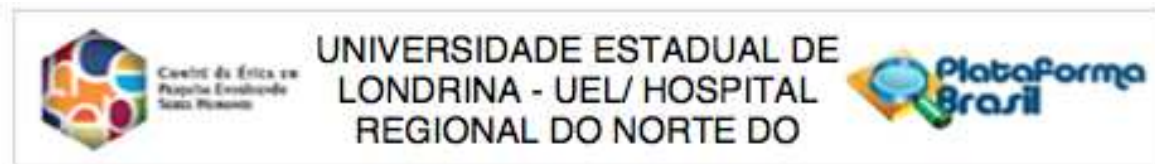
**Bairro:** Campus Universitário

**UF:** PR **Município:** LONDRINA

**Telefone:** (43)3371-5455

**CEP:** 86.057-970

**E-mail:** cep268@uel.br



Continuação do Parecer: 1.306.507

#### **Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

O processo de envelhecimento tem um impacto negativo sobre diversos indicadores de saúde e qualidade de vida, sobretudo, em pessoas que adotam comportamentos sedentários. Por outro lado, muitos estudos observacionais e experimentais têm revelado efeitos benéficos para a saúde associados a prática de exercícios com pesos em idosos. A prática regular de programas de TP pode melhorar a aptidão neuromuscular, a composição corporal, a sensibilidade à insulina, os níveis de glicose sanguínea, a pressão arterial, além de prevenir o desenvolvimento de inúmeras disfunções crônico-degenerativas.

#### **Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Folha de Rosto, Parecer favorável da Entidade coparticipante e TCLE foram apresentados e estão em conformidade com as exigências do CEP/UEL. Demais documentos apresentados também estão em conformidade com as exigências do CEP/UEL.

#### **Recomendações:**

Substituir no TCLE, o endereço do CEP/UEL para: Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina, situado junto ao LABESC – Laboratório Escola, no Campus Universitário, telefone 3371-5455, e-mail: cep268@uel.br.

#### **Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Não há.

#### **Considerações Finais a critério do CEP:**

Prezado (a) Pesquisador (a),

Este é seu parecer final de aprovação, vinculado ao Comitê de Ética em Pesquisas Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina. É sua responsabilidade imprimi-lo para apresentação aos órgãos e/ou instituições pertinentes.

Coordenação CEP/UEL.

#### **Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_552637.pdf	23/10/2015 21:28:29		Aceito
Declaração de Pesquisadores	CARTA_RESPOSTA.docx	23/10/2015 21:27:57	EDILSON SERPELONI	Aceito
Declaração de Pesquisadores	luciano.pdf	23/10/2015 19:47:46	EDILSON SERPELONI	Aceito

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

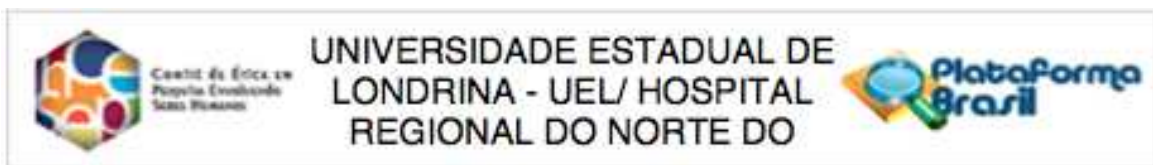
UF: PR

Município: LONDRINA

CEP: 86.057-970

Telefone: (43)3371-5455

E-mail: cep268@uel.br



Continuação do Parecer: 1.306.507

Declaração de Pesquisadores	rodrigo.pdf	23/10/2015 19:43:45	EDILSON SERPELONI	Aceito
Declaração de Pesquisadores	decio.pdf	23/10/2015 19:27:00	EDILSON SERPELONI	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.doc	23/10/2015 19:24:45	EDILSON SERPELONI CYRINO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_2015.doc	23/10/2015 19:23:38	EDILSON SERPELONI CYRINO	Aceito
Folha de Rosto	foto2.pdf	28/08/2015 15:33:21	EDILSON SERPELONI	Aceito
Declaração do Patrocinador	Termo.pdf	24/08/2015 09:52:48	EDILSON SERPELONI	Aceito
Outros	Parecer Edilson Serpeloni Cyrino.pdf	11/08/2015 21:23:19		Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

LONDRINA, 03 de Novembro de 2015

---

**Assinado por:**  
**Alexandrina Aparecida Maciel Cardelli**  
**(Coordenador)**

**Endereço:** LABESC - Sala 14

**Bairro:** Campus Universitário

**CEP:** 86.057-970

**UF:** PR **Município:** LONDRINA

**Telefone:** (43)3371-5455

**E-mail:** cep268@uel.br